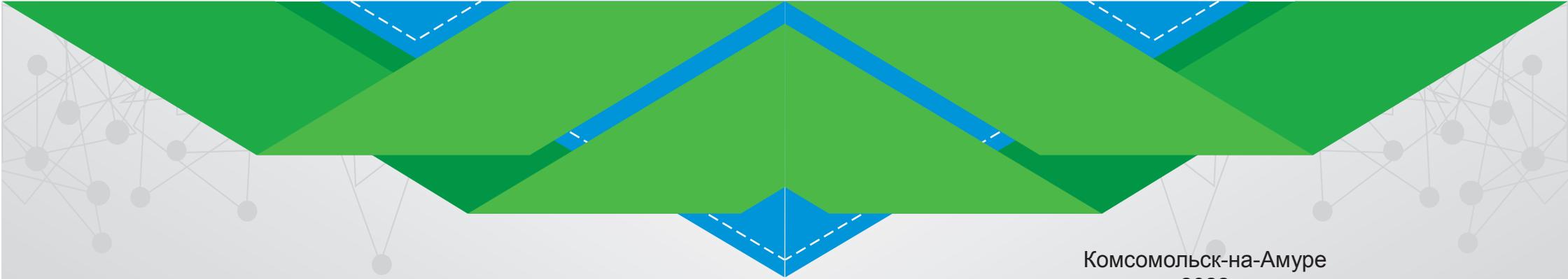


ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО: ОТ СОЗДАНИЯ К ВНЕДРЕНИЮ

Материалы V Международной научно-практической конференции
Комсомольск-на-Амуре, 6-11 декабря 2021 г.



Комсомольск-на-Амуре
2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО:
ОТ СОЗДАНИЯ К ВНЕДРЕНИЮ**

Материалы V Международной научно-практической конференции
Комсомольск-на-Амуре, 6-11 декабря 2021 г.

Комсомольск-на-Амуре
2022

УДК 001:62
ББК 95.4
П 801

Рецензент – В. Г. Скорик, кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика»
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет
путей сообщения»

Редакционная коллегия:

С. И. Сухоруков – кандидат технических наук (отв. ред.);
А. С. Гудим – кандидат технических наук;
Н. Н. Любушкина – кандидат технических наук
(г. Комсомольск-на-Амуре, ФГБОУ ВО КнАГУ)

Производственные технологии будущего: от создания к внедрению :
П 801 материалы V Междунар. науч.-практ. конф., г. Комсомольск-на-
Амуре, 6-11 декабря 2021 г. / редкол. : С. И. Сухоруков (отв. ред.),
А. С. Гудим, Н. Н. Любушкина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО
«КнАГУ», 2022. – 478 с.

ISBN 978-5-7765-1467-8

Материалы сборника сформированы по результатам проведения V Международной научно-практической конференции «Производственные технологии будущего: от создания к внедрению», проходившей в ФГБОУ ВО «КнАГУ» с 6 по 11 декабря 2021 г., и посвящены актуальным проблемам построения передовых промышленных производств. Материалы затрагивают все аспекты модернизации имеющихся и создания новых производств: подготовка кадров, социально-экономические аспекты, разработка новых и оптимизация имеющихся технологий, автоматизация и роботизация производства и т.д. Конференция проводилась при поддержке генерального спонсора – ООО «Амурский гидromеталлургический комбинат».

Приводимые материалы могут быть полезны преподавателям вузов, руководителям и техническим специалистам предприятий, а также студентам и аспирантам всех специальностей и направлений.

УДК 001:62
ББК 95.4

ISBN 978-5-7765-1467-8

© ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022

СЕКЦИЯ 1. АВТОМАТИКА, ЭЛЕКТРОПРИВОД И РОБОТОТЕХНИКА

УДК 62-503.51

Аминов Кодирджон Собирджонович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: aminov_1717@mail.ru

Aminov Kodirdzhon Sobirdzhonovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: aminov_1717@mail.ru

Стельмашчук Сергей Валерьевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: rukdpsv@rambler.ru

Stelmashchuk Sergey Valerevich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: rukdpsv@rambler.ru

СИНТЕЗ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

SYNTHESIS OF THE KALMAN FILTER FOR FREQUENCY ELECTRIC DRIVE

Аннотация. В работе представлено использование фильтра Калмана в частотном электроприводе для оценки момента нагрузки. Фильтр Калмана реализуется как наблюдатель состояния объекта управления, на основе которого оценивается возмущающее воздействие.

Abstract. The paper presents the use of a Kalman filter in a frequency electric drive to estimate the load moment. The Kalman filter is implemented as an observer of the state of the control object, on the basis of which the disturbing effect is estimated.

Ключевые слова: частотный электропривод, фильтр Калмана.

Key words: frequency electric drive, Kalman filter.

При решении задач идентификации систем управления используется фильтр Калмана, позволяющий получать информацию о состоянии системы и решать задачу оценивания неизмеримых возмущений для реализации комбинированного управления [1]. В качестве объекта управления используется частотно-регулируемый асинхронный электропривод (ЧРАЭП) со скалярным управлением. Одной из решаемых задач фильтром Калмана является оценка переменных состояния объекта управления [2].

Наиболее простой реализацией фильтра Калмана является фильтр рекуррентного типа, реализуемый как оптимальный наблюдатель состояния системы управления [2]. Для определения коэффициентов фильтра Калмана должна быть известна передаточная функция объекта управления:

$$W(p) = \frac{y(p)}{u(p)} = \frac{K_{\Pi}}{(T_{\mu}p + 1)(T_{\text{M}}T_{\text{Э}}p^2 + T_{\text{M}}p + 1)} =$$
$$= \frac{6,28}{2,5 \times 10^{-7}p^3 + 0,0000967p^2 + 0,00962p + 1}.$$

Если наблюдаемые данные не влияют на матрицу коэффициентов L , то для процедуры оценивания коэффициенты можно вычислить априорно. Для определения матрицы коэффициентов усиления фильтра L используется программа, реализуемая m-файлом в среде MatLab:

```

s1 = tf(6.28,[2.5e-7 0.0000967 0.00962 1]);%задание передаточной функции объекта
s = ss(s1);%описание объекта в пространстве состояний
[A,B,C,D] = ssdata(s);%матричное описание объекта
n = length(A);%порядок объекта
V = 7000*diag(ones(n,1));%задание ковариационной матрицы помехи на входе объекта
R = 0.01;% ковариационная матрица выходной помехи
eps = 1e-3;% заданная погрешность сходимости коэффициентов фильтра
Lk(:,1) = eye(n,1);%начальные значения
Lk(:,2) = ones(n,1);%матрицы коэффициентов фильтра
i = 2; %циклическая переменная
p = 20000*diag(ones(n,1));%задание начальных значений ковариационной матрицы
ошибок оценивания
pk(1,i) = p(1,1); pk(2,i) = p(2,2);
while not (abs(Lk(1,i) - Lk(1,i-1)) < eps & abs(Lk(2,i) - Lk(2,i-1)) < eps)
    i = i + 1;
    q = A*p*A' + V;
    p = q - q*C'*inv(C*q*C' + R)*C*q;
    L = p*C'*R^-1;
    pk(1,i) = p(1,1); pk(2,i) = p(2,2);
    Lk(:,i) = L;
end
%вывод итерационных значений коэффициентов фильтра
k = 3:i;
plot(k, Lk(1,3:i), '--o', k, Lk(2,3:i), 's');

```

В программе используется рекуррентный алгоритм, реализованный циклическим оператором while. По сути, решается уравнение Риккати, где неизвестной является ковариационная матрица входного сигнала p , которая и определяет матрицу коэффициентов фильтра:

$$L = pC^T R^{-1}.$$

На рисунке 1 представлен результат рекурсивного поиска коэффициентов усиления фильтра. Видно, что коэффициенты L_1 и L_2 равны нулю, коэффициент $L_3 = 153320$. Проблемой рекурсивного поиска коэффициентов является выбор начальных значений ковариационной матрицы p . Исследование показало, что для учета возмущающегося воздействия необходимо диагональные элементы ковариационной матрицы входной помехи V задать соизмеримым моменту нагрузки частотного привода. При этом ковариационную матрицу выходной помехи задать малой величиной, т.к. помехи устройств измерения не учитываются.

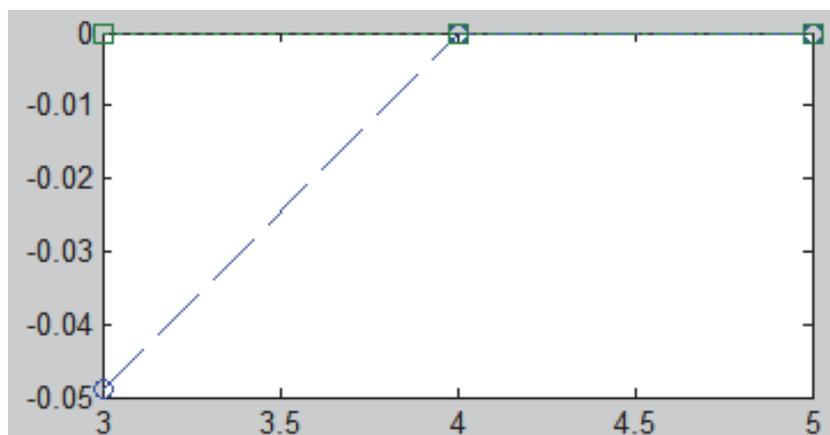


Рисунок 1 – Матричный коэффициент усиления фильтра

На рисунке 2 представлена структурная схема взаимосвязи фильтра Калмана с ЧРАЭП.

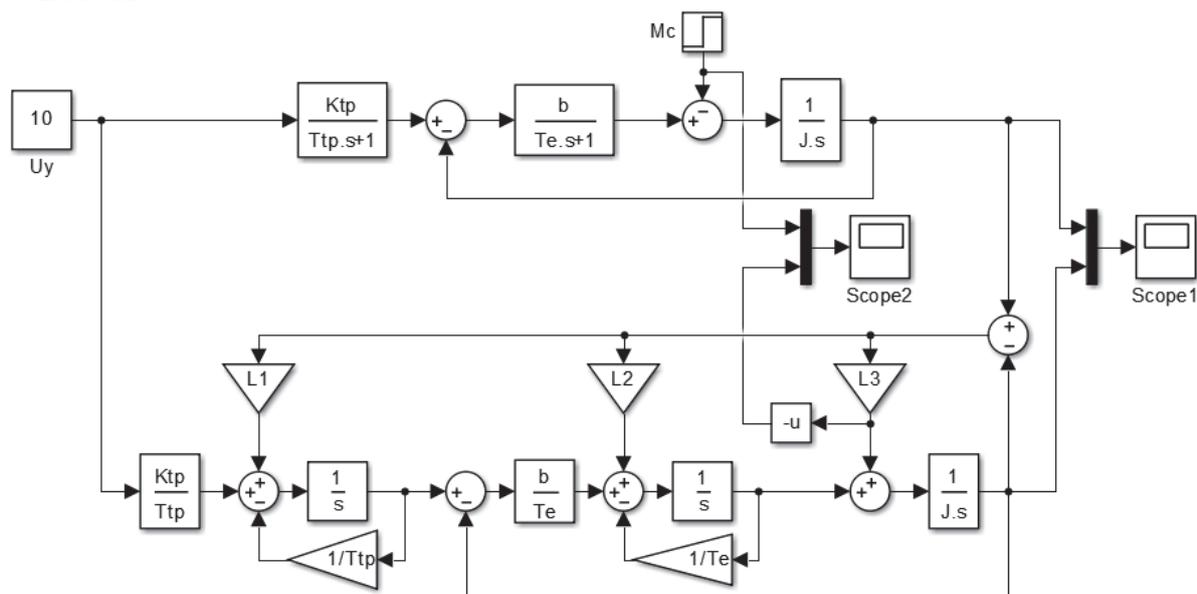


Рисунок 2 – Фильтр Калмана с ЧРАЭП

На рисунках 3 и 4 представлены результаты моделирования скорости и статического момента ЧРАЭП, а также их оценок для сравнительного анализа.

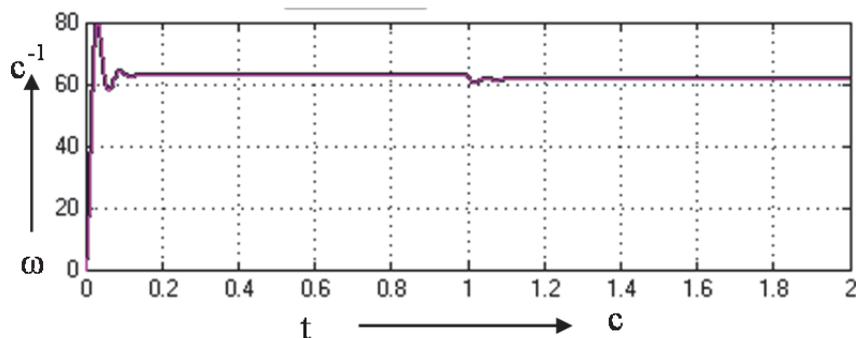


Рисунок 3 – График переходного процесса скорости частотного привода (чёрный) и оценки скорости (фиолетовый) фильтра Калмана (Scope1)

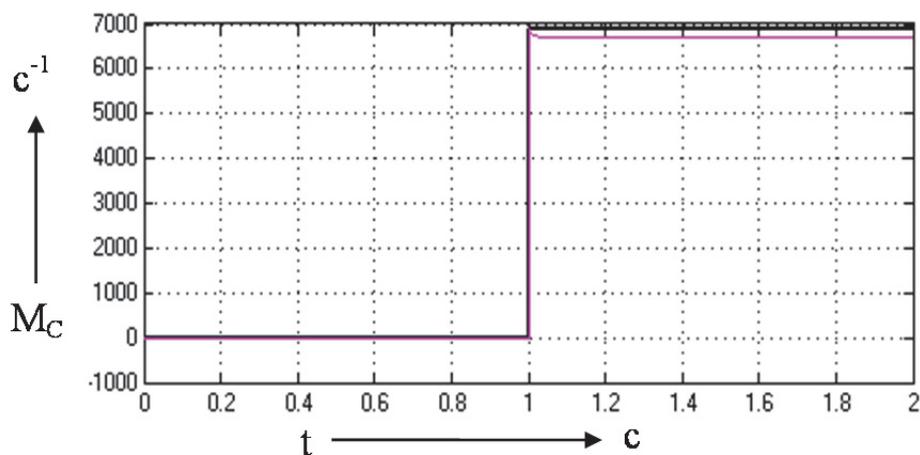


Рисунок 4 – Графики момента нагрузки (чёрный) и оценки момента (фиолетовый) фильтром Калмана (Scope2)

Результаты моделирования показали вполне удовлетворительное качество работы фильтра Калмана при отслеживании ненаблюдаемого возмущающего воздействия (статического момента). Фильтр Калмана планируется применить в системе комбинированного управления ЧРАЭП. Оценка возмущающего воздействия может также использоваться для более эффективного использования интеллектуальных систем управления электроприводом переменного тока [3, 4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Андриевский, Б.Р. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. - СПб. : Наука, 1999. – 466 с.

2 Дилигенская, А.Н. Идентификация объектов управления: Учебное пособие / А.Н. Дилигенская. – Самара: Изд-во Самарского гос. техн. ун-та, 2009 – 165 с.

3 Бузикаева, А. В. Моделирование интеллектуальной системы управления электроприводом переменного тока с различными алгоритмами вывода во внешнем каскаде / А. В. Бузикаева, С. П. Черный // 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. 128-132.

4 Бузикаева, А. В. Анализ многокаскадных нечётких регуляторов Сугено и Мамдани во внешнем каскаде для систем управления электроприводами переменного тока / А. В. Бузикаева, С. П. Черный // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2020. – № 7(47). – С. 76-84.

УДК 621.314.5

Васильченко Сергей Александрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: svas54@mail.ru

Vasilchenko Sergej Aleksandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: svas54@mail.ru

Бублейко Владимир Владимирович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: vbublik-1993@mail.ru

Bublejko Vladimir Vladimirovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: vbublik-1993@mail.ru

ДВУХМОСТОВОЙ ТИРИСТОРНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ С ЧЕТЫРЕХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

TWO-BRIDGE THYRISTOR RECTIFIER WITH FOUR-ZONE OUTPUT VOLTAGE REGULATION

Аннотация. В работе рассмотрено четырёхзонное регулирование выходного напряжения двухмостового выпрямителя при поочерёдном управлении тиристорами вентиляльных комплектов уменьшающее потребление из сети реактивной мощности.

Abstract. The paper considers the four-zone regulation of the output voltage of a two-bridge rectifier with alternate control of the thyristors of the valve sets, which reduces the consumption of reactive power from the network.

Ключевые слова: реактивная мощность, управляемый выпрямитель, поочерёдное управление, четырёхзонное.

Key words: reactive power, controlled rectifier, alternate control, four-zone.

В [1] показано, что четырёхкратное снижение максимальной реактивной мощности потребляемой электромеханическими системами постоянного тока при питании их от двухмостовых выпрямителей, достигается при поочерёдном управлении вентильными комплектами в четырёх зонах регулирования углов отпирания тиристоров.

Схема такого преобразователя и графики, потребляемых им мощностей представлены на рисунке 1, соответствующие этим мощностям графики изменений в каждой из четырёх зон углов отпирания тиристоров в функции сигнала управления, равного относительной выпрямленной ЭДС на выходе преобразователя, приведены на рисунке 2.

Силовые схемы таких управляемых выпрямителей, как реверсивные, так и нереверсивные, при необходимости могут быть построены на основе двух типовых тиристорных преобразователей с небольшими изменениями систем импульсно-фазового управления тиристорами.

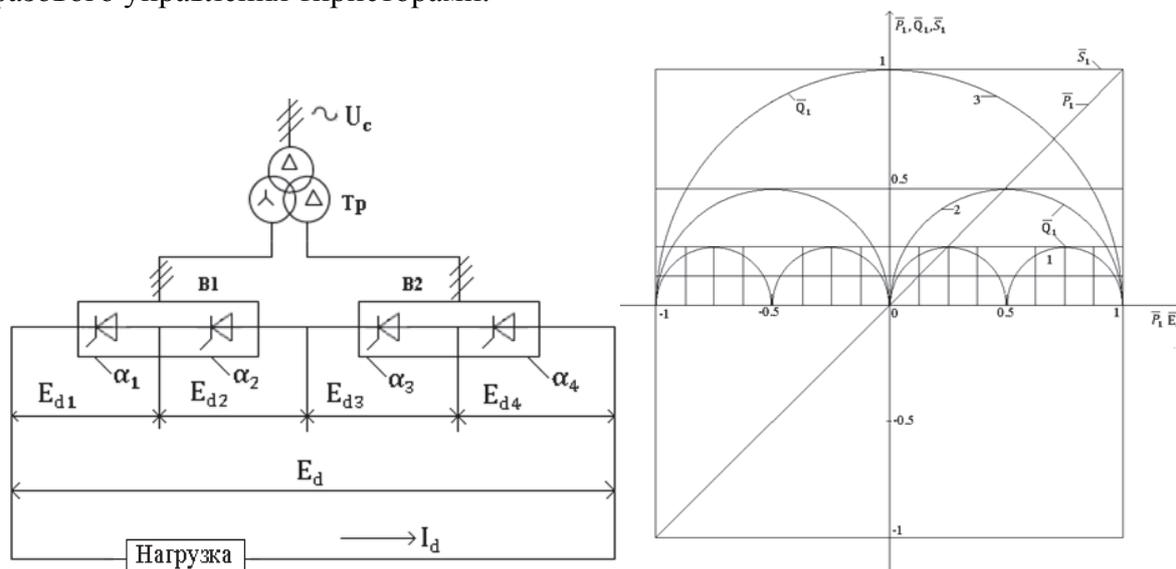


Рисунок 1 – Схема двухмостового преобразователя с четырехзонным управлением и графики потребляемых мощностей

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: Tr-трехобмоточный силовой трансформатор; B1-первый выпрямительный мост; B2-второй выпрямительный мост; I_d -ток якоря двигателя; E_d -выпрямленная ЭДС на выходе двухмостового преобразователя; E_{d1} -выпрямленная ЭДС группы вентилей с объединёнными катодами (ОК) первого тиристорного моста; E_{d2} -выпрямленная ЭДС группы вентилей с объединёнными анодами (ОА) первого тиристорного моста; E_{d3} -выпрямленная ЭДС группы вентилей с ОК второго моста; E_{d4} -выпрямленная ЭДС группы вентилей с ОА второго моста; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ -углы отпирания вентильными группами.

Приведённые на рисунке 1 графики потребляемых мощностей поясняются приведёнными ниже выражениями

ЭДС на нагрузке выпрямителя

$$E_d = E_{d1} + E_{d2} + E_{d3} + E_{d4}.$$

Если напряжения вторичных обмоток трансформатора одинаковые, то

$$E_d = \frac{E_{d0}}{4} \cdot \cos \alpha_1 + \frac{E_{d0}}{4} \cdot \cos \alpha_1 + \frac{E_{d0}}{4} \cdot \cos \alpha_1 + \frac{E_{d0}}{4} \cdot \cos \alpha_1 = E_{d1} + E_{d2} + E_{d3} + E_{d4}.$$

При изменении углов α от 0° до 180° выпрямленные ЭДС в каждой из вентильных групп будет изменяться от $0,25E_{d0}$ до $-0,25E_{d0}$, где для рассматриваемого трехфазного двухмостового выпрямителя максимальная выпрямленная ЭДС $E_{d0} = 4,68 \cdot E_{2\phi}$, (где $E_{2\phi}$ -фазная действующая ЭДС вторичных обмоток силового трансформатора).

Каждая из четырёх вентильных групп не потребляет из сети реактивной мощности, если угол отпирания её тиристоров равен 0° или 180° , и потребляет максимальную реактивную мощность, равную $0,25E_{d0} \cdot I_d$ при угле отпирания 90° .

С учетом выше изложенного, если использовать такой способ управления тиристорами вентильных групп, при котором в процессе регулирования выпрямленного напряжения будет изменяться только один из углов α , то можно снизить максимальную реактивную мощность потребляемую из сети, по сравнению с обычным одномостовым выпрямителем в четыре раза.

Это поясняется следующим.

В каждой из вентильных групп активная и реактивная мощность, потребляемые из сети при пренебрежении относительно малыми значениями потребляемой мощности искажения в трехфазных мостовых схемах, определяется по формулам:

активная

$$P_1 = \frac{E_{d0}}{4} \cdot I_d \cdot \cos \alpha,$$

реактивная

$$Q_1 = \frac{E_{d0}}{4} \cdot I_d \cdot \sin \alpha.$$

Соответственно в относительных единицах

$$\bar{P}_1 = \frac{P_1}{E_{d0} I_d} = \frac{1}{4} \cdot \cos \alpha;$$

$$\bar{Q}_1 = \frac{Q_1}{E_{d0} I_d} = \frac{1}{4} \cdot \sin \alpha.$$

Максимальное потребление реактивной мощности из сети при угле $\alpha = 90^\circ$. Оно равно

$$\bar{Q}_{1\max} = \frac{1}{4} \cdot \sin 90^\circ = \frac{1}{4}.$$

При регулировании напряжения на выходе каждой вентильной группы квадрат максимальной относительной неизменной полной мощности, потребляемой этой группой из сети, будет (при пренебрежении мощностью искажения) связан с потребляемой активной и реактивной мощностью соотношениями:

$$\frac{\bar{S}_1^2}{(4)^2} = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha;$$

$$\left(\frac{\bar{S}_1}{4}\right)^2 = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha.$$

Полагая, что относительная полная мощность, потребляемая двухмостовым преобразователем сети $\bar{S}_1 = 1$, последнее выражение представляет собой уравнение окружности с радиусом $0,25$, то есть:

$$\bar{Q}_1^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2 - \bar{P}_1^2;$$

$$\bar{Q}_1 = \sqrt{\left(\frac{1}{4}\right)^2 - \bar{P}_1^2}.$$

Таким образом, при изменении потребляемой из сети активной мощности, каждой из групп вентиляей, в диапазоне от нуля до $\pm 0,25 \cdot P_1$, график относительность потребляемой мощности представляет собой окружность с радиусом 0,25.

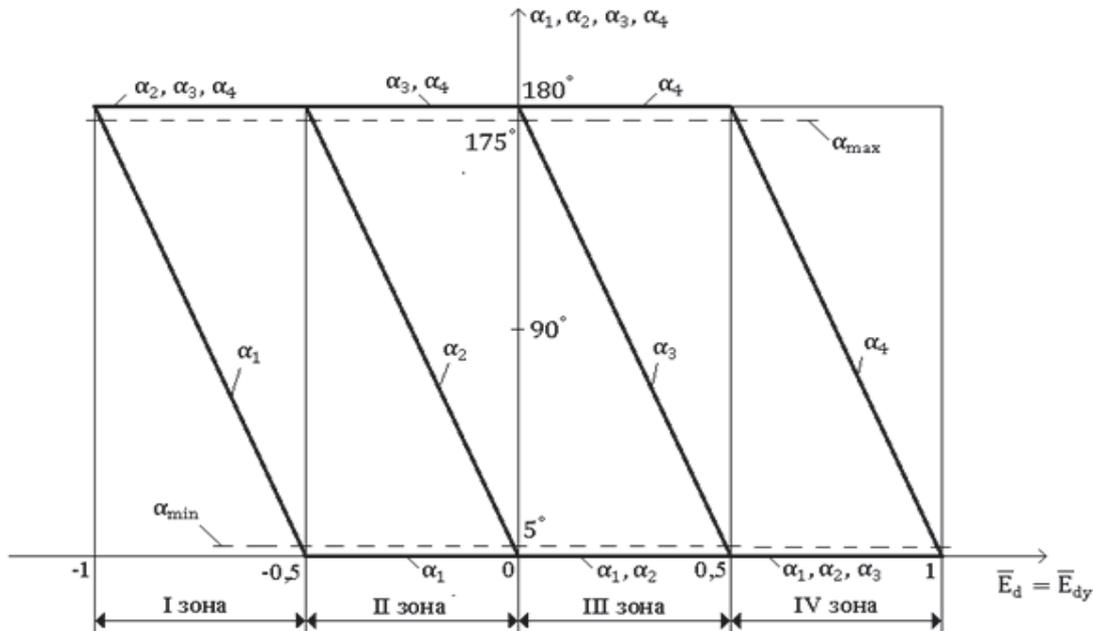


Рисунок 2 – Графики изменения углов отпирания тиристоров

Приведённый на рисунке 2 способ управления двухмостовым тиристорным преобразователем с поочерёдным изменением углов отпирания тиристоров в четырёх зонах выпрямленной ЭДС наиболее прост в технической реализации.

Рассмотренные здесь двухмостовые тиристорные выпрямители с поочередным четырехзонным регулированием выходного напряжения целесообразно использовать для питания электрических двигателей мощных реверсивных регулируемых электроприводов, работающих в четырёх квадрантах механических характеристик. Для реализации систем управления мощными электроприводами постоянного тока целесообразно учесть рекомендации [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бублейко, В. В. Управляемый выпрямитель с пониженным потреблением реактивной мощности / В. В. Бублейко, С. А. Васильченко // В сборнике Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы III Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 06-10 апреля 2020 г.: в 3 ч. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. - Ч. 1. - 202-204 с.

2 Черный, С.П. Исследование влияния параметров тиристорного преобразователя системы управления электродвигателем постоянного тока с нечетким многокритериальным модулем / С.П. Черный, А. К. Тимофеев // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 79-82.

УДК 621.311

Васильченко Сергей Александрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: svas54@mail.ru

Vasilchenko Sergej Aleksandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: svas54@mail.ru

Садовский Дмитрий Дмитриевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: sadovsky_94@mail.ru

Sadovsky Dmitry Dmitrievich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: sadovsky_94@mail.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

MODERNIZATION OF THE AUTOMATION SYSTEM OF THE THERMAL POWER PLANT

Аннотация. В работе приведено описание проблемы системы автоматизации парового котла БКЗ-210-140 на Амурской ТЭЦ-1. В работе приведено описание проблемы регулирования температуры перегретого пара, предлагается её решение путём модернизации.

Abstract. The paper describes the problem of the automation system of the steam boiler BKZ-210-140 at the Amurskaya CHPP-1. The paper describes the problem of regulating the temperature of superheated steam, and proposes its solution through modernization.

Ключевые слова: принципиальная схема, регулятор, паровой котёл, сигнал, контроллер.

Key words: circuit diagram, regulator, steam boiler, signal, controller.

В работе рассмотрена проблема регулирования температуры перегретого пара на парогенераторе БКЗ-210-140 и предлагается её решение. В процессе исследования эксплуатации данного парового котла стало очевидным, что используемая система регулирования перегретого пара работает неустойчиво.

Автоматическая система регулирования (АСР) температуры пара предназначена для поддержания заданного температурного режима в паровом тракте котла. Схема регулирования температуры перегретого пара выполнена методом смешивания. С этой целью весь паровой тракт разбит на несколько участков (ступеней), на выходе каждого из них регулируют температуру впрыскивающие пароохладители, так как изменение температуры происходит охлаждением [1].

Всего в этом котлоагрегате четыре однотипных регулятора управляющих расходом собственного конденсата на пароохладители: первая ступень слева, первая ступень справа, вторая ступень слева, вторая ступень справа.

Регулирующий прибор РП4-У получает основной сигнал по температуре пара на выходе ступени пароохладителя и дополнительный пропорциональный скорости изменения температуры пара, на выходе из пароперегревателя. Сигналы по температуре формируются термопарой ТХК и нормирующим преобразователем Ш-78 (в сигнал 0...5 мА). Сигнал по скорости изменения температуры формируется с помощью блока БДС, работающего в режиме ДФ звена (дифференциатора).

При отклонении температуры пара от заданной регулирующей блок воздействует на пускатель бесконтактный реверсивный (ПБРЗА), который воздействует на

исполнительный механизм клапана впрыска. Регулирующий клапан изменяет расход конденсата на впрыск в направлении восстановления температуры пара.

Контроль над положением регулирующего клапана и дистанционное управление им осуществляется с помощью блока ручного управления БРУ-32, размещенного на пульте управления. Изменить задание регулятору можно с помощью ручного задатчика РЗД-12 на пульте управления.

Для того чтобы описать данную проблему рассмотрим принципиальную схему этой системы автоматического регулирования температуры перегретого пара (рисунок 1).

На рисунке приняты обозначения: D_1 – количество пара поступающего с температурой Θ_1 ; ПО - пароохладитель; ПП - пароперегреватель; ТТ₁ – Термопара ТХК на выходе из пароохладителя; ТТ₂ Термопара ТХК на выходе из пароперегревателя; Р – регулятор РП 4 (АКАСЭР 2); ДФ дифференциатор с исчезающим сигналом; РК регулирующий клапан ; W количество впрыскиваемой воды с температурой $\Theta_в$; D_2 – количество пара выходящего с температурой Θ_2 .

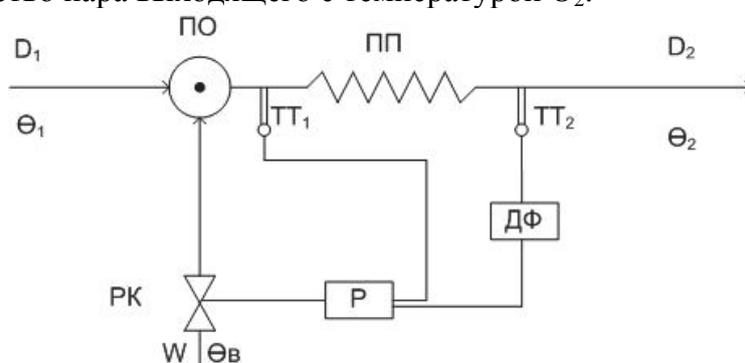


Рисунок 1 – Принципиальная схема АСР температуры перегретого пара

В ходе исследования эксплуатации было обнаружено, что схема работает неустойчиво. Дифференцирующий сигнал взят на выходе из пароперегревателя, этот участок имеет запаздывание, что вносит неустойчивость.

Для решения указанной проблемы рекомендуется изменить принципиальную схему системы автоматического регулирования на схему, рассмотренную в [1] и представленную на рисунке 2.

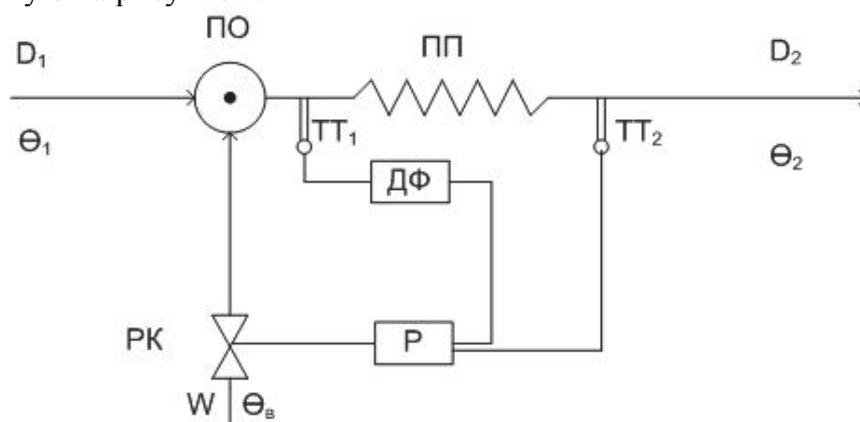


Рисунок 2 – Принципиальная схема регулирования температуры перегретого пара

Как следует из рисунка 2, дифференцироваться будет сигнал после пароохладителя. В качестве регулятора предлагается ПИД регулятор. Для реализации данной схемы рекомендуется использовать системы микропроцессорного управления [2]. Целесообразно также рассмотреть возможность применения изложенного в [3] принципа построения системы управления технологическим процессом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Клюев, А.С. Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов / А.С. Клюев, А.Т. Лебедев, С.И. Новиков – Москва : Энергия 1985.- 280 с.

2 Елизаров, И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: учебн. Пособие / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, С.В. Фролов. – Москва : Издательство Машиностроение - 2004.-180 с.

3 Черный, С.П. Особенности реализации моделей многокаскадного нечеткого регулятора для системы управления технологическими процессами / С.П. Черный, А.В. Бузикаева, С.Б. Ковылин // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 75-78.

УДК 62-531.6

Горькавый Александр Иванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Gorkavy Aleksandr Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Electro drive Engineering and Industrial Automation, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Поздняков Виктор Сергеевич – студент магистратуры, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: viktor.pozdnyakov.27@mail.ru
Pozdnyakov Victor Sergeevich – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: viktor.pozdnyakov.27@mail.ru

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫМ МОДУЛЕМ

ADAPTIVE MECHATRONIC MODULE CONTROL SYSTEM

Аннотация. В работе рассматривается синтез адаптивной системы управления мехатронным модулем с многоструктурным модальным регулятором и идентификатором ошибки в форме наблюдателя. Приведены результаты экспериментального исследования адаптационных возможностей предложенной системы на конкретном примере.

Abstract. The paper considers the synthesis of an adaptive control system for a mechatronic module with a multistructural modal controller with an error identifier in the form of an observer. The results of an experimental study of the adaptive capabilities of the proposed system on a specific example are presented.

Ключевые слова: адаптивный наблюдатель, математическая модель, система управления, мехатронный модуль, модальный регулятор.

Key words: adaptive observer, mathematical model, control system, mechatronic module, the modal controller.

Функционирование промышленных роботов (ПР), входящих в состав роботизированного технологического комплекса (РТК), сопровождается частым изменением составных частей кинематической системы, а, следовательно, инерционности механических элементов мехатронных модулей.

Энергоэффективность является необходимой интегральной оценкой качества функционирования РТК. Добиться хороших показателей можно не только сгруппи-

ровав технологический процесс и управляющие программы [6, 7], но и с помощью качества функционирования электромеханических систем мехатронных модулей [8, 9]. При изменении инерционностей механизмов и действующих на них нагрузок актуальным является возможность изменения настроек и структур регуляторов для повышения энергоэффективности даже отдельных движений мехатронных модулей.

Структурно манипуляционный механизм можно представить как систему мехатронных модулей взаимосвязанных посредством центробежных сил и изменяемых моментов инерции [5].

Изменение моментов инерции мехатронных модулей в процессе движения влечет за собой изменение их быстродействия, что является нежелательным с точки зрения требований временного постоянства фрагментов технологического процесса.

Стабильность динамических характеристик в условиях изменения инерционности чаще всего обеспечивается приданием системе адапционных свойств.

В статье [4] рассмотрены вопросы построения адаптивной системы с многоструктурным регулятором, содержащая эталонную модель и объект управления, к выходам которых подключен вычислительный блок. В процессе технологического функционирования вычислительный блок производит оценку отклонения в изменении эталонной и реальной скорости двигателя и обеспечивает переключение модальных регуляторов. Значения момента инерции могут принимать значения в большую сторону и в меньшую от номинального, тем самым обеспечивает работу реальной системы с определенным уровнем ошибки воспроизведения переходного процесса по сравнению с эталонной.

Для повышения уровня адаптивности, а, следовательно, для повышения точности воспроизведения, в данной работе предлагается использование многоструктурного регулятора с идентификатором ошибки, где в качестве идентификатора используется структура наблюдающего устройства части объекта (поднаблюдателя). С помощью наблюдающего устройства производится оценка параметра, а именно момента инерции.

На рисунке 1 представлена структурная схема модели системы с наблюдающим устройством. Структурная схема модели системы управления содержит задатчик входного сигнала, модель объекта управления, пять модальных регуляторов (1, 2, 3, 4, 5), вычислительный блок, блоки идентификатора в форме наблюдателя (наблюдающего устройства).

Для каждого момента инерции рассчитаны модальные регуляторы, расчет которых осуществляется в соответствии с известной процедурой [1].

Поскольку в предложенном примере рассматриваются пять значений момента инерции, одно из которых является номинальным, рассчитываются пять модальных регуляторов и пять наблюдающих устройств. Функция вычислительного блока заключается в подключении регулятора, соответствующего текущему значению инерционности за счет анализа ошибок оценивания измеряемой координаты наблюдающими устройствами.

Координата $I_y(t)$ фактически является входным воздействием на подобъект с изменяющимися параметрами, а, следовательно, и для блока идентификатора в форме наблюдателя. Измеряемой координатой подобъекта является $\omega(t)$.

Произведено моделирование в предложенной системе (рисунок 1) с параметрами объекта и настройки:

$$T_y = 0,09 \text{ с}; T_{\text{ТП}} = 0,0035 \text{ с}; R = 2,4 \text{ Ом}; C = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{А}; k_{\text{ТП}} = 28; \\ \omega_0 = 50; J_{\text{НОМ}} = 0,117.$$

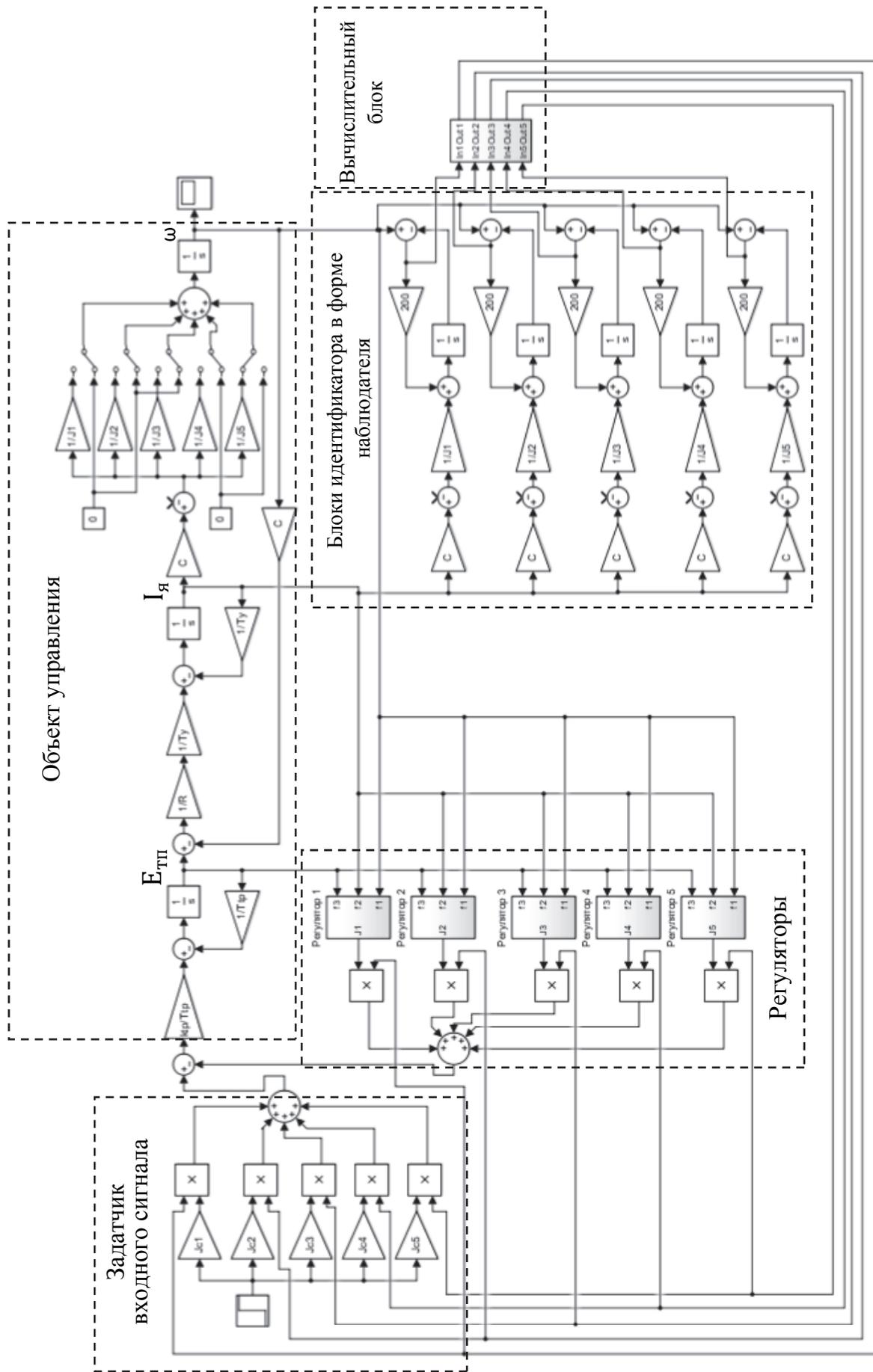


Рисунок 1 – Структурная схема модели системы с наблюдающим устройством

На рисунке 2 представлены графики изменения скорости силовой части мехатронного модуля по задающему воздействию при пяти значениях момента инерции.

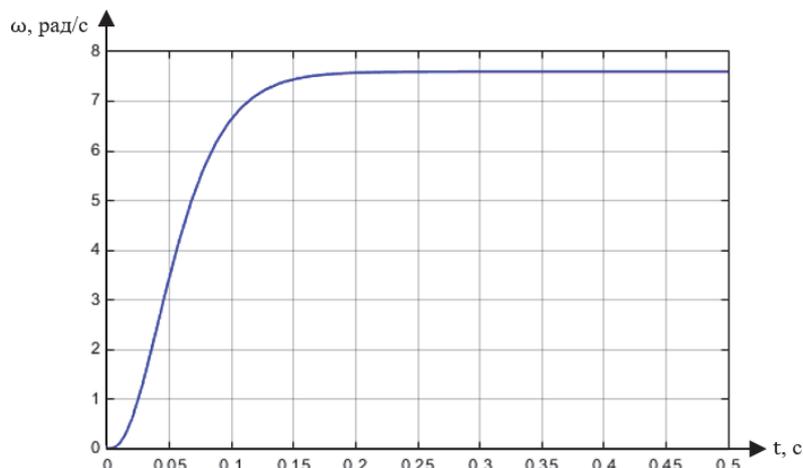
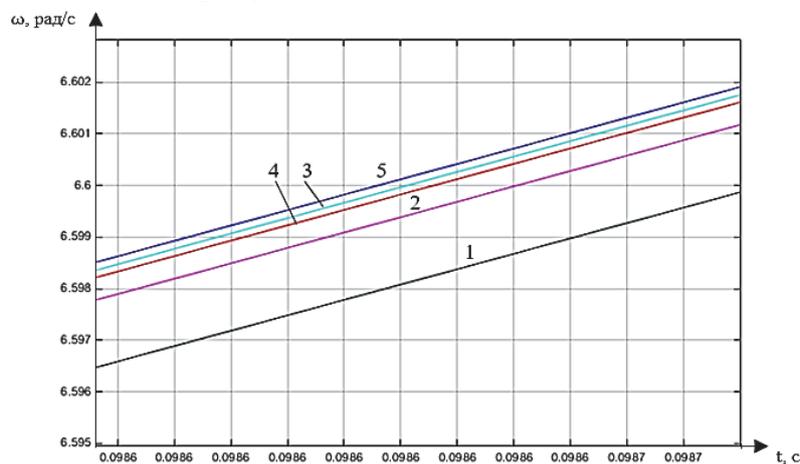


Рисунок 2 – Графики изменения скорости по задающему воздействию

Так как на рисунке 2 трудно рассмотреть существующие различия переходных процессов, на рисунке 3 приведена детализация пяти графиков переходных процессов, приведенных на рисунке 2.



- 1 – регулятор 1 для момента инерции J_1 ; 2 – регулятор 2 для момента инерции J_2 ;
 3 – регулятор 3 для момента инерции J_3 ; 4 – регулятор 4 для момента инерции J_4 ;
 5 – регулятор 5 для момента инерции J_5

Рисунок 3 – Детальные графики переходных процессов системы управления объекта

Результаты исследования показали эффективную работу системы с идентификатором ошибки в форме наблюдателя. При изменении значения момента инерции выполняется своевременное переключение между наблюдателями, вследствие чего создает качественный переходный процесс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горькавый А.И. Математические основы элементов, систем и процессов управления: учебное пособие / А.И. Горькавый, М.А. Горькавый. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2016. – 70 с.

2 Gorkaviy A.I., Gorkaviy M.A., Melnichenko M.A., Solovov D.B. Synthesis of modal PI-regulator with multiple integration. – International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies «FarEastCon», 2019.

3 Горькавый А.И. Компенсация возмущений в системе управления мехатронным модулем с оптимальным регулятором / А.И. Горькавый, М.А. Горькавый, М.А. Мельниченко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – № 6 – С. 57-61.

4 Поздняков, В.С. Многоструктурный регулятор в системе управления мехатронным модулем / В.С. Поздняков, А.И. Горькавый // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Комсомольск-на-Амуре, 16-26 февраля 2021 г. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. – С. 21-24

5 Бурдаков, С.Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов : учебное пособие / С.Ф. Бурдаков, В.А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. – М. : Высш. шк., 1986. – 262 с.

6 Сухоруков, С.И. Разработка структуры программно-аппаратного комплекса для управления роботизированным комплексом лазерной сварки тонкостенных конструкций / В.Н. Хрульков, С.И. Сухоруков // В сборнике: молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы II Всероссийской национальной науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 477-480.

7 Черный, С.И. Концепция формирования управляющей программы для роботизированного комплекса лазерной сварки / С.И. Сухоруков, С.П. Черный, А.С. Мешков, Д.А. Киба // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2020. – № VII-1(47) – С. 26-33.

8 Efimov A., Gorkavyu M., Gorkavyu A. Predicting power consumption of robotic complex based on neuro-fuzzy system. – Proceedings - 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM, 2020.

9 Gorkaviy A.I., Gorkaviy M.A., Melnichenko M.A., Solovov D.B. Synthesis of modal PI-regulator with multiple integration. – International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies «FarEastCon», 2019

УДК 621.33:625.1

Григорьев Николай Потапович – канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: 0101gnp@mail.ru

Grigoriev Nikolay Potapovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Professor of Electric Power Supply Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: 0101gnp@mail.ru

Ковалев Владимир Александрович – аспирант кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: kovalevv.a.2011@mail.ru

Kovalev Vladimir Aleksandrovich – Postgraduate Student of Electric Power Supply Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: kovalevv.a.2011@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО И ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

INCREASING THE EFFICIENCY OF INTERACTIONS OF EXTERNAL AND TRACTION POWER SUPPLY SYSTEMS

Аннотация. В работе проведен анализ взаимодействия сложных систем с целью повышения качества совместной работы. Доказана возможность учета реальных

входных сопротивлений узлов системы внешнего электроснабжения в точках подключения тяговых подстанций. Встречное интервальное регулирование предложено выполнять с учетом входных и взаимных сопротивлений узлов подключения тяговых подстанций к системе внешнего электроснабжения. Энергоемкость перевозочного процесса предложено снижать повышением точности расчетов при выборе схем питания.

Abstract. The paper analyzes the interaction of complex systems in order to improve the quality of collaboration. The possibility of taking into account the real input impedances of the nodes of the external power supply system at the points of connection of traction substations has been proved. It is proposed to carry out counter interval regulation taking into account the input and mutual resistances of the nodes for connecting traction substations to the external power supply system. It is proposed to reduce the energy consumption of the transportation process by increasing the accuracy of calculations when choosing power schemes.

Ключевые слова: системы внешнего и тягового электроснабжения, входное сопротивление узла, потери электроэнергии, качество электроэнергии.

Key words: external and traction power supply systems, node input resistance, power losses, power quality.

Для системы тягового электроснабжения (далее – СТЭ) переменного тока 25 кВ известны проблемы:

1. Регулирования напряжения в тяговой сети для электроподвижного состава (далее – ЭПС) в нормируемых пределах.

2. Снижение расхода электроэнергии перевозочного процесса на электрифицированных железных дорогах переменного тока 25 кВ.

В целях обеспечения программных требований к СТЭ разработан комплекс мероприятий направленный на обеспечение электроснабжения движения поездов. Регулирование напряжения и снижение энергоемкости перевозочного процесса в СТЭ рассмотрено в работах широкого круга ученых и специалистов. В работах [1,2] рассмотрено влияние на технико-экономические показатели следующих факторов:

1. Схем питания тяговой сети.
2. Количества включенных на параллельную работу силовых трансформаторов (далее – тяговый трансформатор) тяговых подстанций (далее – ТП).
3. Ступени устройств регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) тяговых трансформаторов.
4. Мощности устройств продольной (УПК) компенсации.
5. Мощности устройств поперечной (КУ) компенсации.

Дальнейшее развитие методов повышения показателей работы СТЭ переменного тока, предложено выполнять интервальным встречным регулированием, на основе выбора нормальных схем питания тяговых нагрузок в интервалах времени [3,4]. Полученные результаты способствуют переходу от реактивного к прогнозируемому управлению показателями работы СТЭ. В работах [2,5,6] доказано, что входные и взаимные сопротивления СВЭ существенно влияют на напряжение и потери электрической энергии. Реальные входные и взаимные сопротивления не в полной мере учитываются в рассмотренных ранее работах.

СТЭ и СВЭ являются сложными электрически связанными системами и взаимодействуют в целях обеспечения движения поездов. Доказано [7], что изменение топологии и сопротивлений ветвей в СВЭ приводит к изменению значений входных и взаимных сопротивлений узлов СВЭ и напряжения в СТЭ соответственно. Таким

образом, прогнозирование и регулирование напряжения в СТЭ необходимо выполнять с учетом входных и взаимных сопротивлений СВЭ.

В целях повышения точности анализа работоспособности и выбора схем питания тяговых нагрузок на Дальневосточной железной дороге (ДВЖД) с учетом реальных входных и взаимных сопротивлений в интервалах времени получены следующие результаты.

Разработан алгоритм расчета входных и взаимных сопротивлений узлов СВЭ с учетом действительных в интервалах времени топологии и сопротивлений ветвей СВЭ. Содержание алгоритма доложено на конференции «ТITDS-XII 2021: Транспортная инфраструктура для устойчивого развития территорий» и получило положительную оценку.

Функционирование алгоритма предусмотрено созданной базой данных СВЭ содержащей 488 ветвей и 394 узла питающей СТЭ ДВЖД [7].

Математическая модель расчета входных и взаимных сопротивлений узлов подключения СТЭ к СВЭ в интервалах времени предусматривает:

- 1) количество цепей в звеньях ЛЭП СВЭ;
- 2) температуру проводов цепей ЛЭП;
- 3) количество силовых трансформаторов подстанций СВЭ в работе;
- 4) действительные ступени РПН трансформаторов подстанций СВЭ;
- 5) температуру обмоток трансформаторов подстанций СВЭ.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) [7] расчета входных и взаимных сопротивлений СВЭ, позволяет повысить точность расчета входных и взаимных сопротивлений в интервалах времени расчетного периода.

АРМ разработан на основе известных программ: Microsoft Excel, Microsoft Access и MatLab. Программы выбраны по принципу наилучшего применения при выполнении отдельных процедур для решения поставленной задачи. АРМ обеспечивает расчет входных и взаимных сопротивлений для реальных схем СВЭ.

Результаты расчетов входных сопротивлений узлов подключения тяговых подстанций СТЭ ДВЖД показывают существенную разность модулей и аргументов. Полученные результаты доказывают целесообразность учета входных сопротивлений при выборе рациональных схем питания тяговых нагрузок.

Таким образом, определение реальных прогнозных входных и взаимных сопротивлений обеспечивает повышение точности расчетов в решении следующих задач:

1. Оценка показателей качества электрической энергии в интервалах времени.
2. Выбор рациональных схем питания тяговых нагрузок.

Рассмотрим влияние отдельных ТП ДВЖД на показатели работы СВЭ при взаимодействии с СТЭ 25 кВ. Необходимость усиления СТЭ, связанная с повышением весовых норм поездов и сокращения межпоездных интервалов привело к необходимости применения на ДВЖД ТП, подключённых к тяговой сети по схеме «подпитывающей». Использование нетиповой схемы подключения ТП к тяговой сети обеспечивает повышение напряжения в тяговой сети.

Результаты исследований, представленные в работах [8,9,10], доказывают, что при подключении ТП к тяговой сети по схеме «подпитывающей» повышают неравномерность распределения токов плеч в обмотках тяговых трансформаторов. Модуль тока обмотки, подключенной к тяговой сети, питающей левое и правое плечо, в два раза превышает модуль тока двух других обмоток. Значение коэффициента несимметрии токов обмоток (α_1) высокое и составляет 1 ($\alpha_1=1$), что приводит к высокой несимметрии напряжения в СВЭ и СТЭ [10].

Высоконесимметричные токи в обмотках тяговых трансформаторов приводят к значительной несимметрии напряжения на входных сопротивлениях ТП, что ухудшает показатели качества электроэнергии в СВЭ и увеличивает потери мощности в стали трансформаторов СТЭ [11]. Таким образом, негативное влияние ТП подключенных по схеме подпитывающих на работу СТЭ и СВЭ проявляется в следующем:

1. Перегрузке одной из обмоток тягового трансформатора и снижению нагрузочной способности трансформатора.

2. Увеличение дополнительных потерь мощности в меди тягового трансформатора до 56% [8].

3. Превышение температуры нагрева наиболее нагруженной тяговой обмотки нормируемого [12] значения на 28% [9].

4. Несимметрия токов обмоток тягового трансформатора приводит к повышению несимметрии напряжений в СВЭ [10] и снижению показателей работы СТЭ и СВЭ.

В целях повышения нагрузочной способности тяговых трансформаторов, снижения энергоемкости перевозочного процесса и повышения показателей качества электрической энергии разработаны новые схемы подключения трех тяговых подстанций в СТЭ ДВЖД. При переходе к новым схемам подключения тяговых подстанций СТЭ предлагается установка одного поста секционирования (ПС), выполненного по схеме «четырёхугольник» и трех нейтральных вставок в тяговой сети [13]. Предлагаемое техническое решение позволяет повысить качество взаимодействия СВЭ и СТЭ и обеспечивает:

1. Уменьшение дополнительных потерь электроэнергии в меди тягового трансформатора [8].

2. Снижение износа наиболее нагруженных тяговых обмоток, что способствует продлению срока эксплуатации тягового трансформатора [9].

3. Снижение несимметрии токов в обмотках тягового трансформатора с 1 до 0,5 [10] способствует уменьшению несимметрии токов и напряжений в ЛЭП СВЭ, что улучшает показатели качества электрической энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Марквардт, К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / К.Г. Марквардт –4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1982. – 528 с.

- 2 Герман Л.А. Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 316 с.

- 3 Григорьев, Н.П. Нормальные схемы питания тяговых нагрузок / Н.П. Григорьев, С.А. Власенко, А.П. Парфианович // Повышение эффективности транспортной системы региона: проблемы и перспективы : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. В 3 т. Т 2. / Под ред. С.М. Гончарука. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015. С. 63-69.

- 4 Vlasevsky S.V. Opposing Regulation of Performance Factors in an Alternating-Current Traction Power-Supply System / S. V. Vlasevsky, N. P. Grigoriev and P. N. Trofimovich // Russian Electrical Engineering ISSN 1068-3712. Vol. 90, No. 7, 2019. – pp.522-525.

- 5 Григорьев Н.П., Трофимович П.Н. Повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения устройствами продольной компенсации // Электромеханика. – 2019. – №3. – С. 64-68.

6 Марквардт Г.Г., Григорьев Н.П., Демин М.Г. Расчет уравнивающих токов в тяговой сети / Г.Г. Марквардт, Н.П. Григорьев, М.Г. Демин // Электричество, 1984. – Выпуск 10. – С. 50-52;

7 Григорьев Н.П. Автоматизированное рабочее место расчета входных и взаимных сопротивлений системы внешнего электроснабжения /Н.П. Григорьев, В.А. Ковалев // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона – 2021. – № 1(26) – С. 54–60.

8 Григорьев Н.П., Данилюк А.В., Трофимович П.Н., Ковалев В.А. Повышение эффективности работы тяговой подстанции переменного тока // Электроника и электрооборудование транспорта. 2020. №5. С. 12–17.

9 Григорьев Н.П., Воприков А.В., Ковалев В.А., Парфианович А.П., Трофимович П.Н. Повышение срока службы силовых трансформаторов в системе обеспечения движения поездов // Электротехнические системы и комплексы. 2020. №4 (49). С. 26–29, doi: 10.18503/2311-8318-2020-4(49)-26-29.

10 Григорьев Н.П., Игнатенко И.В., Ковалев В.А., Трофимович П.Н. Повышение эффективности работы систем внешнего и тягового электроснабжения // Изв. вузов. Электромеханика. 2021. Т. 64. № 4-5. С. 72-78. DOI: 10.17213/0136-3360-2021-4-5-72-78.

11 Снижение потерь электрической энергии в системе тягового электроснабжения переменного тока / Н.П. Григорьев, Ю.А. Давыдов, А.П. Парфианович, П.Н. Трофимович // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 4(41). – С. 36–40.

12 International standard. Loading guide for oil-immersed power transformers : IEC 60076-7 (Международная электротехническая комиссия) – Geneva, Switzerland, 2005. – 122 p.

13 Григорьев, Н.П. Снижение затрат на электрическую энергию для перевозки грузов и пассажиров на ДВЖД / Н.П. Григорьев, А.П. Парфианович, А.В. Воприков, В.А. Ковалев // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона - 2020. – №4 (25) – С. 11–16.

УДК 62-523.2

Дубовик Михаил Евгеньевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: mihail.dubovik@bk.ru

Dubovik Mikhail Evgenevich – Postgraduate Student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: mihail.dubovik@bk.ru

Кобозев Дмитрий Андреевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: scпка64@mail.ru

Kobozev Dmitriy Andreevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: scпка64@mail.ru

УЛУЧШЕНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВМП ЗА СЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ

THE IMPROVEMENT OF VOLT-AMPERE CHARACTERISTICS OF TRANSFORMER OF ROTATING MAGNETIC FIELD WITH THE HELP OF PULSE WIDTH MODULATION

Аннотация. В статье рассмотрена возможность улучшения вольт-амперных характеристик трансформатора с вращающимся магнитным полем (ТВМП), питающегося от источника постоянного напряжения с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Выявлены основные особенности работы ТВМП с ШИМ-преобразователем, а также приведена имитационная модель исследуемой системы. Сняты и проанализированы вольт-амперные характеристики трансформатора в различных режимах его работы.

Abstract. The article considers the possibility of improving the volt-ampere characteristics of a transformer with a rotating magnetic field (TVMP) powered by a DC voltage source via a pulse width modulator (PWM). The main features of the operation of the TVMP with a PWM converter are revealed, and a simulation model of the system under study is also presented. The volt-ampere characteristics of the transformer under various modes of its operation are removed and analyzed.

Ключевые слова: трансформатор с вращающимся магнитным полем, широтно-импульсная модуляция.

Key words: transformer of rotating magnetic field, pulse width modulatin.

В настоящее время повышение энергоэффективности в электротехнических комплексах и системах является актуальным направлением в области прикладных наук. Особенно приоритетной задачей является повышение энергоэффективности для электроприводов высокой мощности, которые, например, широко используются в судовых электроустановках [1], гидроэлектростанциях, в добывающей промышленности и т.п. Это связано с тем, что повышение КПД в таких электроприводах приводит к значительному сокращению экономических затрат. Одним из решений вышеизложенной задачи является возможность использования в регулируемом электроприводе в качестве преобразователя трансформатор с вращающимся магнитным полем [2]. Один из вариантов схемного решения такого ТВМП представлен на рисунке 1 [3]. Цифрами 1-2 обозначены первичные обмотки, 3 – сердечный магнитопровод трансформатора, пять вторичных обмоток трансформатора обозначены 5-8.

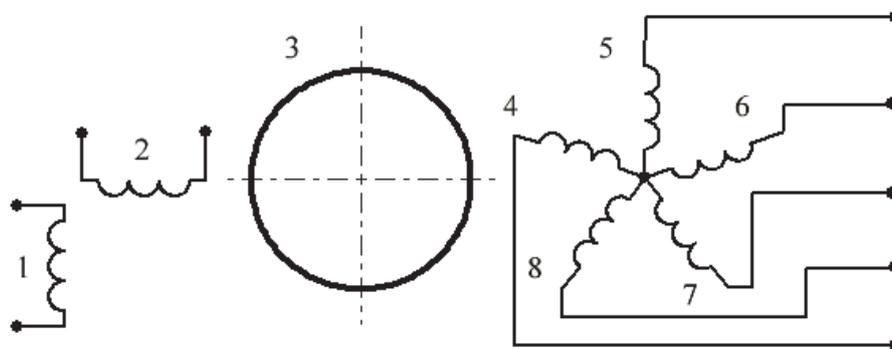


Рисунок 1 – Схема ТВМП с широтно-импульсным преобразователем

В рассматриваемом случае ТВМП является двухфазно-пятифазным, но в общем случае количество обмоток ТВМП может быть произвольным.

Работа ТВМП заключается в следующем. Две синусоиды входного напряжения с частотой 50 Гц, сдвинутые по фазе на 90° , подаются на две первичные обмотки ТВМП, сдвинутые в пространстве относительно друг друга на 90° . В результате чего в сердечнике ТВМП образуется вращающееся магнитное поле. Это поле в свою очередь создает во вторичных обмотках ТВМП, сдвинутых относительно друг друга на угол $\varphi = 2\pi/5$, синусоидальное пятифазное напряжение. На рисунке 2 (верхний график) видно, что сдвиг по фазе между напряжениями соседних обмоток равен $\varphi' = 2\pi/5 = 72^\circ$. На нижнем графике изображены осциллограммы входного напряжения, подающегося на первичные обмотки ТВМП с фазовым сдвигом 90° .

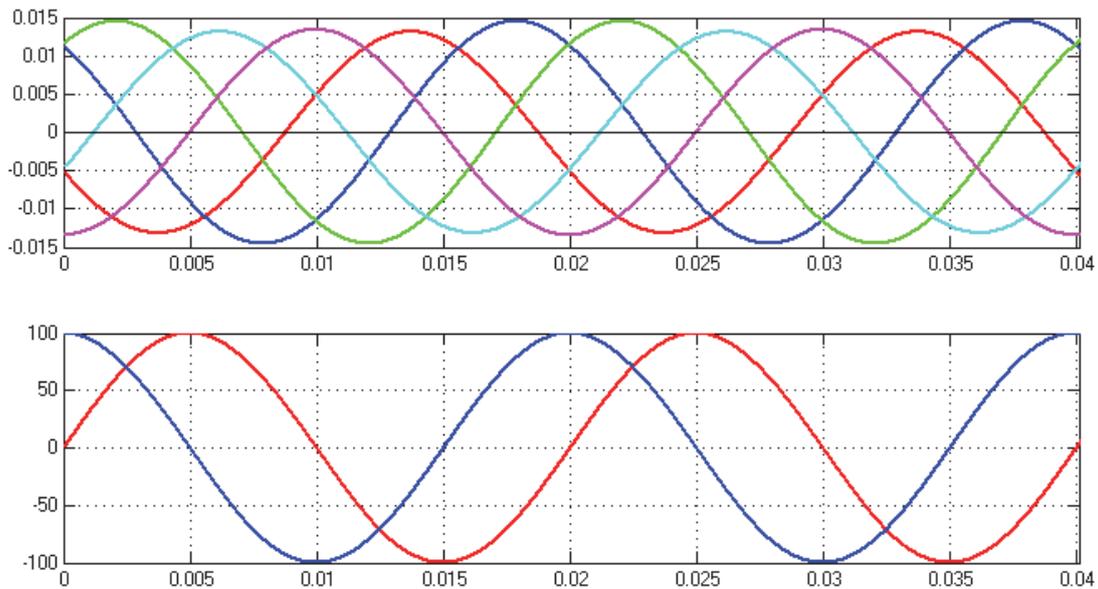


Рисунок 2 – Осциллограммы пятифазного напряжения с выхода ТВМП

Функциональные возможности регулируемого электропривода с использованием ТВМП можно повысить, если на вход трансформатора поставить широтно-импульсный преобразователь, питающийся от источника постоянного напряжения (рисунок 3).

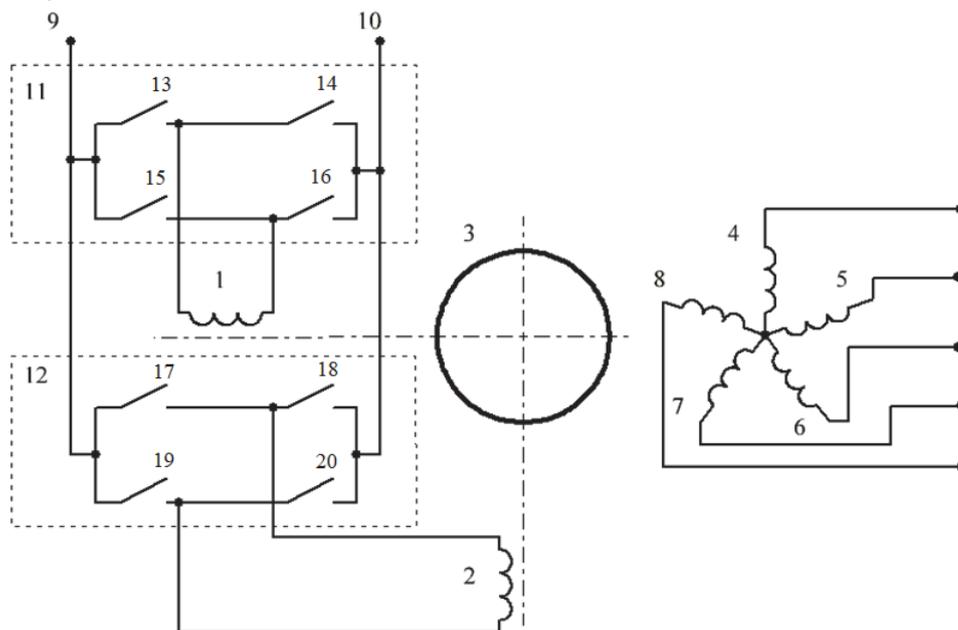


Рисунок 3 – Схема ТВМП с широтно-импульсным преобразователем

Широтно-импульсная модуляция реализована для двух обмоток, входы двух преобразователей 11 и 12 объединены и подсоединены к выходам источника постоянного напряжения 9, 10. Принцип управления ТВМП при таком соединении остается аналогичным. Преобразователи 11 и 12 модулируют синусоидальное напряжение на первичных обмотках со сдвигом в 90° , возникающее магнитное вращающееся поле создает во вторичных обмотках синусоидальные ЭДС, с фазовым сдвигом 72° . 13-16 и 17-20 – ключи первого и второго ШИМ-преобразователей.

Для примера, ниже на рисунках 4, 5, 6 приводятся осциллограммы выходных напряжений и токов ТВМП при симметричной нагрузке и осциллограммы напря-

жений при режиме холостого хода. Таким образом, ТВМП не только изменяет амплитуду выходного напряжения, но и увеличивает фазность напряжения для потребителя.

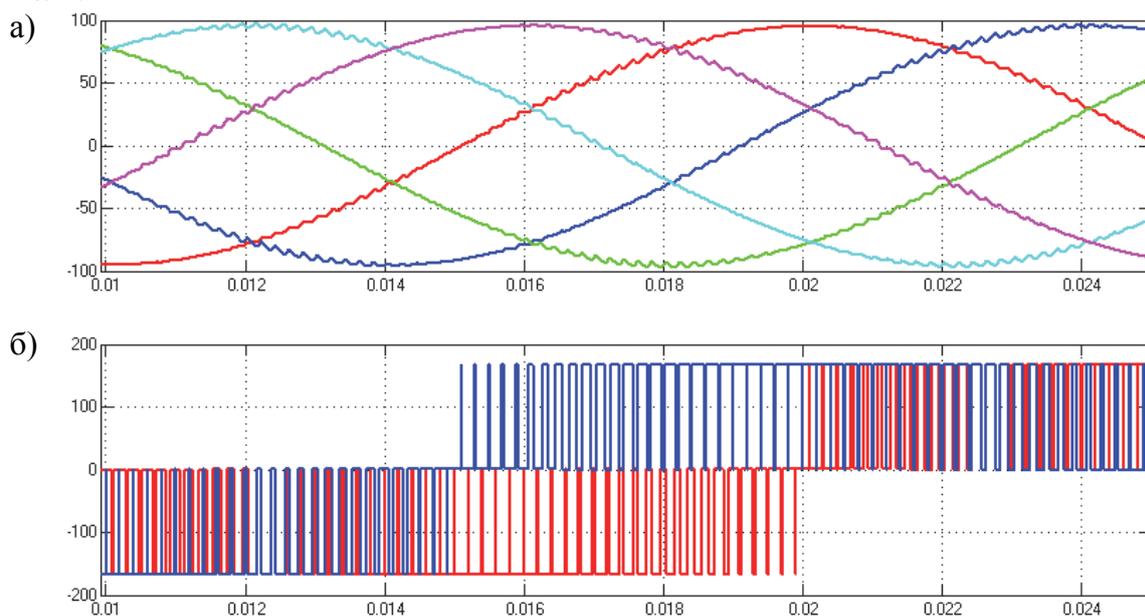


Рисунок 4 – Осциллограммы напряжений обмоток ТВМП при симметричной активной нагрузке:
а – вторичных; б – первичных

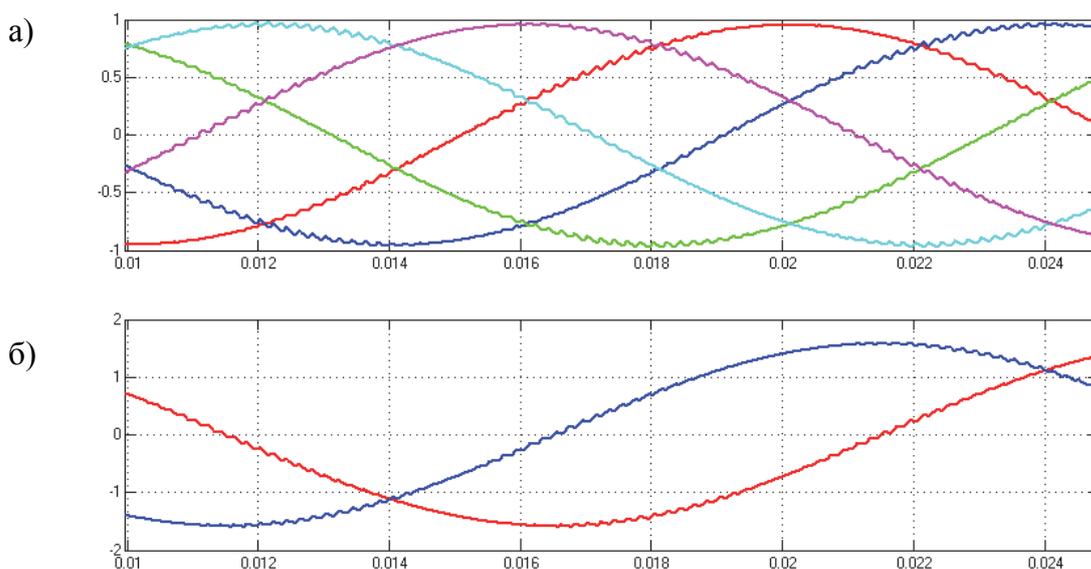


Рисунок 5 – Осциллограммы токов обмоток ТВМП при симметричной активной нагрузке:
а – вторичных; б – первичных

Как видно по снятым осциллограммам, выходное напряжение на вторичных обмотках имеет сглаженную форму при симметричной нагрузке, в то время когда на вход трансформатора подается модулированное напряжение с источника питания. При холостом режиме, выходные напряжения ТВМП принимают модулированный характер, с заметно отслеживаемым фазовым сдвигом в 72° .

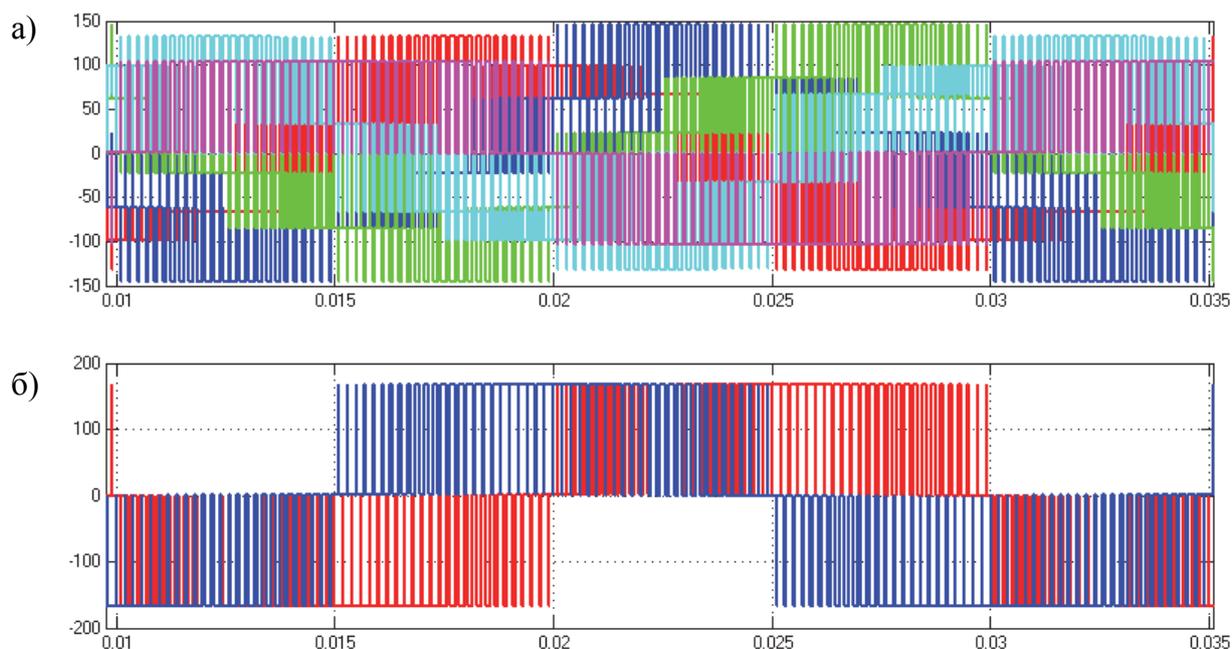


Рисунок 6 – Осциллограммы обмоток напряжений ТВМП при холостом режиме:
а – вторичных; б – первичных

Таким образом, использование в регулируемых электроприводах ТВМП с ШИМ-преобразователем позволяет:

1. Улучшить вольт-амперные характеристики трансформатора.
2. Расширить функциональные возможности за счет регулирования частоты напряжения на входе ТВМП.
3. Уменьшить массогабаритные показатели трансформатора, за счет уменьшения сердечного магнитопровода. Это возможно, если повысить частоты входного напряжения ТВМП при помощи ШИМ-преобразователя.

Исследования проводились в рамках гранта № ВНО10/2021 «Разработка принципов построения интеллектуальных систем управления сложными техническими объектами на основе критериев энергоэффективности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Головин, Ю. К. Судовые электрические приводы : Учеб. для мореход, училищ. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1991. - 327 с.
- 2 Музыка, М. М. «Совершенствование полупроводниковых преобразователей с трансформаторами с вращающимися магнитными полями в судовых электротехнических системах», – диссертация ... кан. тех. наук 05.09.03 / [Место защиты: С.-Петерб. гос. мор. техн. ун-т]. - Северодвинск, 2008. - 246 с.
- 4 Соловьев, В. А. Особенности расчета двухфазно-пятифазного трансформатора / М. Е. Дубовик, В.А. Соловьев, В.С. Климаш // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall., Russian Federation, 2021.

УДК 681.51

Егоров Владислав Алексеевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: egoroff_v@list.ru

Egorov Vladislav Alekseevich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: egoroff_v@list.ru

Цымбалов Павел Михайлович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pavel_met@mail.ru

Tsymbalov Pavel Michaylovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pavel_met@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКООРДИНАТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШТАМПОВОЧНО-ПРЕССОВОЙ МАШИНЫ

MODELING OF THE CONTROL SYSTEM OF A MULTICOORDINATE ELECTRIC DRIVE STAMPING PRESS MACHINES

Аннотация. Приведено краткое описание работы многокоординатного электропривода штамповочно-прессовой машины. Реализован алгоритм управления массивом многокоординатных приводов.

Abstract. A brief description of the operation of the multi-coordinate electric drive of the stamping and pressing machine is given. An algorithm for controlling an array of multi-coordinate drives is implemented.

Ключевые слова: штамповочно-прессовая машина, многокоординатный электропривод, алгоритм, структурная схема, массив оппозитных осей.

Key words: stamping and pressing machine, multi-coordinate electric drive, algorithm, block diagram, array of oppositional axes.

Основным элементом конструкции штамповочно-прессовой машины [1] является матрица оппозитных актуаторов (осей). Система управления актуатора оси, представляет следящую систему, на основе синхронной машины.

Структурная схема системы управления оппозитным сервоприводом, построенная по принципу подчиненного регулирования [2,3,4,5,6], приведена на рисунке 1. На вход регулятора тока по координате d подается сигнал задания равный нулю, что позволяет устранить влияние нелинейных перекрестных обратных связей в синхронной машине. По координате q реализованы контур положения, с регулятором РП и подчиненные контура скорости и тока, с регуляторами РС и РТ соответственно. Система управления оппозитной оси имеет аналогичную структуру и изображена в нижней части рисунка 1. Сигнал задания перемещения поступает на вход контура положения прямой оси. И одновременно на вход контура положения оппозитной оси, в инвертированном виде. В результате, шток сервопривода оси перемещается в заданное положение.

Формообразование поверхности детали в каждой точке осуществляется двумя штоками, между которыми установлена заготовка.

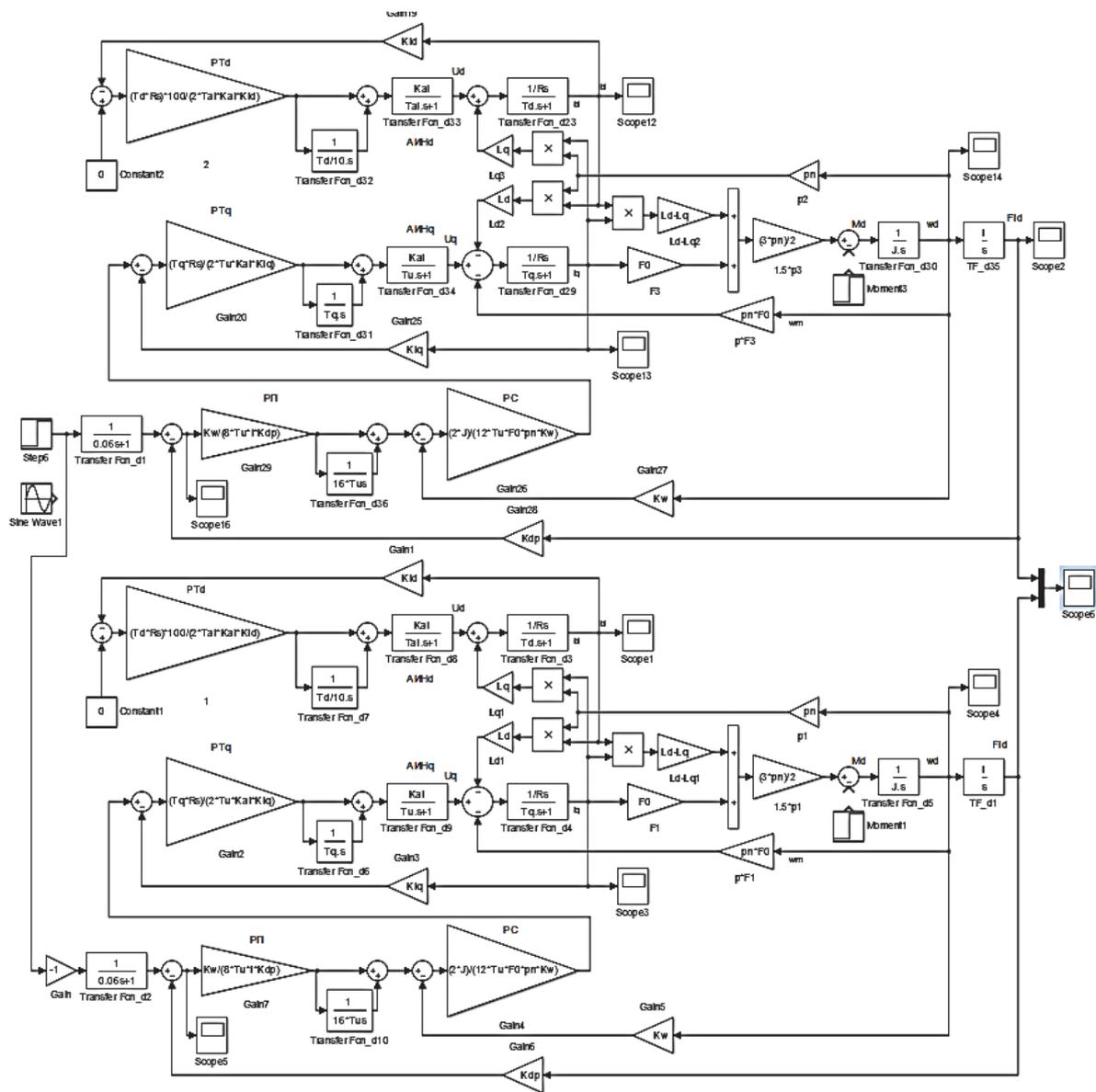


Рисунок 1 – Структурная схема системы управления оппозитным сервоприводом

Структурная схема системы управления массивом оппозитных сервоприводов для узловых точек поверхности изделия при использовании разработанного алгоритма показана на рисунке 2.

Алгоритм управления массивом оппозитных сервоприводов штамповочно-прессовой машины реализуется блоком «BU_MOS» (рисунок 2). Код блока управления массивом оппозитных сервоприводов представлен на рисунке 3. В коде блока используются следующие значения:

Z_{max} – массив координат формируемой поверхности детали;

Z – массив задающих сигналов по положению для осей i -ой строки j -го столбца матрицы сервоприводов;

k – размерность массива, задающего форму поверхности детали;

dZ – приращение координаты.

При подаче сигнала задания на сервосистему электроцилиндра с индексами i, j начинается линейное движение штока электроцилиндра на основе системы винт-гайка на величину dZ . При достижении максимального значения $Z_{max}(i, j)$, электроцилиндр (i, j) останавливается. Если максимальное значение $Z_{max}(i, j)$ не достигнуто,

электроцилиндр продолжает движение на приращение dZ до достижения величины максимума, необходимого для изготовления поверхности детали.

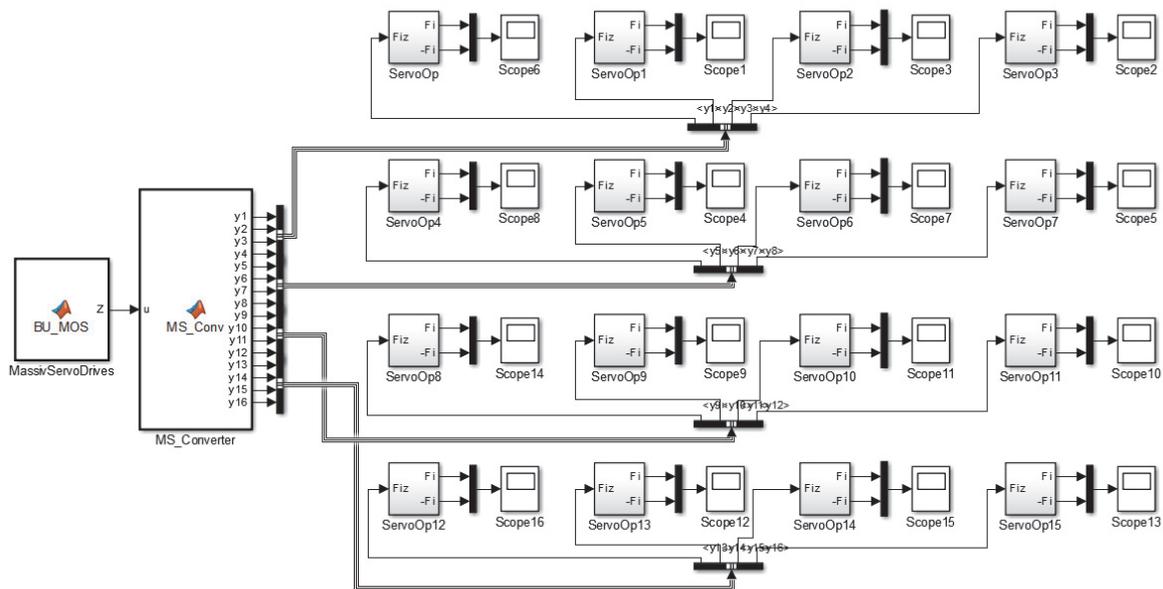


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления массивом оппозитных сервоприводов для узловых точек поверхности изделия

```

1  function Z = BU_MOS ()
2      %#codegen
3      Zmax=[0 1 1 0;1 1 1 1;1 1 1 1;0 1 1 0];
4      Z=[0 0 0 0;0 0 0 0;0 0 0 0;0 0 0 0];
5      k=4;
6      dZ=0.1;%приращение координаты
7      while(1)
8          for i = 1:k
9              for j = 1:k
10                 if Z(i,j)>=Zmax(i,j)
11                     Z(i,j)=Z(i,j);
12                 else
13                     Z(i,j)=Z(i,j)+dZ;
14                 end
15             end
16         end
17         delay;
18     end

```

Рисунок 3 – Код блока «BU_MOS», управляющего массивом оппозитных сервоприводов

Для преобразования матрицы задающих сигналов Z в скаляры и распределения сигналов задания на массив сервоприводов используется блок «MS_Conv». Код блока «MS_Conv» предствален на рисунке 4.

Нумерация сервоприводов системы управления производится по строкам и столбцам, согласно их расположению.

```

1 function [y1,y2,y3,y4,y5,y6,y7,y8,y9,y10,y11,y12,y13,y14,y15,y16] = MS_Conv(u)
2   %#codegen
3
4   y1 = u(1);
5   y2 = u(2);
6   y3 = u(3);
7   y4 = u(4);
8   y5 = u(5);
9   y6 = u(6);
10  y7 = u(7);
11  y8 = u(8);
12  y9 = u(9);
13  y10 = u(10);
14  y11 = u(11);
15  y12 = u(12);
16  y13 = u(13);
17  y14 = u(14);
18  y15 = u(15);
19  y16 = u(16);

```

Рисунок 4 – Код блока преобразования матрицы задающих сигналов Z в скаляры

Результаты моделирования системы управления массивом оппозитных сервоприводов для прохождения одного цикла штамповки изделия для первой строки матрицы оппозитных осей представлены на рисунках 5-8.

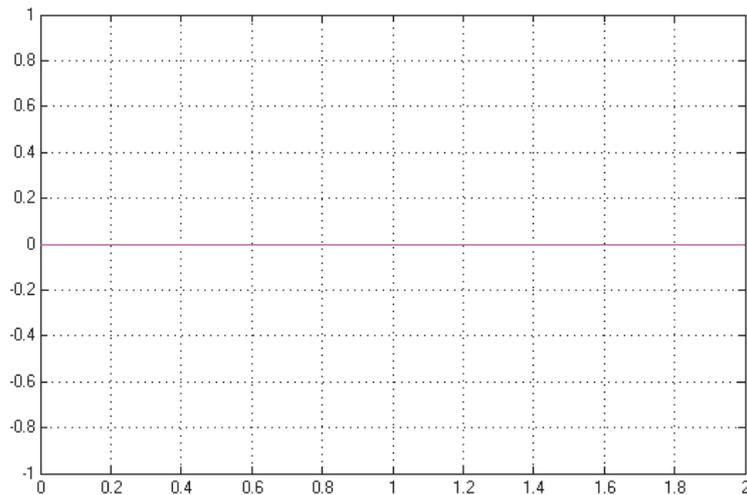


Рисунок 5 – Переходные процессы в следящих приводах оппозитных осей узловой точки поверхности изделия 1 строки 1 столбца

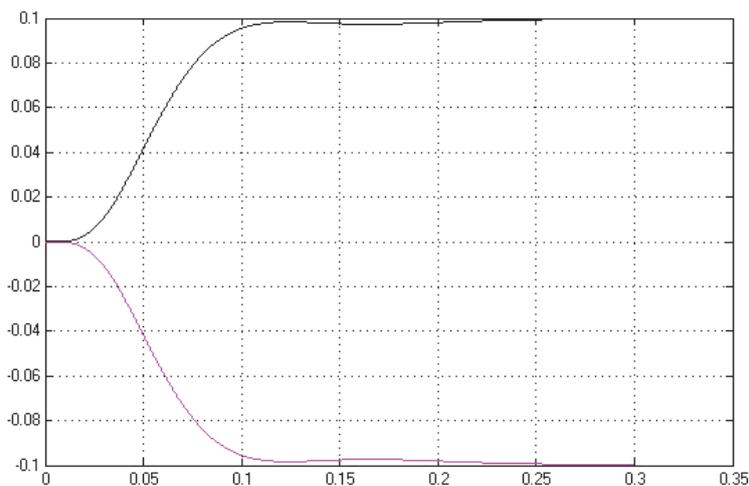


Рисунок 6 – Переходные процессы в следящих приводах оппозитных осей узловой точки поверхности изделия 1 строки 2 столбца

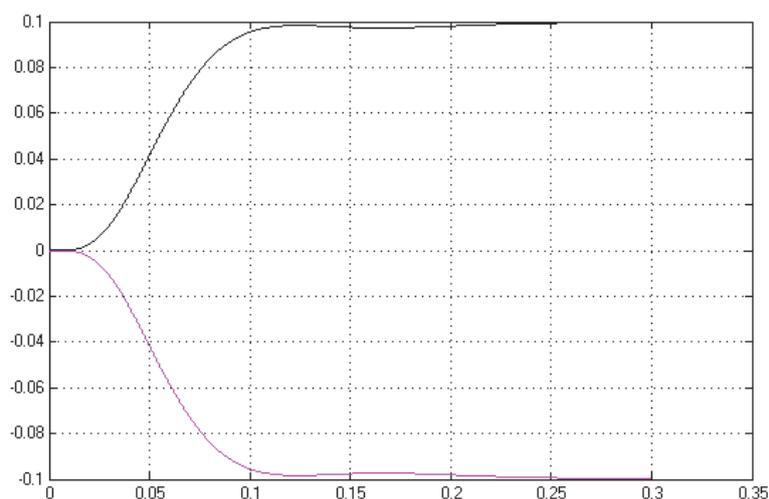


Рисунок 7 – Переходные процессы в следящих приводах оппозитных осей узловой точки поверхности изделия 1 строки 3 столбца

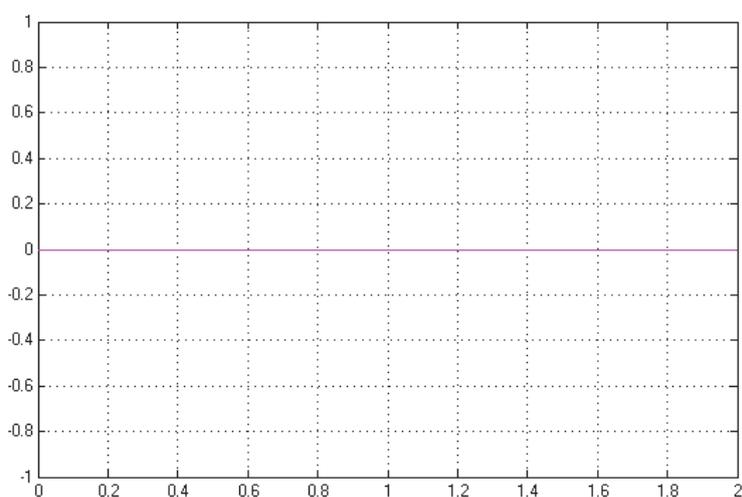


Рисунок 8 – Переходные процессы в следящих приводах оппозитных осей узловой точки поверхности изделия 1 строки 4 столбца

Из приведенных выше рисунков видно, что сервоприводы 1 строки 1 и 4 столбца остаются в исходном положении, а остальные сервоприводы отрабатывают заданное приращение координаты равное 0,1 мм.

Остальные координаты массива оппозитных осей штамповочно-прессовой машины отрабатывают задание аналогично сервоприводам первой строки матрицы.

Полученные результаты моделирования системы управления многокоординатного электропривода штамповочно-прессовой машины подтверждают работоспособность спроектированной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Цымбалов, П. М., Алгоритм управления многоканальной системой актуаторов штамповочно-прессовой машины / П.М. Цымбалов, В.А. Егоров // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы IV Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 12-16 апреля 2021 г. : в 4 ч. / редкол. : Э. А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. – Ч. 2. – С. 85-87.

- 2 Герман-Галкин, С.Г. Проектирование мехатронных систем на ПК / С.Г. Герман-Галкин. – Санкт-Петербург : КОРОНА-Век, 2018. – 368 с.
- 3 Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода / В.В. Москаленко. – Москва : Инфра-М, 2017. – 208 с.
- 4 Новиков, В.А. Электропривод в современных технологиях: учебник (ФГОС) / В.А. Новиков, С.В. Савва, Н.И. Татаринцев; под ред. В. А. Новикова. – Москва : Академия, 2018. – 400 с.
- 5 Чемоданов, Б.К. Следящие приводы / Б.К. Чемоданов, Ю.А. Данилов. – Москва : Энергия, 1976. – 384 с.
- 6 Бекишев, Р.Ф. Электропривод / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Деменьтев. – Москва : Энергия, 2016. – 320 с.

УДК 621.865

Емельянов Кирилл Андреевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: 79144032890@yandex.ru

Emelyanov Kirill Andreevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: 79144032890@yandex.ru

Шелковников Вадим Юрьевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ерапу@knastu.ru

Shelkovnikov Vadim Yurievich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ерапу@knastu.ru

Черный Сергей Петрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ерапу@knastu.ru

Cherniy Sergey Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ерапу@knastu.ru

СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ С СОХРАНЕНИЕМ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

A METHOD FOR IMPLEMENTING COLLABORATIVE MANUAL CONTROL FUNCTIONS WHILE PRESERVING THE DESIGN FEATURES OF THE CONTROL OBJECT

Аннотация. В работе рассматривается способ реализации функций ручного управления сложным объектом регулирования с помощью непосредственного тактильного воздействия и без вмешательства в конструкционные характеристики объекта. Рассмотрены основные принципы, алгоритмы, а также конструктивные решения. Приводятся практические примеры настройки и повышения эффективности данного способа.

Abstract. The paper considers a method for implementing the functions of manual control of a complex object of regulation using direct tactile influence and without interfering with the structural characteristics of the object. The basic principles, algorithms, as well as design solutions are considered. Practical examples of tuning and increasing the efficiency of this method are given.

Ключевые слова: коллаборативные функции, тактильное управление, эксперимент, система управления.

Key words: collaborative functions, tactile control, experiment, control system.

В настоящее время коллаборативные роботы все чаще применяются в различных отраслях промышленности и науки, а также находят применение в сфере услуг и повседневной жизни. Коботы отличаются от стандартных роботоманипуляторов возможностью совместной работы с человеком за счет широкого набора функций безопасности и управления.

Одной из таких функций является ручное управление с помощью непосредственного тактильного контакта. Обычно в таком случае робот снабжен системой датчиков момента силы, что позволяет ему определять внешние воздействия со стороны человека.

Данный способ, при высоких требованиях к точности и надёжности, имеет ряд недостатков. Во-первых, использование датчиков момента при производстве техники потребительского сегмента приводит к существенному росту стоимостных характеристик. Во-вторых, существуют задачи модернизации сложных объектов управления с целью внедрения вышеперечисленных коллаборативных функций, где внесение изменений в конструкцию объекта недопустимо или невозможно.

Для решения такой задачи предлагается реализовать алгоритм позволяющий осуществлять ручное перемещение на основании доступной информации о токе и положении, при условии отсутствия датчиков момента силы и изменениях аппаратной базы.

Любой исполнительный орган в системе электропривода имеет целый ряд нелинейностей, таких как момент инерции, вязкое трение, трение Штрибека, трение Кулона, совокупность которых создает значение момента, необходимого для вывода объекта из состояния покоя (момент трогания).

В качестве примера рассмотрим мотор-редуктор, пребывающий в состоянии покоя и имеющий статическую противодействующую нагрузку. Для вывода системы из состояния покоя, необходимо удовлетворить следующему условию:

$$M_{вн} \geq M_{ст} + M_{трог}, \quad (1)$$

где $M_{вн}$ – момент внешней приложенной силы, Нм;

$M_{ст}$ – момент статической нагрузки, Нм;

$M_{трог}$ – момент трогания Нм.

Однако при подаче сигнала, прямо-пропорционального развитию вращающего электромагнитного момента двигателя ($M_{дв}$) имеющего значение $M_{дв} < M_{ст} + M_{трог}$ (2) и сонаправленного с внешней приложенной силой, минимальное значение последней для вывода системы из состояния покоя будет:

$$M_{вн} = M_{ст} + M_{трог} - M_{дв} \quad (3)$$

Соответственно при значении $M_{дв}$ близкого к противодействующим моментам, но не вызывающего ложных срабатываний, можно добиться режима работы, в котором вращение будет осуществляться только при наличии минимального внешнего воздействия комфортного для пользователя.

В соответствии с примером, показанным выше, алгоритм управления будет реализовывать вращение рабочего органа в одном направлении. В случае реализации реверсного режима необходимо чередование положительных и отрицательных управляющих импульсов.

Для проверки возможности физической реализации данного способа была разработана модель системы, состоящая из коллекторного двигателя постоянного тока, коммутирующего его Н-моста, редуктора и внешнего источника момента силы (рисунок 1).

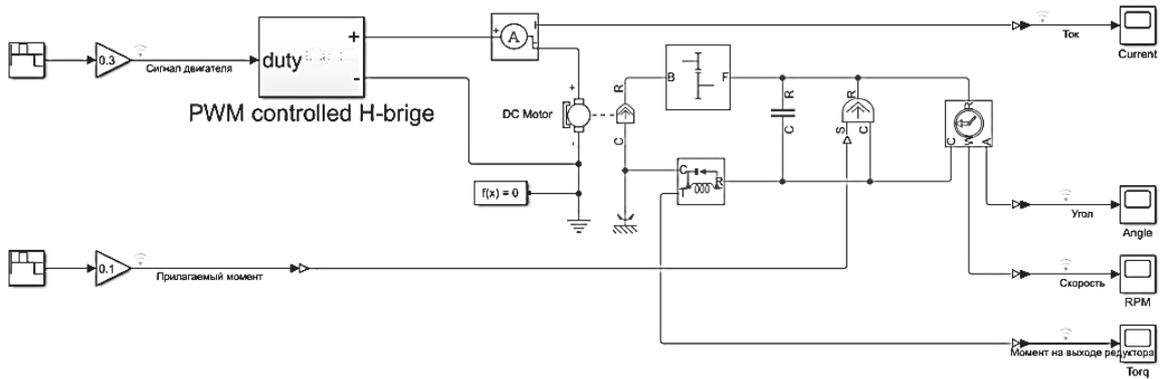


Рисунок 1 – Реализованная модель системы

В качестве входного сигнала, подаваемого на двигатель, будем использовать последовательность прямоугольных импульсов со следующими параметрами: период сигнала длительностью двадцать секунд и значение заполнения ШИМ эквивалентного девяносто пяти процентам от момента трогания.

Внешнее воздействие на систему электропривода, размерностью в пять процентов от момента трогания, будет подано в промежутке от двадцати до сорока секунд в одну сторону и в промежутке от шестидесяти до восьмидесяти секунд в противоположную. График подаваемых сигналов и внешних воздействий представлен на рисунке 2.

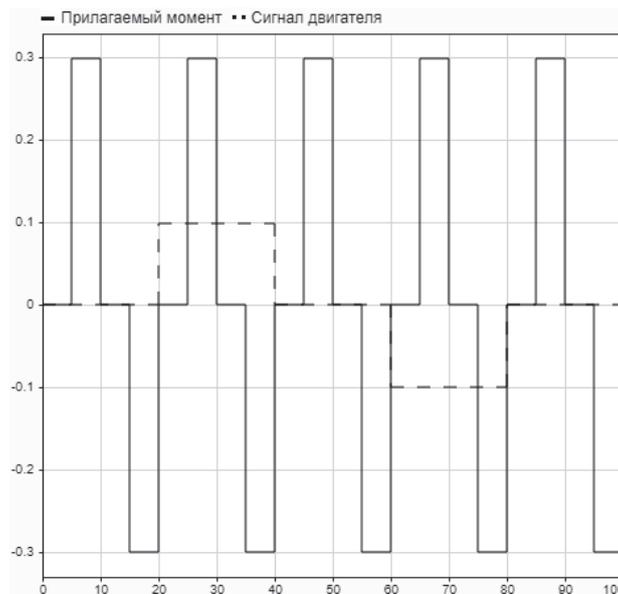


Рисунок 2 – График подаваемых сигналов и внешних воздействий

При рассмотрении полученных графиков скорости, момента и тока (рисунок 3) можно определить следующее:

Система приводится в движение только в моменты, когда подаваемый на двигатель сигнал и приложенный внешний момент отличны от нуля и сонаправлены.

После вывода системы из состояния покоя момент, требуемый для поддержания вращения, уменьшается до величины момента трения определяемого силой взаимодействия Кулона, в данном случае равном шестидесяти пяти процентам от момента срыва.

Ток двигателя при трогании обратно-пропорционален приложенному моменту и скорости, а также постепенно уменьшается до постоянного значения, характеризующего приближение скорости к максимальной при данном моменте.

Исходя из этого, можно выделить два способа детектирования срабатывания: по величине скорости и тока привода. Так как датчики тока зачастую имеют недостаточную точность, способы рекомендуется комбинировать.

Стоит отметить, что данный принцип является низкоуровневой основой для построения алгоритмов разной степени сложности, так как позволяет детектировать только факт выхода системы из состояния покоя. Примером простого алгоритма является автомат, приостанавливающий генерацию входного сигнала до прекращения прикладываемого усилия и последующей остановки привода. Примером же продвинутого решения могут быть интеллектуальные регуляторы на базе нечеткой логики, позволяющие отследить род внешнего воздействия для предотвращения ложных срабатываний.

При реализации данного способа на практике имеется ряд особенностей. Параметры времени подаваемого на двигатель сигнала требуют корректной настройки: увеличение частоты пагубно влияет на редуктор, так как высокочастотные колебания совместно даже с минимальным люфтом сильно увеличат его выработку. Данная проблема может быть частично нивелирована с помощью плавного пуска. Уменьшение частоты же приведет к неудобствам со стороны пользователя, так как при этом увеличивается задержка времени с момента приложения силы до начала движения привода. Время торможения должно быть минимальным, но не меньше значения рекомендуемого мертвого времени.

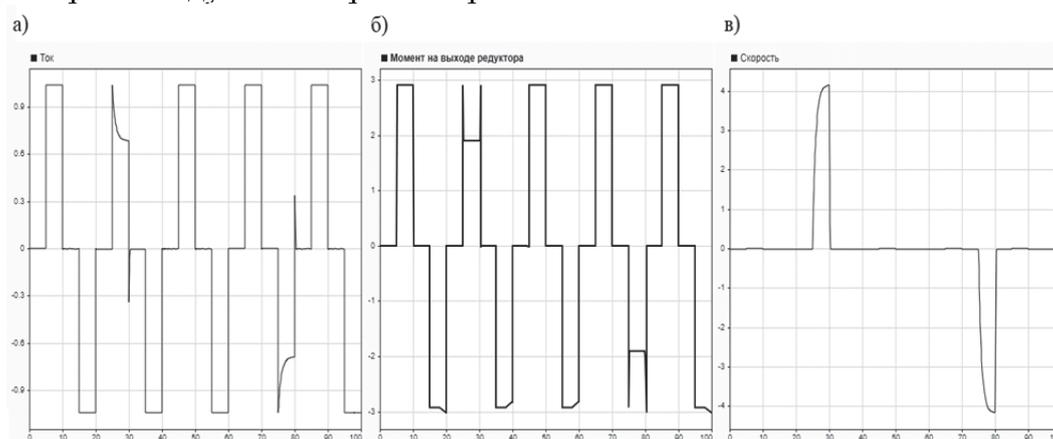


Рисунок 3 – Полученные графики:

а – тока; б – момента на выходе редуктора; в – скорости вращения

В итоге, при правильной настройке параметров для конкретной целевой системы и качественными алгоритмами отслеживания можно добиться дешевого и комфортного со стороны пользователя способа реализации ручного перемещения.

Исследования проводились в рамках гранта № ВНО10/2021 «Разработка принципов построения интеллектуальных систем управления сложными техническими объектами на основе критериев энергоэффективности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Sukhorukov Sergei A Distributed Algorithm of Control Software Processing for a Robotic Laser Welding Complex / Sergei Sukhorukov, Sergey Cherniy, Sergey Bogatenkov, Igor Borodin, Ruslan Bazhenov, Olga Chuyko. - 2020 Global Smart Industry Conference (GloSIC), 17-19 Nov. 2020, Chelyabinsk, Russia. DOI: 10.1109/GloSIC50886.2020.9267821

2 Vasilchenko Sergey Improving Dynamic and Energy Characteristics of Electromechanical Systems with Single-Phase Rectifiers / Sergey Vasilchenko, Sergey Cher-

niy, Vladimir Khrulkov. - 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). DOI: 10.1109/ICIEAM48468.2020.9111902

3 С.В. Стельмашук и Д.В. Капустенко, Согласованное управление транспортировки ленты с модальным регулятором (Ученые записки КНАГТУ, Комсомольск-на-Амуре, 2019, Т.1, № 1(38) 2019 «Науки о природе и технике»), С.28-40.

4 D.O. Savelyev and A.S. Gudim, Software fuzzy logic compensator of nonlinear elements of automatic control system (2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2018), P. 8602829.

5 А.С. Гудим, И.В. Зайченко и В.А. Соловьев Нечеткие алгоритмы компенсации нелинейностей САУ (Информатика и системы управления. 2005. № 2 (10)), С. 89-101.

6 Susdorf V.I., Meshkov A.S. and Aung M.T., Microcontroller control of series excitation motor (International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies in Vladivostok, Russia, 2018), P. 8602556.

7 С.В. Стельмашук и В.А. Бунаков, Синтез следящего электропривода с контуром скорости, настроенного на модульный оптимум (Ученые записки КНАГТУ, Комсомольск-на-Амуре, 2016, Т.1, № 4(28), 2016 «Науки о природе и технике»), С.54-62.

8 В.А. Соловьев, Н.Е. Дерюжкова и В.В. Тетерин, Нечеткое управление в системе регулирования позиционных электроприводов стержневой установки, (Научно-технический вестник Поволжья, 2019. № 5), С. 77-80.

УДК 004.8

Иванов Юрий Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivanov_ys@icloud.com

Ivanov Yuriy Sergeevich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Industrial Electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivanov_ys@icloud.com

АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ ТРЕКИНГА ОБЪЕКТОВ

ANALYSIS OF NEURAL NETWORK ALGORITHMS FOR OBJECT TRACKING

Аннотация. В данной работе представлен обзор прикладных достижений в разработке алгоритмов визуального сопровождения объектов на базе глубоких нейронных сетей. Приведены особенности алгоритмов и указаны проблемы и нерешенные задачи в области визуального сопровождения объектов. Показан пример реализации трекинга для прикладной задачи робототехники.

Abstract. This paper presents an overview of applied achievements in the development of algorithms for visual tracking of objects based on deep neural networks. The features of the algorithms are given and the problems and unsolved problems in the field of visual support of objects are indicated. An example of the implementation of tracking for the applied problem of robototecnics is shown.

Ключевые слова: безэкипажный катер, распознавание образов, нейронные сети, компьютерное зрение, трекинг.

Key words: unmanned surface vehicles, object recognition, deep neural network, computer vision, tracking.

Отслеживание (трекинг) объектов играет важную роль во многих приложениях робототехники. В большинстве случаев разрабатываются алгоритмы для заранее известных типов объектов. Однако во многих сценариях робототехники невозможно заранее указать, какие объекты необходимо отслеживать.

В таких сценариях робот должен иметь возможность быстро создавать внутреннюю модель соответствующего объекта и постоянно обновлять ее, чтобы отображать изменения в позе, форме, масштабе и внешнем виде объекта, при этом быть устойчивым к изменениям, вызванным внешними условиями съемки и окклюзиями.

Сверточные нейронные сети (CNN) остаются наиболее используемой и надежным подходом для визуального отслеживания объектов. Однако также исследуются различные архитектуры и алгоритмы. Среди этих алгоритмов - рекуррентные нейронные сети (RNN), автоэнкодеры (AE), генеративно-состязательные сети (GAN), сиамские нейронные сети (SNN).

Так в работе [1] предлагается алгоритм Re3 (Real-Time Recurrent Regression Networks) на базе рекуррентных нейронных сетей, способный обновлять модель объекта в режиме реального времени за один проход. Предлагаемый метод демонстрирует повышенную точность, надежность и скорость по сравнению с сопоставимыми трекерами, особенно во время искажений.

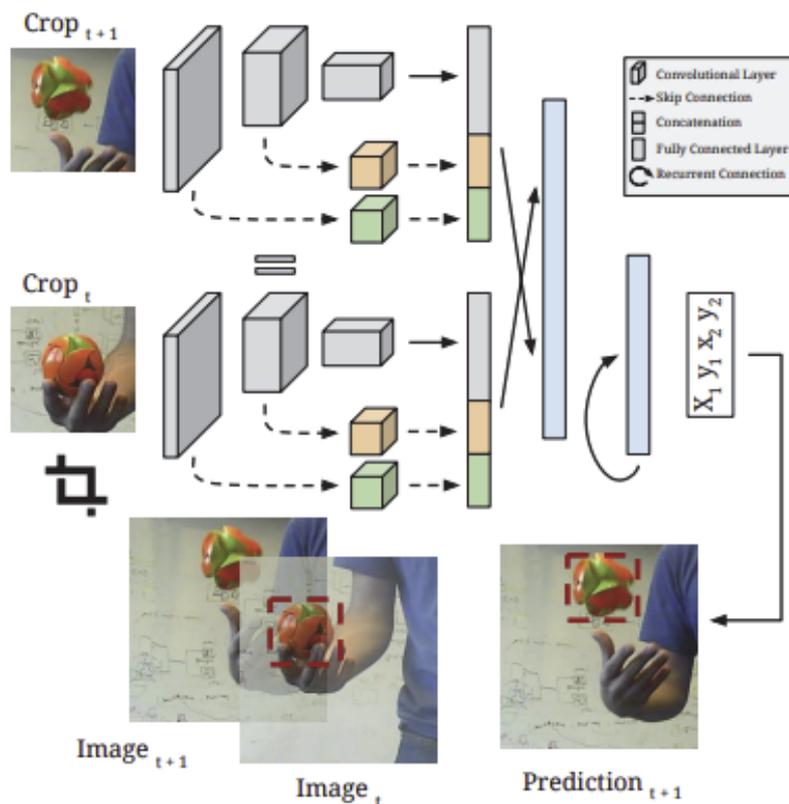


Рисунок 1 – Общая архитектура Re3

Авторы [2] алгоритма DeepSORT добились большей точности трекинга при окклюзиях

Авторы [3], на основе R-CNN, разработали быстрый и точный алгоритм визуального отслеживания MDNet. Он функционирует, выбирая регионы-кандидаты и передавая их через CNN. Алгоритм MDNet наиболее полезен для отслеживания объектов в реальном времени.

Одним из популярных и простых в использовании является метод отслеживания объектов Generic Object Tracking Using Regression Networks (GOTURN) [4], который показывает точность трекинга до 94%.

По сравнению с другими трекерами, основанными на глубоком обучении, GOTURN работает быстро. Он работает со скоростью 100 кадров в секунду на графическом процессоре в Caffe и примерно со скоростью 20 кадров в секунду в процессоре OpenCV. Несмотря на то, что трекер является универсальным, теоретически можно достичь превосходных результатов на определенных объектах (например, пешеходах), дополняя обучающий набор определенным типом объекта.

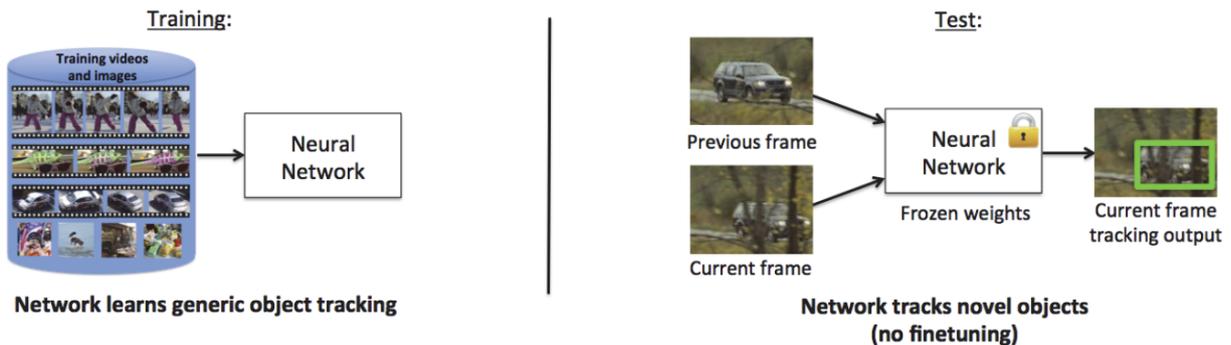


Рисунок 2 – Схема обучения GOTURN

Как показано на рисунке 2, GOTURN обучается с использованием пары обрезанных кадров из тысяч видео.

В первом кадре (также называемом предыдущим кадром) местоположение объекта известно, и кадр обрезается до размера, в два раза, превышающего размер ограничивающей рамки вокруг объекта.

Местоположение объекта во втором кадре (также называемом текущим кадром) необходимо предсказать. Ограничивающая рамка, используемая для обрезки первого кадра, также используется для обрезки второго кадра. Сверточная нейронная сеть обучена предсказывать положение ограничивающего прямоугольника во втором кадре

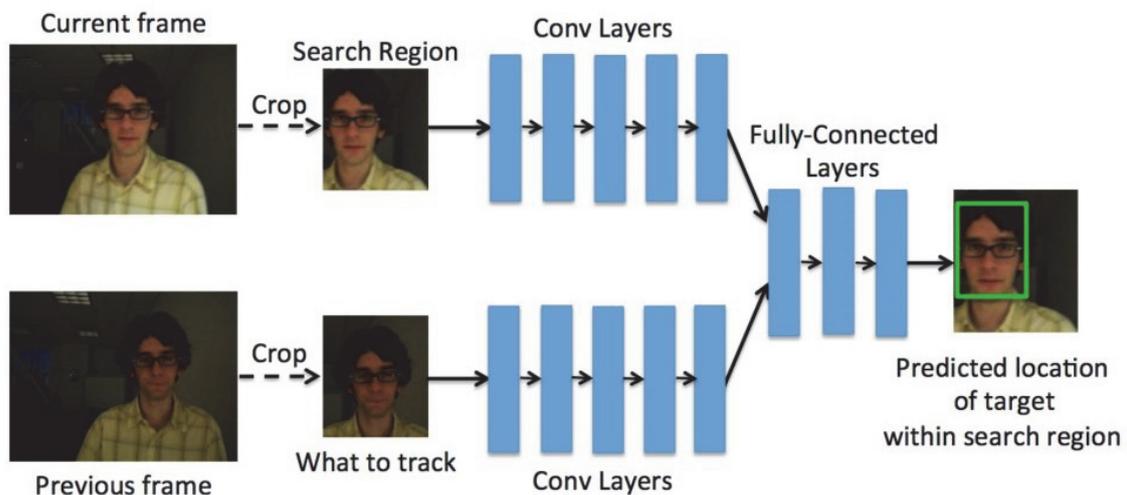


Рисунок 3 – Архитектура GOTURN

На рисунке 4 приведен пример трекинга в задаче сопровождения морских судов.

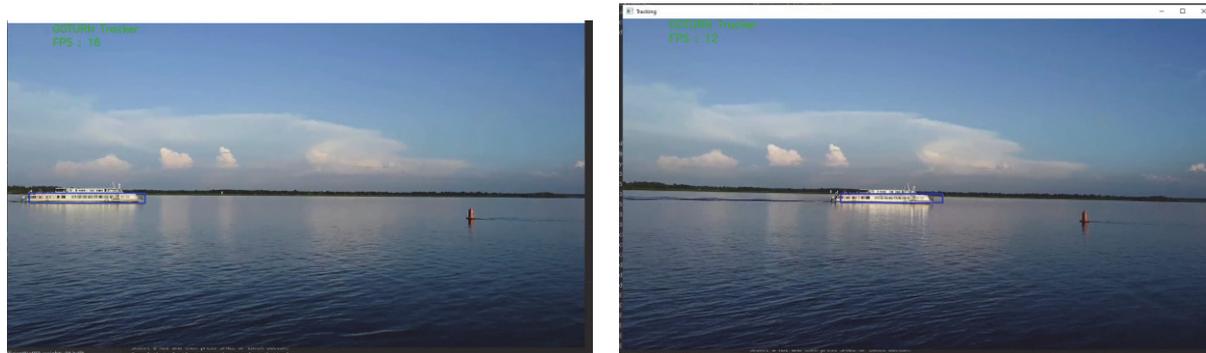


Рисунок 4 – Пример трекинга в задаче сопровождения морских судов

Отслеживание нескольких объектов открывает множество приложений, от автономного вождения до общественного наблюдения, которые могут помочь в борьбе с преступностью и снизить частоту аварий. Тем не менее на данный момент не существует универсального алгоритма трекинга.

Таким образом, есть множество нерешенных проблем, работа над которыми позволит добиться большей точности алгоритмов визуального сопровождения объектов.

Например, в отличие от камеры с фиксированным положением, видеокамера, которую несет мобильный робот, будет двигаться вместе с роботом, а иногда и сама должна вращаться. Еще одним важным аспектом является информация об окружении: трекинг на дороге отличается от трекинга объекта в море или небе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Gordon D. Re3 : Real-Time Recurrent Regression Networks for Visual Tracking of Generic Objects / D. Gordon, A. Farhadi, D. Fox // IEEE Robotics and Automation Letters . – 2017. – № 2017. – С.1-8. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1705.06368>

2 Wojke, N. Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric / N. Wojke, A. Bewley, D. Paulus // 2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) . – 2017. – № 2017. – С.1-5. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/ICIP.2017.8296962>

3 Jung, I. Real-Time MDNet / I. Jung , J. Son , M. Baek, B. Hans // Lecture Notes in Computer Science – 2018. – № 11208. – С. 89-104. – Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01225-0_

4 Held, D. Learning to Track at 100 FPS with Deep Regression Networks / D. Held, S. Thrun, S. Savarese // European Conference on Computer Vision (ECCV), – 2016. – С. 1-17. – Режим доступа: <https://davheld.github.io/GOTURN/GOTURN.pdf>

УДК 004.8

Иванов Юрий Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivanov_ys@icloud.com

Ivanov Yuriy Sergeevich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Industrial Electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivanov_ys@icloud.com

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСФОРМЕРОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

APPLICATION OF TRANSFORMER NEURAL NETS FOR RECOGNITION OF ABOVE-WATER OBJECTS

Аннотация. В данной работе представлено экспериментальное исследование эффективности современных моделей визуальных трансформеров для распознавания объектов в системах технического зрения роботизированных комплексов. По результатам проведенных исследований предлагаются рекомендации по использованию моделей в задаче классификации морских судов.

Abstract. This paper presents an experimental study of the effectiveness of modern models of visual transformers for object recognition in machine vision systems of robotic complexes. Based on the results of the studies carried out, recommendations are proposed on the use of models in the problem of classifying sea vessels.

Ключевые слова: безэкипажный катер, распознавание образов, нейронные сети, компьютерное зрение, трансформеры.

Key words: unmanned surface vehicles, object recognition, deep neural network, computer vision, vision transformers.

Введение

Глубокие нейронные сети показали свою эффективность в различных предметных областях. Для распознавания классов судов применялись различные подходы [1, 2] в том числе и на базе глубоких нейросетей [3]. За последние годы появлялись различные SOTA подходы, каждый из которых отличался эффективностью с точки зрения быстродействия или точности.

При этом перспективным является использование трансформеров с блоками внимания, которые произвели настоящую революцию в обработке естественного языка (NLP). Vision Transformers (ViT) [4] может достичь лучших результатов, чем большинство современных сетей CNN, на различных наборах данных распознавания изображений при использовании значительно меньших вычислительных ресурсов.

Целью работы является исследование применимости трансформеров для прикладных задач классификации.

Классификация судов с использованием трансформеров

Преимущество использования CNN состояло в том, что они избегали необходимости создавать визуальные элементы, разработанные вручную, вместо этого они учились выполнять задачи напрямую от данных «от начала до конца». Однако CNN обладает рядом проблем и недостатков:

CNN не учитывает расположение признаков относительно друг друга.

При объединении слов теряется информация о точном расположении объекта на изображении.

Большинство из используемых моделей для задач распознавания образов основаны на сверточных операциях. Однако, в статье [4] представлено использование трансформеров для классификации изображений. В то время как CNN использует массивы пикселей, ViT делит изображение на визуальные маркеры. Входная последовательность состоит из flattened vector (2D to 1D) значений пикселей фрагмента. Каждый фрагмент обрабатывается как слова в предложении в задаче NLP. Классификация выполняется с использованием MLP в качестве последнего слоя. На рисунке 1 приведена полная схема ViT из статьи авторов [4].

В качестве размера блока нами выбран 14x14. На рисунке 2 приведена визуализация разбиения изображения на фрагменты.

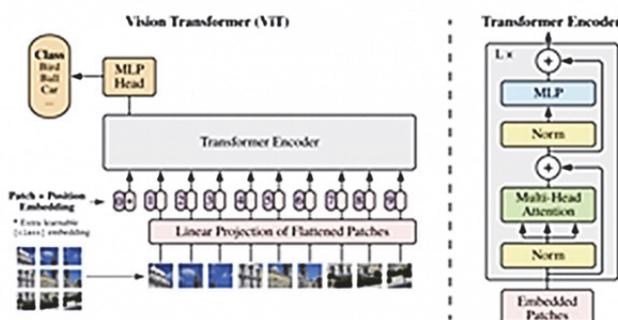


Рисунок 1 – Общая архитектура ViT

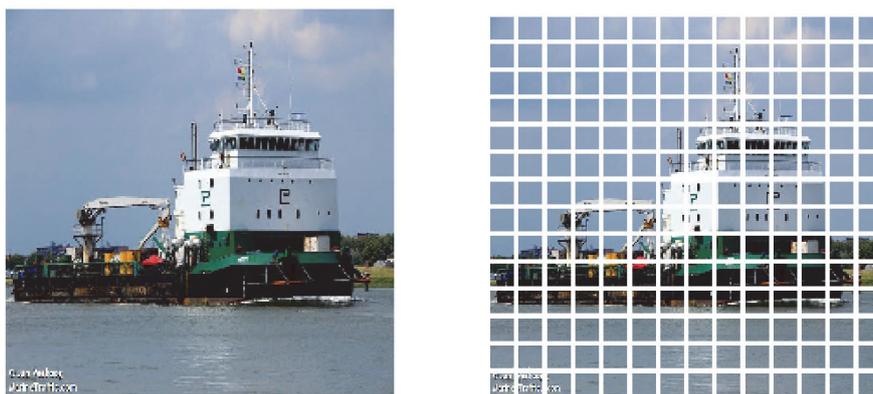


Рисунок 2 – Визуализация разбиения изображения на фрагменты

На рисунке 3 представлена архитектура ViT для задачи классификации морских судов. Обучение заняло более 19 часов с достигнутой метрикой TOP 5 Accuracy 97,29%

Layer (type)	Output Shape	Param #	Connected to
input_9 (InputLayer)	[(None, 224, 224, 3)]	0	
data_augmentation (Sequential)	(None, 224, 224, 3)	7	input_9[0][0]
patches_16 (Patches)	(None, None, 768)	0	data_augmentation[0][0]
patch_encoder_8 (PatchEncoder)	(None, 196, 64)	61760	patches_16[0][0]
layer_normalization_137 (LayerN)	(None, 196, 64)	128	patch_encoder_8[0][0]
multi_head_attention_64 (MultiH)	(None, 196, 64)	66368	layer_normalization_137[0][0] layer_normalization_137[0][0]
add_128 (Add)	(None, 196, 64)	0	multi_head_attention_64[0][0] patch_encoder_8[0][0]
layer_normalization_138 (LayerN)	(None, 196, 64)	128	add_128[0][0]
dense_167 (Dense)	(None, 196, 128)	8320	layer_normalization_138[0][0]

Рисунок 3 – Архитектура ViT для задачи классификации морских судов

С использованием тестирующей выборки, полученной из датасета, был проведен эксперимент на оборудовании со следующими параметрами: ЦПУ Intel Core i7-5820K, ГПУ 1080 Ti. Проведено сравнение эффективности описанных нейронных сетей с точки зрения стандартных метрик качества классификации.

Размер тестирующей выборки 225711 изображений, сбалансированных по классам. Были получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Метрика	Значение
Асс	77.3
Top5 Асс.	97.29
Скорость обработки, с.	0.18

Сравнение результатов работы ViT со сверточными сетями показывает, что ViT демонстрирует отличную производительность при обучении на достаточном количестве данных, превосходя сопоставимые современные CNN с в четыре раза меньшими вычислительными ресурсами.

При этом ViT игнорирует локальные признаки, но при этом хорошо учитывает их взаимное расположение.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что, тщательно спроектировав архитектуру трансформера, можно превзойти CNN в задачах классификации.

Заключение

Показано, что использование ViT позволяет добиться меньшей траты вычислительных ресурсов, что особенно важно в встраиваемых вычислительных устройствах.

Показано что сети с дополнительной памятью и механизмом внимания превосходят классические подходы, что доказывает применимость данных архитектур к задаче классификации.

В будущих работах необходимо исследовать влияние зашумленности и различных погодных условий на качество распознавания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Howard A.G., Zhu M., Chen B., Kalenichenko D., Wang W., Weyand T., Andreetto M., Adam H. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision // arXiv preprint. 2017. URL: <https://arxiv.org/pdf/1704.04861.pdf>

2 Xu, Q., Zhang, C., Zhang, L. Deep Convolutional Neural Network Based Unmanned Surface Vehicle Maneuvering // 2017 Chinese Automation Congress (CAC), Jinan, China, 2017, pp. 878- 881

3 Ivanov, Y. S., Zhiganov, S. V., Ivanova, T. I. Intelligent Deep Neuro-Fuzzy System Recognition of Abnormal Situations for Unmanned Surface Vehicles. In 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies FarEastCon-2019, Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1-6. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934353

4 Dosovitskiy A, Beyer L, Kolesnikov A, Weissenborn D, Zhai X, Unterthiner T, et al. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale 2020. <http://arxiv.org/abs/2010.11929>

УДК 621.311.4-52

Игнатенко Иван Владимирович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: systel@festu.khv.ru

Ignatenko Ivan Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: systel@festu.khv.ru

Власенко Сергей Анатольевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: vsa_ens@mail.ru

Vlasenko Sergey Anatolyevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: vsa_ens@mail.ru

Наконечный Максим Владимирович – старший преподаватель кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: nmakson@inbox.ru

Nakonechniy Maxim Vladimirovich – Senior Lecturer of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: nmakson@inbox.ru

Сугоровский Максим Александрович – директор СП «Центральные электрические сети» филиала АО «ДРСК» – «Хабаровские электрические сети, e-mail:

Sugorovskiy_MA@khab.drsk.ru

Sugorovskii Maksim Aleksandrovich – Director of the Joint Venture Central Electric Networks of the branch of DRSK JSC - Khabarovsk Electric, Networks e-mail:

Sugorovskiy_MA@khab.drsk.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ НАСТРОЙКИ МОДЕЛИ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

DEFINITION OF THE CRITERIA FOR SETTING THE MODEL FOR DIAGNOSING THE STATE OF POWER LINE ELEMENTS

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы в работе линии электропередачи. Проведено исследование задач в определении специальных критерии оценки состояния работы элементов с помощью технологий машинного обучения.

Abstract. The article discusses the problems in the operation of the power line. The study of tasks in determining special criteria for assessing the state of the work of elements using machine learning technologies.

Ключевые слова: линия электропередачи, электрическое соединение, дефект, нейронная сеть.

Key words: power line, electrical connection, defect, neural network.

Введение

Передача электрической энергии на большие расстояния осуществляется посредством магистральных линий электропередачи (ЛЭП). Конструктивные особенности отдельных элементов, а также большая протяженность и удаленность таких объектов приводит к сложностям в процессе эксплуатации инфраструктуры электросетевого комплекса. Основными проблемами, вызывающими перебои в поставках электроэнергии являются механические повреждения опор и проводов ЛЭП, вызванные климатическими воздействиями, износом в следствии превышения сро-

ков эксплуатации, а также нарушением технологического режима [1]. Одной из таких проблем является соблюдение температурного режима работы проводов и фиксирующей арматуры. Контактные соединения, образуемые различными зажимами, фиксаторами, соприкосновением проводов, нуждаются в постоянной оценке состояния, контроле температурного режима, прогнозированию сроков обслуживания и необходимости замены [2]. Высота подвеса проводов ЛЭП, высокое напряжение, необходимость отключения участка линии для проведения осмотров, а также большое количество и протяженность участков требуют значительных объемов работ, а также привлечения специализированной техники, что увеличивает эксплуатационные расходы поставщиков электроэнергии и сроки устранения возникающих повреждений. Поэтому становится актуальной задача использования не только специальных методик проведения обследований [3], но и разработка специальных алгоритмов обработки получаемой информации и проведения диагностических обследований.

Принцип организации исследования

Основным принципом в предотвращении повреждения является определение возможных мест дефектов, повреждений, трещин, износа, либо конструктивных изменений, не соответствующих технической документации.

Критерием оценки нормального режима работы проводов ЛЭП и соединительной арматуры является соблюдение рабочей температуры. Увеличение передаваемой мощности, а также возникающие повреждения могут привести к появлению локальных нагревов, что в результате может привести к перегреву и обрыву провода [4].

Исследование режима работы и оценка состояния спиральных зажимов требует проведения сложных технических операций по отключению напряжения, демонтажу соединения и проведения осмотра конструкции.

В последнее время используются мобильные комплексы для проведения удаленной инфракрасной оценки температурного режима, выявления дефектных мест, определения необходимости проведения ремонта, либо замены соединения. Однако, сложность работы таких устройств связана с синхронизацией проведения замеров и получением значений реальных протекающих токов на исследуемом участке для предотвращения выявления ложных данных, полученных в период пиковых нагрузок.

В последние 10 лет развитие цифровых технологий позволяет обрабатывать большой массив данных, используя современные программные средства, выявлять отдельные изменения и несоответствия в экспериментальных данных.

Одной из таких технологий, которые в настоящее время внедряются на объекты электроэнергетики является машинное зрение [5]. Использование специальных технических средств установленных стационарно, либо передвижные диагностические комплексы позволяют получать информацию о работе электрооборудования без прекращения работы объекта и нарушения технологического процесса.

В исследовании используется тепловизионная камера Fluke TX520, производящая фиксацию не только отдельных фрагментов, но и производить видеозаписи, что позволит получать и обрабатывать данные на большом промежутке времени, а также осуществлять удаленный сбор информации посредством беспроводной сети [4].

Отработка ранее полученных методик замеров и замера температуры на экспериментальном стенде, а также калибровка с помощью поверенных средств измерений предотвратит погрешности и неточности полученных данных. На основе полученных данных тепловизионных снимков необходимо произвести деление на дефектные и не дефектные соединения, поэтому точность полученной методики должна быть достаточно высокой.

Для анализа получаемых данных необходимо использовать нейронную сеть многослойный перцептрон. Она является наиболее популярной из сетей для классификации и распознавания объектов [5].

Архитектура сети состоит трех уровней (рисунок 1): входной, скрытый и выходной. Входной уровень представляет количество узлов, которое равно количеству входных функций, а выходной слой представляет количество узлов, обычно равное количеству целевых классов. Скрытый слой единственный, однако, их количество определяется от типа решаемой задачи.

Примем для исследования, например, девять характерных признаков, тогда используется девять входных узлов и один выходной узел для определения состояний дефектный и не дефектный.

Внедрение диагностических признаков для распознавания требует определенных вычислительных ресурсов, поэтому конструируемая сеть должна иметь высокий уровень производительности. Чтобы построить такую систему необходимо исследовать различные параметры и настройки, а также рассмотреть все методы проведения диагностических обследований и их влияние на производительность сети. Поэтому появляется необходимость наработки большого количества замеров в различных интервалах времени с различными методами и средствами измерений. Определение веса каждого характеристического признака работы электрического соединения в настройке работы нейронной сети требует точности расчетов и сопоставления полученных данных с заведомо дефектными соединениями. Так формируется расчетная модель и нарабатываются критерии оценки.

При дальнейшем моделировании необходимо использовать перекрёстную проверку выборки данных. В ходе программной реализации необходимо изменять количество скрытых узлов. Для оценки эффективности полученной сети необходимо использовать точность, чувствительность и специфичность, которые являются основными параметрами для решения аналогичных задач и обеспечивают хорошее представление о производительности и автономности задач, основанных на машинном обучении:

$$T = ((K_d + K_n) / N) \cdot 100\%;$$

$$Ч = (K_d / (K_d + N_n)) \cdot 100\%;$$

$$C = (K_n + K_n) / N_d \cdot 100\%;$$

где T – точность, $Ч$ – чувствительность, C – специфичность, K_d – общее количество правильно определенных дефектов, K_n – общее количество правильно определенных не дефектных, N – общее количество данных, N_n – общее количество дефектов определенных как не дефектные, N_d – общее количество не дефектов определенных как дефектные.

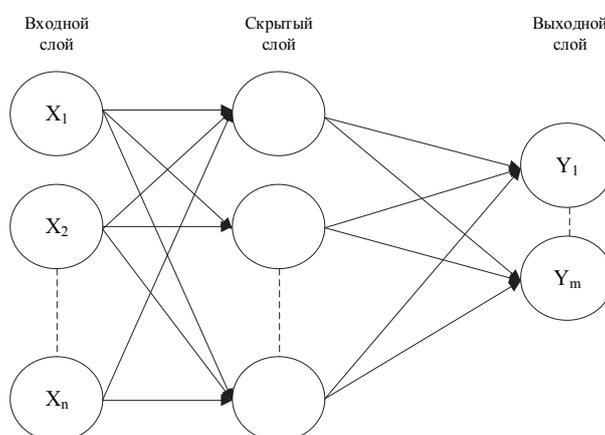


Рисунок 1 – Обычная модель многослойного перцептрона

Дальнейшим шагом в построении модели будет подготовка исходных данных для повышения точности работы, основанные на обработке изображений и повышении скорости работы и выборке данных.

Вывод

Таким образом, использование системы машинного обучения при диагностическом обследовании позволит автоматизировать процесс обработки результатов, снизить риск внеплановых отключений, увеличить эффективность работы ремонтных бригад, увеличить общий объем передаваемой энергии, увеличить срок эксплуатации существующих линий электропередачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Игнатенко, И. В. Проблемы диагностирования электрических соединений магистральных линий электропередач / И. В. Игнатенко, С. А. Власенко, М. В. Наконечный // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2020. – Т. 2. – С. 41-46.

2 Алгоритм контроля токов в ЛЭП в заданных эксплуатационных условиях / И. В. Игнатенко, С. А. Власенко, А. И. Пухова [и др.] // Энергия единой сети. – 2021. – № 3(58). – С. 44-53.

3 Experimental Study of Mathematical Models of the Heating Defect Coefficient for the Heating-Cooling Cycles of an Electrical Connection / I. V. Ignatenko, S. A. Vlasenko, M. V. Nakonechniy, // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – Vladivostok, 2021. – P. 032013.

4 Ignatenko, I. V. Health assessment of the electrical contact-line connections in view of the operational traction load pattern of the electric rolling stock / I. V. Ignatenko, S. A. Vlasenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 8, Novosibirsk, 22–27 мая 2020 года. – Novosibirsk, 2020. – P. 012154.

5 Predictive Maintenance of Power Substation Equipment by Infrared Thermography Using a Machine-Learning Approach / I. Ullah, F. Yang, R. Khan, L. Liu, H. Yang; B. Gao, K. Sun // Energies. – 2017. – № 10. – P. 1987.

УДК 621.311

Исломов Ильёсходжа Икромходжаевич – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение и автоматика», Худжандский политехнический институт, Таджикский технический университет имени акад. М.С.Осими, e-mail: ilyos-friend@mail.ru

Islomov Ileskhodzha Ikromkhodzhayevich – Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer of Power Supply and Automation Department, Khujand Polytechnic Institute, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, e-mail: ilyos-friend@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РЕВЕРСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

RESEARCH AND ANALYSIS OF REVERSE CONTROL MODES OF ELECTRIC MACHINES BASED ON AN ALTERNATING CURRENT FREQUENCY CONVERTER

Аннотация. В статье приведена функциональная схема, схема рекуперации энергии из статора электрической машины во время вращения скорости ротора или перехода

в режим инерционной вращения, которое подключено к преобразователю частоты. Также подробно описаны процесс изменения мощности статора электрической машины и перехода двигательного режима в генераторный.

Abstract. The article presents a functional diagram, a diagram of energy recovery from the stator of an electric machine during rotation of the rotor speed or transition to the inertial rotation mode, which is connected to a frequency converter. The process of changing the power of the stator of an electric machine and the transition of the motor mode to the generator mode are also described in detail.

Ключевые слова: преобразователь частоты, рекуперация транзистор, логический, системы импульсно-фазового управления, управляющий сигнал, задающий сигнал, датчик скорости, генераторный режим, двигательный режим.

Key words: frequency converter, recuperation transistor, logic, pulse-phase control systems, control signal, master signal, speed sensor, generator mode, motor mode.

Многие схемы управления транзисторным управлением электроприводов имеют одностороннюю проводимость, и во время торможения машины ток обмотки статора электрической машины не может изменить своё направление, т.е. не может рекуперироваться обратно в сеть.

При реверсивном режиме работы ПЧ и рекуперации энергии применяют две группы транзисторов с разными направлениями тока на выходе, которое управление этими группами транзисторов может быть отдельно, или одновременно, только одна группа транзисторов работает совместно, при котором одновременно работают обе группы транзисторов.

Принцип работы реверсивной работы или режима рекуперации энергии показан на рисунке 1. В данной блок-схеме представлен один комплект СИФУ для управления ключами транзисторов через ключи «вперёд» и «назад».

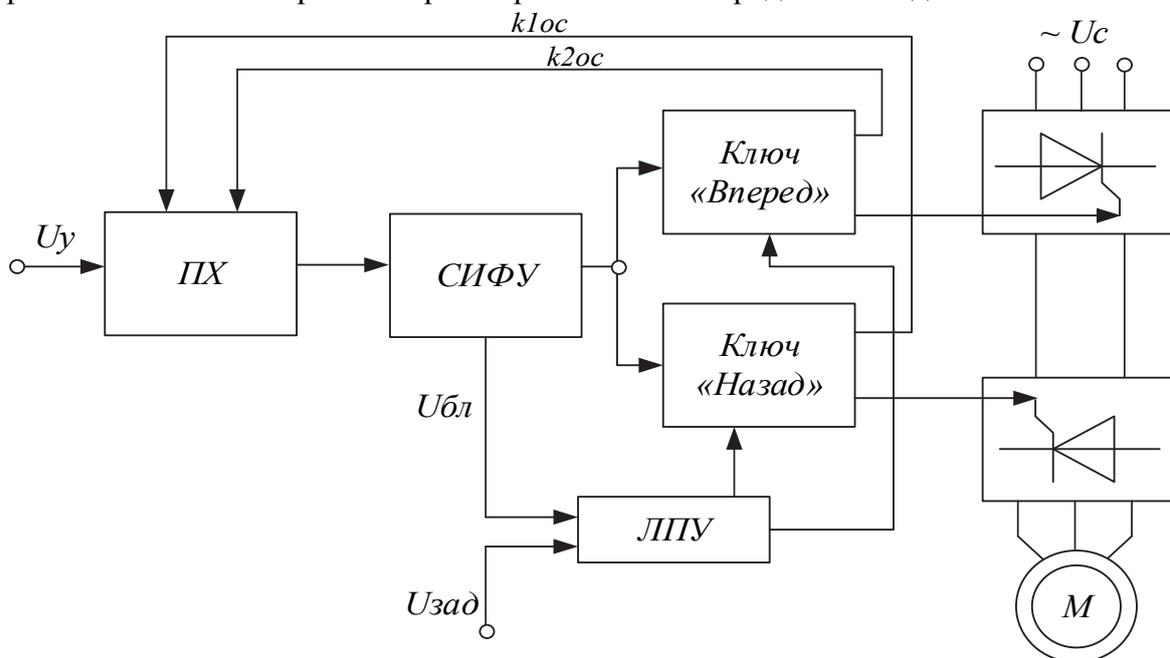


Рисунок 1 – Блок-схема реверсивного транзисторного ПЧ

Так как сигнал для переключения идёт отдельно, то благодаря логическим переключающим устройствам (ЛПУ) исключается возможность одновременного подключения транзисторов. Встроенный алгоритм автоматизированной работы ЛПУ даёт команду на открывание только на один из указанных ключей с одно-

временной выдачей блокирующего сигнала Убл на другой ключ, при этом, исключая возможность подключения одновременно двух управляющих ключей транзистора «вперёд» и «назад». Для контроля состояния ключей транзисторов в данной схеме предусмотрено устройство переключения характеристики сигналов (ПХ), на которое поступает отрицательный обратный сигнал от управляющих ключей транзисторов.

Изменение тока и напряжения статора связано с переходом двигательного режима работы электрической машины от генераторного, т.е. в режим рекуперации и отдачи избыточной энергии переменного тока в сеть, обусловленной обратного вращения скорости ротора или перехода в режим инерционной вращения.

В этом режиме транзисторная группа с ключом «вперёд» работает в режиме инвертора, преобразовывая постоянный ток промежуточного звена в переменный ток со стандартной частотой и напряжение сети, а вторая группа транзисторов с ключом «назад» работают в выпрямительном режиме. В режиме двигателя, когда угловая скорость тихоходного ротора меньше заданной величины, ключи группы транзисторов работают в обратном режиме.

В рассматриваемой блок-схеме основным элементом, который формирует сигнал управления, является блок ЛПУ с заданным уровнем напряжения $U_{зад}$ и с сигналом отрицательной обратной связи, которые исходят от управляющих ключей групп транзисторов $k1OC$ и $k2OC$. В схеме рекуперации (рисунок 2) на статоре электрической машины соединены два ПЧ: первый выполняет функцию отдачи мощности к статору во время уменьшения частоты вращения ВК, а второй выполняет функцию рекупераций избыточной мощности статора обратного вращения скорости ротора или перехода в режим инерционной вращения [2]. При увеличении скорости вращения ВК магнитный поток тихоходного ротора увеличивается тем самым ток и ЭДС статора увеличивается, тогда напряжение на выходе ДС пропорционально увеличивается и падает сигнал на СИФУ для того, чтобы открыть затвор управляемых транзисторов выпрямителя. При открытии затвора транзистора избыточная мощность проходит через управляющее промежуточное звено постоянного тока и рекуперуется через инвертор в сеть.

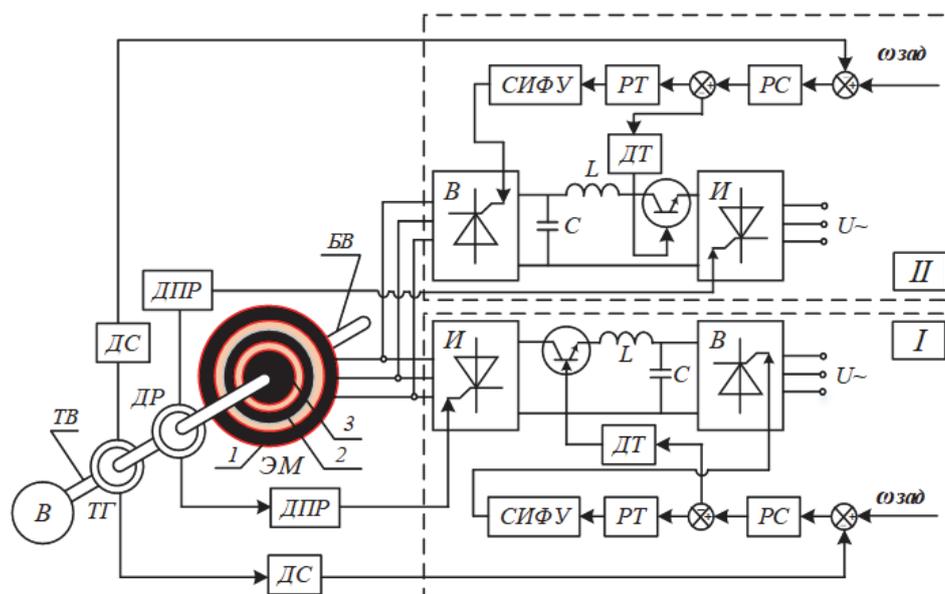
В зависимости от скорости вращения вала электрическая машина будет работать в двигательном или генераторном режиме (рисунок 3).

Система уравнений (1) доказывает, что в процессе генерирования мощности в статоре электрической машины присутствует избыточная мощность за счёт обратного вращения скорости ротора или перехода в режим инерционной вращения вала, а именно мощности отпускающего груза на примере лифта.

$$\begin{cases} M_{BK} \Omega_{BK} + P_{ЭМСТ} = M_3 \Omega_3 \\ M_{BK} \Omega_{BK} = P_{ЭМСТ} + M_3 \Omega_3 \end{cases} \quad (1)$$

Формирование электромагнитной мощности осуществляется благодаря магнитным потокам в воздушных зазорах между статором и ротором. Баланс магнитного потока между воздушными зазорами осуществляется благодаря магнитным потокам статора и с помощью статического ПЧ.

Рекуперативный режим работы ПЧ обеспечит двухсторонний поток энергии от статора электрической машины в сеть и обратно в статор. Такой режим работы позволяет повысить КПД.



I – контур стабилизации ротора путём изменения величины магнитного поля статора статическим ПЧ; II – контур рекуперации энергии статора электрической машины; ДС – датчик скорости; ДПР – датчик положения ротора; В – вал; ТГ – тахогенератора; ЭМ – электрическая машина; В – выпрямитель; И – инвертор; С – конденсатор; L – индуктивность; ДТ – датчик тока; СИФУ – система импульсно-фазного управления; РС – регулятор скорости
 Рисунок 2 – Схема управления и рекуперации энергии электрической машины



Рисунок 3 – Аналитический расчёт графика зависимости мощности МР от угловой скорости тихоходного вала

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Аракелян, А. К. Вентильные электрические машины и регулируемый электропривод. В 2 кн. Кн. 1: Вентильные электрические машины / А. К. Аракелян, А. А. Афанасьев. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 455 с.: ил.
- 2 Иваново-Смоленский, А. В. Электрические машины: учебник для вузов. В двух томах. – 3-е изд. стереотип / А. В. Иваново-Смоленский. – М.: Изд-во «МЭИ», 2006. – 532 с.
- 3 Исломов, И. И. Реверсивный режим работы магнитного редуктора / И. И. Исломов // «Электромехатроника и управление»: материалы XIII Междунар. науч.-техн. Конф. студентов, аспирантов и молодых учёных; – Иванов. гос. энергетич. университет им. В.И. Ленина. – Иваново, 2018. – С. 6.
- 4 Исломов, И. И. Стабилизация напряжения и частоты электрогенератора ветроэнергетической установки с помощью магнитного редуктора / А. А. Афанасьев, И. И. Исломов, В. А. Чихняев, А. М. Дмитренко // Вестник Чувашского университета. – 2017. – № 1. – С. 14–25.

УДК 681.51:62-231

Клопов Андрей Николаевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: technologist@ro.ru

Klopov Andrey Nikolaevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: technologist@ro.ru

Савельев Дмитрий Олегович – старший преподаватель кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: savelyevdo@gmail.com

Savelyev Dmitriy Olegovich – Senior Lecturer of Electric Drive and Industrial Automation Department, Head of the Center for Robotics of the Resource Center of the Technopark, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: savelyevdo@gmail.com

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ЛУЧЕЙ КВАДРОКОПТЕРА

DEVELOPMENT OF A DEVICES FOR AUTOMATIC DECOMPOSITION OF QUADROCOPTER BEAMS

Аннотация. В работе рассматривается проблема большого расхода заряда аккумуляторов на доставку квадрокоптера в верхние слои атмосферы. Описан принцип устройства, позволяющего доставлять квадрокоптер в верхние слои атмосферы при малых энергозатратах.

Abstract. The paper considers the problem of a large battery charge consumption for the delivery of a quadcopter to the upper layers of the atmosphere. The principle of a device that allows delivering a quadcopter to the upper atmosphere at low energy consumption is described.

Ключевые слова: Автоматизация, БПЛА, энергоэффективность.

Key words: Automation, UAVs, energy efficiency.

В настоящее время для доставки беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в верхние слои атмосферы используются аккумуляторы большой емкости, которые в свою очередь увеличивают массогабаритные показатели БПЛА, а при достижении необходимой высоты, обратный путь становится возможен только посредством тормозного посадочного парашюта. В связи с этим не всегда возможно найти место приземления дорогостоящего устройства. [1]

Для решения задачи подобного рода был разработан новый способ транспортировки устройства. Предлагается выводить объект на необходимую высоту, не прибегая к традиционному подходу. Новый способ предусматривает подъем на заданную высоту без использования основных двигателей БПЛА посредством маршевых двигателей, что позволяет уменьшить вес конструкции за счёт уменьшения количества источников питания.

Основным приоритетом при разработке устройства является уменьшение массы объекта в целом для его вывода на заданную высоту.

В связи с вышеперечисленными проблемами возникает потребность в разработке устройства с меньшей массой, обтекаемой формой и способом возврата основного оборудования посредством БПЛА в назначенное место.

Устройство представляет собой комплекс, содержащий такие элементы как:

- механизм развертывания лучей;
- система стабилизации в воздухе;
- систему возврата.

Механизм развертывания лучей представляет собой автоматизированную систему, позволяющую по сигналу с контроллера автоматически приводить БПЛА из компактного вида в положение позволяющее использовать основные двигатели. Автоматизированная система состоит из нескольких электроприводов, находящихся в жесткой связке с лучами, и нескольких концевых датчиков, позволяющих определять состояние луча и контролировать процесс развертывания. Это необходимо, для предотвращения включения двигателей, в положении, когда лучи находятся в промежуточном состоянии.

Система стабилизации необходима для успокоения вращения аппарата после отстыковки от ракеты. Она представляет из себя небольшой тормозной парашют, выпускаемый после развертывания лучей. Этот механизм стабилизации обеспечивает приведение БПЛА в рабочее положение с меньшими усилиями без последующей стабилизации при помощи основных двигателей, что позволяет экономить энергетический ресурс устройства. В последующем, при включении двигателей, он будет отстыкован для возможности перемещения по заданному курсу.

Система возврата состоит из сенсорных модулей в коллаборации с управляющим контроллером. Используя заданные координаты, БПЛА прокладывает курс от текущего положения к необходимому. В случае аварийного приземления координаты места приземления передаются на номер оператора, что позволяет вернуть устройство с оборудованием в целом состоянии.[2][3]

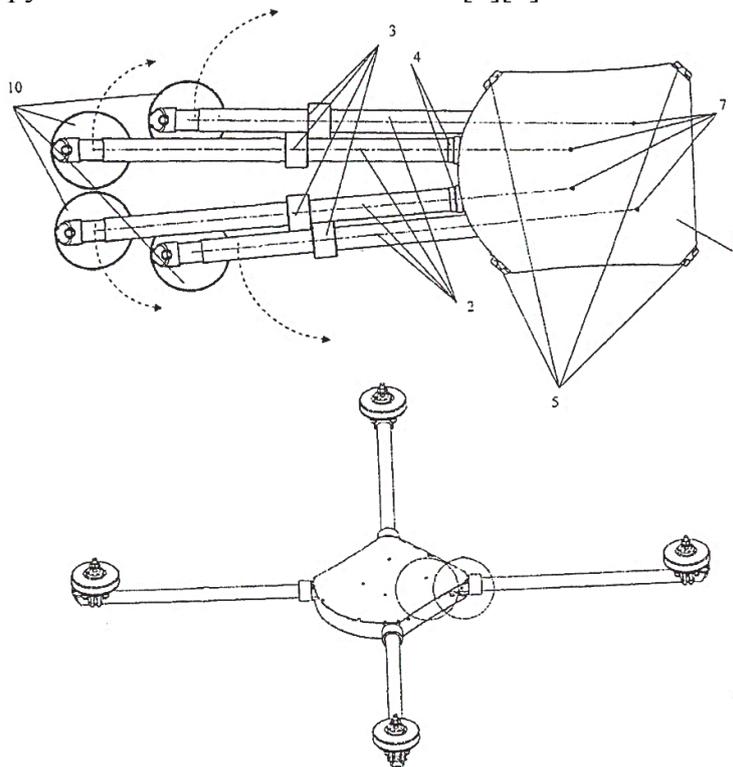


Рисунок 1 –Эскиз БПЛА в сложенном и разложенном состоянии

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Киба Д.А. Разработка системы на основе беспилотного летательного аппарата для проверок работы радиотехнических средств / М.В. Купченко, Киба Д.А., Олиферова О.С. В сборнике: 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, 2020. С. 285-288.

2 Биткина А.А. Автоматизация работ по списанию девиации магнитных компасов воздушного судна / Биткина А.А., Киба Д.А. В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.), А.С. Гудим, Н.Н. Любушкина. Комсомольск-на-Амуре, 2021. С. 7-11.

3 Соловьев В.А. Нечеткая коррекция системы управления движением судна / Мин Ту., В.А. Соловьев. В книге: научно-техническое творчество аспирантов и студентов. материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. 2018. С. 364-367.

УДК 681.5

Константинов Андрей Михайлович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: ens@festu.khv.ru

Konstantinov Andrey Mikhailovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: ens@festu.khv.ru

Госьков Михаил Олегович – магистрант, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: iya.009@mail.ru

Goskov Mikhail Olegovich – graduate student, Far Eastern State Transport University, e-mail: ens@festu.khv.ru

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ С АДАПТИВНОЙ УСТАВКОЙ СРАБАТЫВАНИЯ

AUTOMATIC PREVENTION OF EQUIPMENT OVERLOAD WITH ADAPTIVE SETTING

Аннотация. В работе рассматривается автоматика ограничения перегрузки оборудования с вариантами алгоритмов при её реализации. Произведено качественное сравнение характеристик автоматики с фиксированной и адаптивной уставками. Показана эффективность применения автоматики с адаптивной уставкой для повышения пропускной способности оборудования.

Abstract. The paper considers the automatic prevention of equipment overload with variants of algorithms for its implementation. A comparison of the characteristics of automation with fixed and adaptive settings was made. The effectiveness of the use of automation with adaptive setting to increase the throughput of equipment is shown.

Ключевые слова: автоматика ограничения перегрузки оборудования, адаптивная уставка, линия электропередачи, электроэнергетическая система.

Key words: automatic prevention of equipment overload, adaptive setting, power transmission line, electric power system.

Введение

В настоящее время рост числа новых потребителей электроэнергии или увеличение потребляемой мощности существующими потребителями приводит к необходимости увеличения надежности и пропускной способности существующих электроэнергетических сетей.

Часто оказывается, что мероприятия по строительству новых электроэнергетических объектов являются экономически нецелесообразными. Это связано с высокой стоимостью строительства дополнительных линий электропередач, подстанций, линейного оборудования.

При реконструкции определенного оборудования или при проведении его модернизации определенный участок электроэнергетической системы выводится из работы, что временно снижает надежность данного участка. Это связано с возможностью функционирования оставшегося в работе оборудования на пределе своей пропускной способности, при котором величина тока оборудования близка к аварийно допустимой. Такой режим кратно повышает вероятность, когда оборудование может быть перегружено, что может привести к различным неблагоприятным последствиям.

Для решения данной проблемы необходимо осуществлять контроль эксплуатационных параметров оборудования с целью предотвращения недопустимых режимов работы по условию перегрева. Данную функцию выполняет автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО). Сегодняшний уровень техники позволяет реализовывать алгоритмы АОПО на базе микропроцессорных устройств, обладающих большим спектром различных по типу управляющих воздействий, чем электромеханические аналоги. Вместе с этим, на сегодняшний день с учетом возможности реализации новых типов более точных управляющих воздействий, исследования в области совершенствования алгоритмов АОПО особенно актуальны.

Основная часть

АОПО разделяются по принципу функционирования на два вида: с фиксированной уставкой срабатывания (ФУ) и с адаптивной уставкой (АУ) срабатывания.

При реализации АОПО с ФУ уставку выбирают в соответствии с наиболее тяжёлым возможным режимом эксплуатации оборудования, что может ограничивать пропускную способность оборудования.

Разрабатывая АОПО необходимо учитывать условия охлаждения оборудования, так как одним из основных условий работы оборудования в режиме перегрузки является превышение длительно допустимой температуры. Например, для воздушной линии (ВЛ) естественным охладителем выступает окружающий воздух. Эффективность данного охладителя зависит от целого множества изменяющихся во времени параметров. Поэтому в настоящее время преимущественно применяется принцип функционирования АОПО с АУ. Характеристика срабатывания измерительного органа (ИО) является одной из ключевых для АОПО с АУ. Наиболее распространёнными в применении являются два типа характеристик срабатывания: ступенчатая и кусочно-линейная. Предлагается рассмотреть характеристики срабатывания АОПО на примере изменяющегося параметра температуры окружающего воздуха.

Функционирование АОПО по ступенчатой характеристике срабатывания является наиболее простым. Данный метод основан на принципе АОПО с ФУ. Рассчитанные уставки срабатывания заносятся в терминал с привязкой к определенной температуре окружающего воздуха. Переключение между данными уставками осуществляется при условии несоответствия показаниям с датчиков температуры окружающего воздуха текущей ступени по температуре. Переключение между группами уставок может осуществляться вручную оператором или автоматически по времени.

Функционирование АОПО по кусочно-линейной характеристике срабатывания требует выведения зависимости уставки срабатывания автоматики от температуры окружающего воздуха. Данная зависимость выводится путём интерполяции линейной функции в соответствии с математической моделью оборудования. Каж-

дому времени года соответствует своя зависимость уставки срабатывания от температуры воздуха. Таким образом задаётся динамическое изменение уставки.

В данной работе произведена разработка алгоритма АОПО для ВЛ 220 кВ на основе линейной характеристики срабатывания ИО. Построение линейной зависимости производилось таким образом, чтобы рассчитанные уставки срабатывания были не меньше значений полученной линейной характеристики. Данным замечанием исключается построение характеристики, при которой возможны случаи недействия АОПО на превышение аварийно допустимой температуры провода.

Для получения линейной характеристики срабатывания был произведен расчет по уравнению теплового баланса провода ВЛ по формуле (1):

$$P_{\text{эл}} + P_{\text{с}} = P_{\text{в}}; \quad (1)$$

$$I_{\text{доп}}^2 \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{п}} \cdot R_{20} (1 + \beta_r (\vartheta_{\text{доп}} - 20)) + P_{\text{с}} = P_{\text{в}},$$

где $P_{\text{эл}}$ – электрическая мощность, затрачиваемая на нагрев провода; $P_{\text{с}}$ – мощность солнечного излучения, поглощаемая проводом, Вт; $P_{\text{в}}$ – мощность, отдаваемая проводом в воздух за счёт конвективного теплообмена и излучения, Вт; $I_{\text{доп}}$ – (длительно или аварийно) допустимый ток, А; $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий магнитные потери в стальном сердечнике; $k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий поверхностный эффект; R_{20} – сопротивление 1 м провода постоянному току при температуре 20 °С, Ом; β_r – температурный коэффициент сопротивления, 1/°С; $\vartheta_{\text{доп}}$ – (длительно или аварийно) допустимая температура провода, °С.

Расчёт мощности солнечного излучения и мощности охлаждения воздухом предполагает сложные вычисления с учётом климатических характеристик расположения ВЛ. Полученная реальная зависимость аварийно и длительно допустимого тока линии от температуры окружающего воздуха представляет собой сложную функцию, график которой имеет нелинейное распределение. Данное заключение позволяет нам выбрать такую линейную характеристику срабатывания, каждая точка которой будет находиться ниже реальной характеристики. Это позволит исключить несрабатывание автоматики на токи, превышающие аварийно допустимые. Для построения уравнения линейной характеристики выбираются две точки на расчётной характеристике, которые выходят за диапазон сезонных температур, наблюдаемых в месте расположения линии электропередач.

Ступенчатая и линейная характеристики срабатывания АОПО с реальной зависимостью аварийно допустимого тока от температуры окружающего воздуха, полученной с помощью математической модели ВЛ представлены на рисунке 1.

Область, соответствующая избыточному действию АОПО (рисунок 1) с линейной характеристикой срабатывания, заштрихована вертикальными полосами, а область, соответствующая избыточному действию АОПО со ступенчатой характеристикой срабатывания, заштрихована горизонтальными полосами. Очевидно, что площадь области избыточного действия АОПО с линейной характеристикой срабатывания меньше, чем для АОПО со ступенчатой характеристикой срабатывания. Данное утверждение справедливо на всём диапазоне температур характеристики срабатывания АОПО. Таким образом, использование линейной характеристики в АОПО снижает ее избыточное срабатывание и позволяет обеспечить более высокую пропускную способность линии.

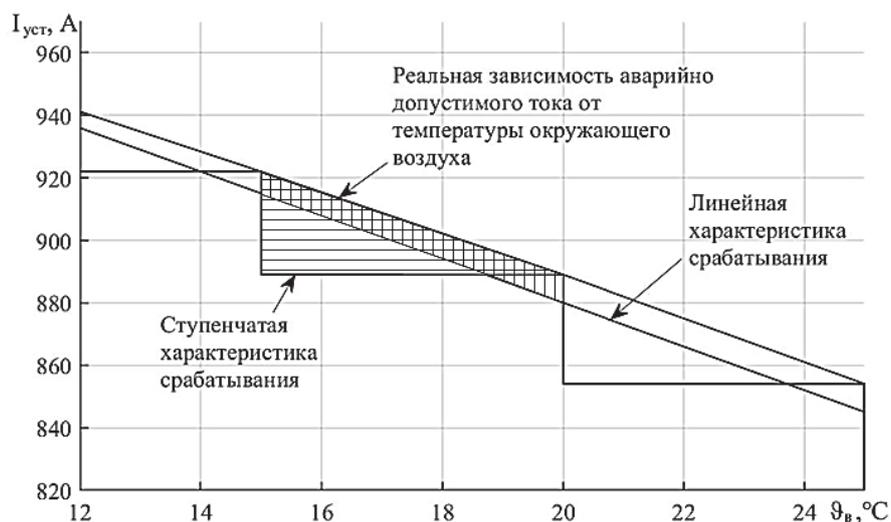


Рисунок 1 – Линейная и ступенчатая характеристики срабатывания с зависимостью аварийно допустимого тока от температуры окружающего воздуха

В ходе исследования также было определено, что снижение избыточного действия АОПО является не единственным преимуществом функционирования АОПО по линейной характеристике срабатывания. Также было произведено построение алгоритмов АОПО по ступенчатой и линейной характеристике срабатывания с помощью программы «Soft Constructor». Разработанный алгоритм групп уставок АОПО по линейной характеристике представлен на рисунке 2.

В результате сравнения алгоритмов можно сделать вывод о более высокой оптимизации алгоритма по линейной характеристике относительно алгоритма по ступенчатой, так как для его реализации требуется меньшее число логических операций, а также меньший объем информации, заносимой в память устройства.

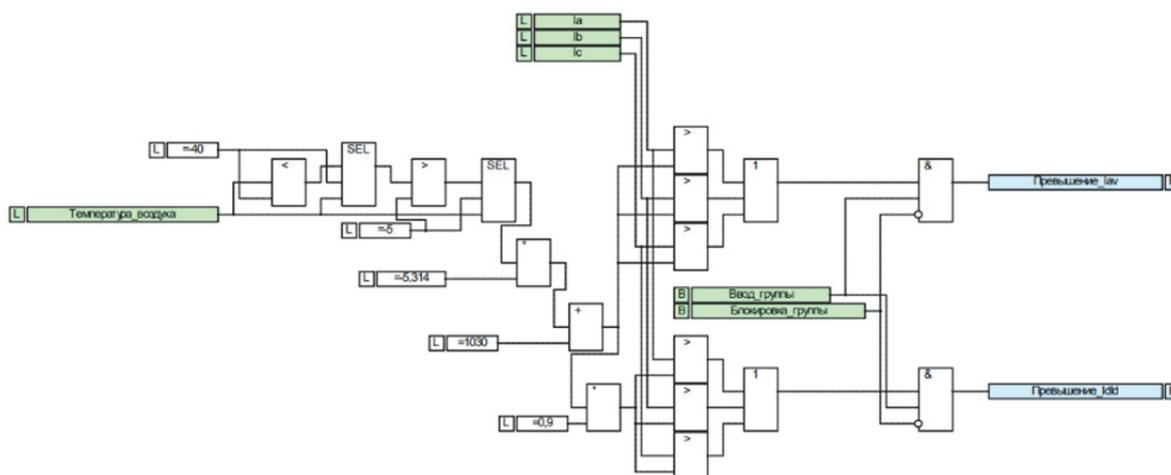


Рисунок 2 – Алгоритм расчёта уставок по линейной характеристике

Таким образом, разработка новых алгоритмов функционирования и методики определения параметров настройки АОПО для различных типов защищаемого оборудования является одним из наиболее перспективных направлений в области противоаварийной автоматики. Произведенные исследования показывают, что применение более совершенных алгоритмов АОПО позволит повысить пропускную способность оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СТО 59012820-29.020.002-2018. Стандарт организации ОАО ФСК ЕЭС «Релейная защита и автоматика. автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства автоматики ограничения перегрузки оборудования. Нормы и требования»
- 2 ПУЭ-7. Правила устройства электроустановок, седьмое издание
- 3 ГОСТ 839-2019. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи
- 4 СТО 56947007-29.240.55.143-2013. Стандарт организации ОАО ФСК ЕЭС «Методика расчета предельных токовых нагрузок по условиям сохранения механической прочности проводов и допустимых габаритов воздушных линий»
- 5 Лужковский Ю.И. Алгоритмы функционирования и методики определения параметров настройки автоматики ограничения перегрузки воздушных линий электропередачи [Текст] / Лужковский Ю.И. – Новочеркасск, ФГБОУ ВПО ЮРГПУ (НПИ), 2016

УДК 004.896:681.58:681.5.01

Максимова Надежда Александровна – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Maksimova Nadezhda Aleksandrovna – Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Черный Сергей Петрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Cherny Sergey Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Облогин Данил Юрьевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Oblogin Danil Yurevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ПРИВОДА

ANALYSIS OF THE SIMULATION OF THE VALVE-INDUCTOR DRIVE

Аннотация. В представленной работе показаны особенности имитационного моделирования систем с вентильно-индукторным электроприводом в системе координат d-q. Определены достоинства и недостатки таких систем электропривода при их сравнении с другими аналогами, как с точки зрения особенностей реализации систем управления, так и с учетом эксплуатационных характеристик. Реализована модель классической системы управления таким объектом, проанализированы возможности по снижению влияния на нее вводимых допущений и ограничений, а также оценены возможности по замене таких систем на интеллектуальные с применением теории нечетких множеств

Abstract. The presented work shows the features of simulation of systems with a valve-inductor electric drive in the d-q coordinate system. The advantages and disadvantages of such electric drive systems are determined when comparing them with other analogs, both from the point of view of the features of the implementation of control systems, and taking

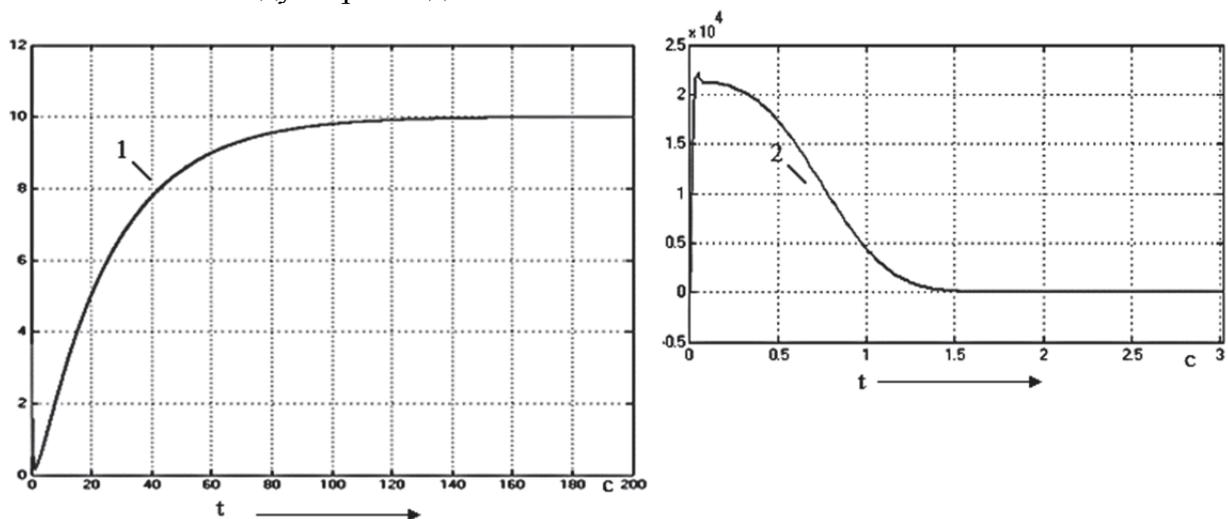
Особенностью векторного управления данного привода в данной структуре является поддержание величины потока двигателя во вращающихся координатах d-q. Для получения максимального момента необходимо поддержание продольной составляющей тока статора «d» равным нулю.

Несмотря на совершенствование методик проектирования ВИП для обеспечения высоких технико-экономических показателей решающим фактором является алгоритм управления. При простой структуре и конструкции привод содержит сложный блок – схему управления, от которой в сильной степени зависит вся его работа, и при некорректном алгоритме управления приводит к неудовлетворительной работе всего объекта. Так же алгоритм управления должен учитывать различные нелинейности внутри системы и возмущения со стороны. С такими условиями качественно справляются принципы интеллектуального управления. Внедрение данных принципов в систему управления ВИП позволит получить более эффективное управление даже при неблагоприятном сочетании компенсируемых параметров в объекте управления, их неопределенности и нестационарности.

В рамках данного исследования возможно применить принципы управления, основанные на теории нечетких множеств. На рисунке 2 показаны значения тока по оси q и значения, которые получаются на выходе классического регулятора тока.

Как можно заметить, ток выходит в ноль за небольшой промежуток времени, а регулятор продолжает работу до тех пор, пока не выйдет на установившуюся величину за более продолжительное время. Таким образом, с помощью нечеткого регулирования возможно реализовать более точную настройку регулятора, посредством разбиения диапазона регулирования на две части – регулирование в «большом» и в «малом».

На рисунке 3 представлена реализуемая структурная схема системы управления вентильно индукторным двигателем.



1 – сигнал с классического регулятора тока; 2 – ток по оси q

Рисунок 2 – Графики

Данная система включает в себя многокаскадный нечеткий регулятор, внешний каскад которого выполняет координирующую функцию между регуляторами второго каскада, каждый из которых отвечает за один из трех контуров регулирования.

УДК 681.5.01:658.5

Муравьев Евгений Максимович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: zheka.muravyev@mail.ru

Muravyov Evgeniy Maksimovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: zheka.muravyev@mail.ru

Кагаловская Валерия Романовна – учащаяся лицея, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: toralay05@mail.ru

Kagalovskaya Valeriya Romanovna – lyceum student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: toralay05@mail.ru

Барскова Яна Сергеевна – учащаяся лицея, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: barskovayana12@mail.ru

Barskova Yana Sergeevna – lyceum student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: barskovayana12@mail.ru

Савельев Дмитрий Олегович – старший преподаватель кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: savelievdo@gmail.com

Saveliev Dmitriy Olegovich – Senior Lecturer of Electric Drive and Industrial Automation Department, Head of the Center for Robotics of the Resource Center of the Technopark, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: savelievdo@gmail.com

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МАРКИРОВКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕТАДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГУЛИРОВКИ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА

AUTOMATED LABELING OF VEHICLES FOR THE PURPOSE OF IDENTIFICATION OF METADATA FOR AUTOMATED REGULATION OF URBAN TRAFFIC

Аннотация. В статье рассматривается работа с интеллектуальным модулем, MATLAB Ground Truth Laberer, который облегчает и ускоряет маркировку объектов на видео и изображениях, что позволяет создать достоверные данные для детектирования объектов и семантической сегментации. Такая система мониторинга трафика дает возможность автоматизации процесса маркировки и последующей интеграции метаданных в интеллектуальную систему регулирования трафика.

Abstract. The article discusses working with an intelligent module, MATLAB Ground Truth Laberer, which facilitates and accelerates the marking of objects on video and images, which allows you to create reliable data for object detection and semantic segmentation. Such a traffic monitoring system makes it possible to automate the marking process and then integrate metadata into an intelligent traffic regulation system.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления, автоматизация, мониторинг трафика.

Key words: intelligent control system, automation, traffic monitoring.

Применение методов интеллектуального управления широко распространено и используется не только в промышленных отраслях, но и при автоматизации отдельных объектов и систем. С появлением новых технологий управления транспортными потоками, появилась возможность получать данные о структуре транспортного потока, направлениях движения транспортных средств и их скоростях в режиме реального времени. Управление такими системами осуществляется только при условии наличия математического описания модели.

В основе реализации и моделирования интеллектуальной системы регулирования трафика в городе лежит методика, основанная на технологии интеллектуального анализа дорожного движения с применением нейронных сетей. Для синтеза необходимых систем, необходимы точные данные об объектах, участвующих в дорожном движении. Следует отметить, что маркировка данных в процессе обучения нейронных сетей - процесс длительный и трудозатратный, однако необходимый для создания тестовых данных используемых для оценки алгоритмов восприятия. Такими данными являются структуры с вложенными массивами и таблицами данных, содержащих детальную информацию, используемую в математических описаниях объектов систем управления. В таком случае использование интерактивного приложения MATLAB Ground Truth Laberger, позволит маркировать видео и изображения для создания необходимых метаданных о транспортных средствах вблизи перекрестка (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример захвата объектов с web-трансляции камеры

На рисунке 1 представлены фрагменты видео с определением и захватом объектов транспортного движения. Приведенная видеозапись взята с web-трансляции камеры на перекрестке Тургенева и Муравьёва-Амурского в г. Хабаровск.

Из представленного рисунка, можно увидеть, что определение объектов и их фиксация данных происходит динамически, покадрово, что дает возможность оценивать количество объектов на перекрестке и за его пределами. Используя полученные метаданные (рисунок 2), содержащие в своей структуре информацию о детектируемых объектах, такую как время, количество и координаты поименованных объектов можно сделать вывод о загруженности каждого потока и перекрестка в отдельности.

groundTruthLabelingSession.CachedAutomationROIs							
Fields	ID	Type	Name	Position	Attributes	Time	
1	'0d202da7-92d...	1x1 cell	'vehicel'	[264.0335,362.3607,66,54]	1x1 cell	14.5500	
2	'7f4f5693-7e7f...	1x1 cell	'vehicel'	[231.8025,173.8992,132,131]	1x1 cell	14.5500	
3	'd9511db6-da0...	1x1 cell	'vehicel'	[433.5114,341.6867,73,76]	1x1 cell	14.5500	
4	'0e632741-c45...	1x1 cell	'vehicel'	[410,223,43,52]	1x1 cell	14.5500	
5	'eabf0c4b-ee3...	1x1 cell	'vehicel'	[459,147,42,46]	1x1 cell	14.5500	

Рисунок 2 – Метаданные детектируемых объектов дорожного движения

Зарегистрированная достоверная информация о детектируемых объектах дорожного движения в виде структуры, таблиц и массивов данных будет собираться, и систематизироваться автоматическим анализатором данных на основе конечных автоматов.

Как видно, такая система позволяет моментально обрабатывать данные, полученные в режиме реального времени.

Создание достоверных данных для детектирования объектов и семантической сегментации позволит оценивать загруженность потока и впоследствии позво-

лит реализовать адаптивное регулирование трафика с применением интеллектуальных технологий.

Исследования проводились в рамках гранта № ВНО10/2021 «Разработка принципов построения интеллектуальных систем управления сложными техническими объектами на основе критериев энергоэффективности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Соловьев В.А., Черный С.П. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами / В.А. Соловьев, С.П. Черный; - Владивосток: «Дальнаука», 2010. – 280 с.

2 Егорова В.П., Особенности нейросетевых решений, достоинства и недостатки, перспективы применения. / В.П. Егорова, О.С. Олиферова, М.А. Горькавый В сборнике: 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, 2020. С. 218-221.

3 Savelyev D.O. Stabilizing the transients in the objects and systems controlling the compensation of nonlinear aсs (automatic control system) elements / D.O. Savelyev, A.S. Gudim, D.B Solovev. В сборнике: 2019 International Science and Technology Conference «EastConf», EastConf 2019. 2019. С. 8725324.

4 Savelyev D.O. Application of fuzzy multi-cascade control during modeling of universal non-linearity compensator. / D.O. Savelyev, A.S. Gudim, S.P. Cherny В сборнике: 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. С. 8933905.

УДК 621.313

Нгуен Тхань Зьонг – аспирант, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», e-mail: thanhduongnguyen@yandex.ru

Nguyen Thanh Duong – Postgraduate student, National Research University of Electronic Technology, e-mail: thanhduongnguyen@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

MODELLING AND SIMULATION OF DC ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM

Аннотация. Работа посвящена моделированию работы электропривода с двигателем постоянного тока. Объектом моделирования является широкоиспользуемый в качестве станочного электропривода блок исполнения БИ2613. Разработана имитационная модель системы управления БИ2613 в среде Matlab-Simulink, которая состоит из силовой схемы с тиристорным преобразователем и систем регулирования тока якоря и скорости вращения. Разработанная модель может быть полезна для инженеров, а также специалистов в области автоматизации, проектирования электроприводов и робототехники.

Abstract. This work is devoted to modeling the operation of DC electric drive control system. The object of modeling is a widely used as a machine electric drive BI2613. A simulation model of the BI2613 control system has been developed in the Matlab-Simulink, which consists of a power circuit with a thyristor inverter, armature current and

rotation speed control systems. The developed model can be useful for engineers, as well as specialists in the automation industry, design of electric drives and robotics.

Ключевые слова: двигатель постоянного тока, блок исполнения БИ2613, система регулирования, Matlab-Simulink.

Key words: DC motor, machine electric drive BI2613, control system, Matlab-Simulink.

В настоящее время электропривод играют важную роль во всех областях жизнедеятельности человека. Они являются основным потребителем электроэнергии (до 60 %) и главным источником механической энергии промышленного оборудования [1]. Одним из часто используемых типов электродвигателей в промышленности является двигатель постоянного тока (ДПТ) [2-4]. В данной работе проводится моделирование системы управления электроприводом ДПТ. В качестве объекта моделирования используется блок исполнения БИ2613, который представляет собой двигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Математическая модель ДПТ описывается системой уравнений (1), а в таблице 1 приведены параметры и номинальные значения переменных блока исполнения БИ2613.

$$\begin{cases} U_{\text{я}} = L_{\text{я}} \frac{dI_{\text{я}}}{dt} + r_{\text{я}} I_{\text{я}} + E_{\text{я}} \\ E_{\text{я}} = k_E \Omega \Phi_B \\ J \frac{d\Omega}{dt} = M - M_H \\ M = k_M I_{\text{я}} \Phi_B \end{cases} \quad (1)$$

где $U_{\text{я}}$ – напряжение якоря; $I_{\text{я}}$ – ток якоря; $E_{\text{я}}$ – обратная ЭДС якоря; $r_{\text{я}}$ – активное сопротивление якоря; $L_{\text{я}}$ – индуктивность якоря; Ω – скорость вращения якоря (ротора); Φ_B – магнитный поток возбуждения; J – момент инерции ротора; M – электромагнитный момент двигателя; M_H – момент нагрузки; k_E , k_M – конструктивные ДПТ, независимые от режима его работы.

Для удобного представления электромагнитных процессов ДПТ можно переписать систему (1) в безразмерном виде, используя в качестве базовых величин номинальные значения параметров. Математическая модель ДПТ при этом преобразуется в систему уравнений (2).

$$U_{\text{я_НОМ}}; \Phi_{\text{В_НОМ}}; \Omega_{\text{НОМ}} = \frac{U_{\text{я_НОМ}}}{k_E \Phi_{\text{В_НОМ}}}; M_{\text{НОМ}} = k_M \Phi_{\text{В_НОМ}} \frac{U_{\text{я_НОМ}}}{r_{\text{я}}}$$

$$\begin{cases} u_{\text{я}} = T_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + i_{\text{я}} + \phi_{\text{В}} \omega \\ T_M \frac{d\omega}{dt} = \phi_{\text{В}} i_{\text{я}} - m_H \end{cases} \quad (2)$$

где $u_{\text{я}} = \frac{U_{\text{я}}}{U_{\text{я_НОМ}}}$; $i_{\text{я}} = \frac{I_{\text{я}} r_{\text{я}}}{U_{\text{я_НОМ}}}$; $\phi_{\text{В}} = \frac{\Phi_{\text{В}}}{\Phi_{\text{В_НОМ}}}$; $\omega = \frac{\Omega}{\Omega_{\text{НОМ}}}$; $m_H = \frac{M_H}{M_{\text{НОМ}}}$ – относительные переменные состояния ДПТ; $T_{\text{я}} = \frac{L_{\text{я}}}{r_{\text{я}}}$; $T_M = \frac{J \cdot \Omega_{\text{НОМ}}}{M_{\text{НОМ}}}$ – конструктивные коэффициенты ДПТ.

Таблица 1 – Параметры блока исполнения БИ2613

$U_{\text{я_НОМ}}$, В	$k_M \cdot \Phi_{\text{В}}$	$\Omega_{\text{НОМ}}$, об/мин	$r_{\text{я}}$, Ом	$L_{\text{я}}$, мГн	$M_{\text{НОМ_ДПТ}}$, Нм	J , кг·м ²
98	0.636	1253	0,44	9	21	0,038

Модель электропривода на базе БИ2613 представлено на рисунке 1. Где силовая часть электропривода состоит из трехфазного генератора с линейным напряжением 380 В, силового трансформатора с соотношением напряжения $K = 380/220$ и тиристорного преобразователя, представляющего собой трехфазный двухполупериодный управляемый выпрямитель на шести тиристорах. Импульсы для управления тиристорным преобразователем поступают из формирователя импульсов Pulse Generator. В систему управления входят два контура регулирования, по скорости и по току якоря. Поскольку возбуждение для данного объекта является постоянным, управление осуществляется только по цепи якоря. Регуляторы настроены на модульный оптимум по методике синтеза систем подчиненного регулирования [5]. Параметры регуляторов после синтеза составляют: для ПИ-регулятора тока – $K_{П_I} = 6$, $K_{И_I} = 50$; для П-регулятора скорости - $K_{П_\Omega} = 35,61$.

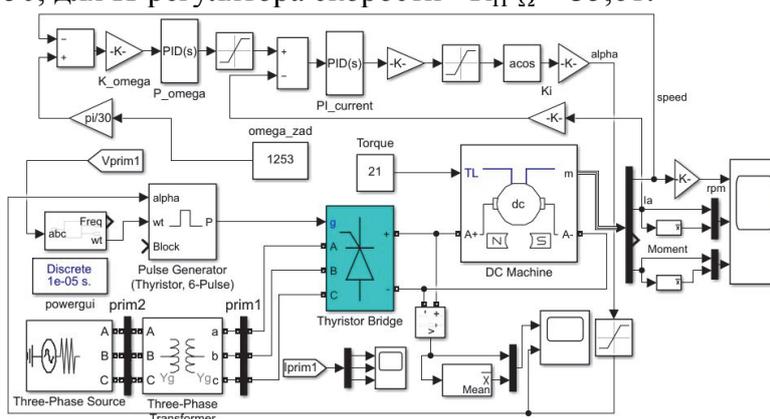


Рисунок 1 – Модель электропривода на базе БИ2613

На рисунке 2 показаны результаты моделирования работы электропривода на базе БИ2613. Где $I_{a_{w1}}, I_{a_{w2}}, U_{a_{w1}}, U_{a_{w2}}$ – токи и напряжения первичной и вторичной обмоток силового трансформатора; I_{sw1}, U_{sw1} – ток и напряжение на одном из шести тиристоров.

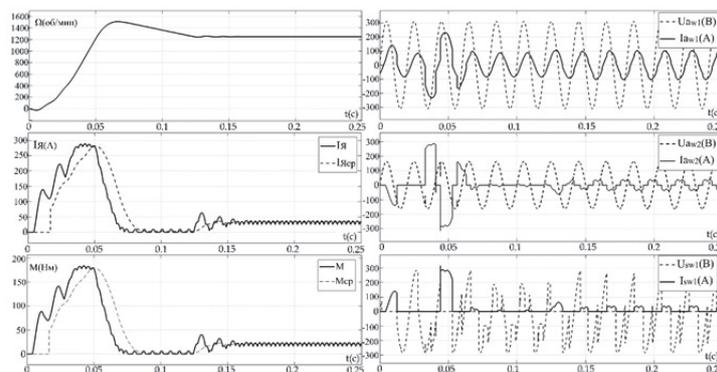


Рисунок 2 – Результаты моделирования работы электропривода на базе БИ2613

Графики на рисунке 2 описывают пусковой процесс блока исполнения БИ2613 в номинальном режиме. Переходный процесс системы длится 0,16 с, при этом пусковой ток составляет порядка 280 А за 13,5 мс при прямом пуске. На рисунке 2 также можно наблюдать за формами токов и напряжения силовых устройств. Токи на обеих обмотках силового трансформатора смещаются по фазе относительно напряжения, коэффициент мощности электропривода в данном случае составляет $\cos\varphi = 0,6$, а коэффициент пульсации тока $I_{a_{w2}}$ на входе управляемого выпрямителя равен 0,31.

Результаты моделирования показали правильность разработанной имитационной модели, которая может быть использована для исследования системы управ-

ления электроприводом ДПТ. С помощью данной модели также можно реализовать различные режимы работы, а также определить показатели энергоэффективности электропривода ДПТ, такие как, КПД, коэффициента мощности, коэффициент пульсации тока силовых устройств, и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ильинский Н. Ф. Основы электропривода: учебное пособие. М.: МЭИ. 2007. 224 с.
- 2 Булгар, В. В. Линейный двигатель постоянного тока для электропривода подачи стола обдирочно-шлифовального станка / В. В. Булгар, С. В. Фам // Труды Одесского политехнического университета. – 2009. – № 1. – С. 80-84.
- 3 Цифровой электропривод двигателя постоянного тока / И. А. Тутов, Б. В. Гольцов, Р. А. Булдыгин, А. С. Алексеев // Вестник науки Сибири. – 2011. – № 1(1). – С. 398-405.
- 4 Загрядцкий, В. И. Современное состояние и практика применения силовых дисковых электромашин и электромеханических агрегатов / В. И. Загрядцкий, С. Ю. Свидченко, К. И. Умнов // Энерго- и ресурсосбережение - XXI век : материалы XIII международной научно-практической интернет-конференции, Орёл, 15 марта – 30 2015 года / ГУ «Орловский региональный центр Энергосбережения». – Орёл: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс», 2015. – С. 55-57.
- 5 Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 279 с.

УДК 681.5

Овсянников Антон Романович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: anton.mark.kms@gmail.com

Ovsyannikov Anton Romanovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: anton.mark.kms@gmail.com

Лепехина Светлана Юрьевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: svetlanalepekhina00@gmail.com

Lepekhina Svetlana Yurevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: svetlanalepekhina00@gmail.com

Сухоруков Сергей Иванович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: sergei.svan@gmail.com

Sukhorukov Sergei Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: sergei.svan@gmail.com

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИКОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING MINICOMPUTERS TO BUILD CONTROL SYSTEMS FOR ROBOTIC COMPLEXES

Аннотация. В данной статье проанализирована возможность применения микрокомпьютеров для построения систем управления роботизированными комплексами. Рассмотрены особенности применения на базе микрокомпьютера Raspberry Pi 4B в

составе роботизированного комплекса на базе робота KUKA. Определен необходимый состав программного обеспечения для реализации такой системы.

Abstract. This article analyzes the possibility of using microcomputers to build control systems for robotic complexes. The features of application based on the Raspberry Pi 4B microcomputer as part of a robotic complex based on the KUKA robot are considered. The required composition of software for the implementation of such a system has been determined.

Ключевые слова: KUKA MxAutomation, Raspberry Pi 4B, миникомпьютер, промышленный робот.

Key words: KUKA MxAutomation, Raspberry Pi 4B, minicomputer, industrial robot.

С каждым годом все больше промышленных комплексов начинают включать в себя роботизированное оборудование. На любом производственном предприятии практически любой отрасли присутствует ряд операций, представляющих опасность для людей, либо которые не могут выполняться человеком с требуемой скоростью и качеством. Применение промышленных роботов позволяет частично или полностью решить такие проблемы, что является одной из причин нарастающих темпов роботизации производств [1].

При построении робототехнических комплексов нередко возникает необходимость внедрения в общую систему различных по конфигурации элементов (оснастка, внешнее оборудование и т.д.). Многие из этих элементов не всегда возможно и целесообразно подключать напрямую к контроллеру робота, из-за чего возникает задача обеспечения взаимодействия между контроллером робота и внешними сторонними устройствами.

Как правило, для обеспечения связи контроллера робота с внешними устройствами разрабатываются и применяются специализированные программные пакеты и протоколы передачи данных. Так как производителей роботизированного оборудования и внешних устройств на сегодняшний день в мире насчитывается значительное количество, то в рамках данной работы ограничимся рассмотрением варианта построения роботизированных комплексов на базе промышленных роботов фирмы KUKA.

Применительно к роботам KUKA примером программного пакета для взаимодействия с внешними вычислительными системами может служить пакет KUKA MxAutomation. Данный пакет представляет собой интуитивно понятный программный интерфейс для программирования и интеграции роботов KUKA в производственную линию. Особенностью данного пакета является то, что работа с ним может осуществляться как с некоторых семейств промышленных ПЛК (Siemens Simatic, Rockwell и т.д.), так и с персонального компьютера посредством специальной библиотеки. В версии для ЭВМ пакет MxAutomation поставляется в виде библиотеки функций, скомпилированной в виде .dll- файла без возможности его изменения или перекомпиляции. Такой формат поставки значительно ограничивает возможности его применения: применение возможно только на операционных системах семейства Windows и не позволяет использовать данный программный пакет на UNIX-подобных операционных системах.

Со стороны контроллера робота программный пакет MxAutomation устанавливается посредством ПО WorkVisual и особенности его установки слабо зависят от типа внешней вычислительной системы, с которой будет осуществляться связь.

Пакет MxAutomation формирует на роботе набор виртуальных входов/выходов для связи с внешним контроллером (рисунок 1).

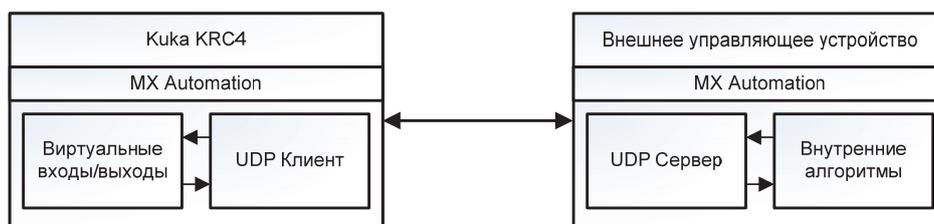


Рисунок 1 – Функциональная схема связи промышленного контроллера с внешним управляющим устройством

В случае работы под управлением внешнего ПЛК на данном ПЛК также формируется набор виртуальных входов/выходов. Команды управления с параметрами со стороны ПЛК формируются в виде комбинации сигналов на этих выходах ПЛК, только вместо физического переключения уровней на выходах их содержимое упаковывается в информационный пакет и отправляется по промышленной сети на контроллер робота. Полученный пакет анализируется алгоритмами контроллера робота и робот выполняет необходимое действие. Ответные сигналы контроллер робота запаковывает в информационный пакет, соответствующий необходимой комбинации сигналов на виртуальных входах ПЛК и передает контроллеру.

В случае работы под управлением компьютера взаимодействие происходит аналогично, только виртуальные входы и выходы для компьютера не создаются, а происходит формирование информационных пакетов необходимого формата.

Основное назначение большинства внешних систем управления в составе роботизированного комплекса – обеспечивать управление навесным оборудованием и оснасткой, для чего необходимо наличие физических дискретных и аналоговых входов и выходов. Подавляющее большинство персональных ЭВМ такими возможностями не обладает, что требует применения дорогостоящих плат расширения и решения вопросов взаимодействия разнородного ПО на ЭВМ в рамках одной задачи.

В течение последних лет на рынке вычислительной техники начали активно появляться и развиваться одноплатные миникомпьютеры с интегрированными физическими входами для взаимодействия с периферией. Стоимость таких миникомпьютеров значительно ниже стоимости полноценного компьютера с платами расширения, что позволяет удешевить разрабатываемый роботизированный комплекс. Применение миникомпьютеров для управления внешними периферийными устройствами в составе роботизированных комплексов на сегодняшний день представляется перспективным при разработке таких не крупных систем, как роботизированные комплексы трехмерной печати, комплексы для рекламной индустрии и т.д.

Примерами миникомпьютеров могут служить Raspberry Pi 2/3/4, Nvidia Jetson Nano, Orange Pi и их аналоги. Все эти миникомпьютеры обладают отличительной особенностью по сравнению со стандартными ЭВМ – процессоры в них построены на архитектуре ARM. Из-за этого в качестве операционных систем для миникомпьютеров используются различные версии Linux. Как было сказано ранее, библиотека MxAutomation функционирует под Windows и не может быть напрямую использована в системах типа Linux.

В процессе анализа возможных вариантов решения проблемы запуска библиотеки рассматривались два предположения:

- 1) Возможность использования некоторой программной среды для запуска Windows-библиотек под Linux;
- 2) Возможность установки и установки и запуска ОС Windows на ARM-ядро миникомпьютера.

Изучение литературных и информационных источников позволило сделать вывод о низкой перспективности первого пути решения проблемы, так как везде

указывается на вильную ограниченность функционала подобных сред и значительную зависимость от инструментария, примененного при разработке библиотеки.

В результате, была поставлена задача проанализировать, и экспериментально проверить возможность запуска миникомпьютера под управлением операционной системы семейства Windows и использование на нем библиотеки MxAutomation. В качестве опытного образца будем рассматривать миникомпьютер Raspberry Pi 4B, как один из самых распространенных и производительных [2].

В результате поиска возможных вариантов установки ОС Windows на миникомпьютер был найден вариант дистрибутива, адаптированный под ARM-системы и дальнейшая экспериментальная апробация велась с его применением [3].

Данный дистрибутив был развернут на microSD-карту памяти, используемую в качестве системного диска миникомпьютера. Тестирование в таком виде показало принципиальную возможность запуска самой операционной системы и одновременно позволило выявить проблему: значительное снижение производительности системы в целом. Это связано с относительно невысокими скоростями чтения/записи на стандартную карту памяти.

Для решения данной проблемы в качестве системного диска был использован твердотельный накопитель, подключенный к миникомпьютеру через интерфейс USB3.0. При проектировании реальных систем, использующих такую аппаратную конфигурацию, необходимо предусматривать блок питания с запасом по мощности в 10-15 Вт относительно стандартного питания миникомпьютера для компенсации потребления твердотельного накопителя.

Замена microSD-карты памяти на твердотельный накопитель показала значительный прирост производительности системы, что в дальнейшем позволило перейти к апробации функционирования библиотеки.

Для этого на стационарном компьютере в программной среде Microsoft Visual Studio была написана и скомпилирована программа на языке программирования C#, предназначенная для инициализации соединения с роботом, изменения настроек скорости перемещения робота, а также задания координат целевой точки и формирования команд перемещения в эту точку. Скомпилированная программа была перенесена вместе с dll-файлом библиотеки на миникомпьютер, где была запущена на исполнение. В результате запуска была подтверждена работоспособность вышеописанного подхода: соединение с контроллером робота прошло успешно, весь заложенный в тестовую программу функционал (установление связи, установка скорости перемещения, задание координат точек и формирование команд перемещения робота) программой выполнен корректно, типы перемещений робота и фактические координаты точек соответствовали заданным через тестовую программу [4].

Таким образом, в рамках данной работы были проанализированы возможности и варианты применения одноплатных миникомпьютеров для построения элементов систем управления роботизированных комплексов. В результате было определено, что для применения библиотеки KUKA mxAutomation необходимо применение на миникомпьютере операционной системы Window в версии, скомпилированной для ARM-ядра. Для обеспечения необходимого быстродействия системы требуется применение твердотельного диска в качестве системного. Написание программы при этом возможно на стороннем компьютере. Вычислительные мощности современного миникомпьютера позволяют реализовывать сложные алгоритмы с большим количеством вычислений для управления внешними устройствами в составе роботизированного комплекса.

Исследование выполнено в рамках научного проекта, финансируемого за счет средств КНАГУ № ВН009/2021.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Внедрение интеллектуальных роботизированных систем в производственные процессы судостроительного предприятия / М. А. Горькавый, А. И. Горькавый, А. С. Гудим [и др.] // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – Т. 2. – № 2(52). – С. 97-104. – DOI 10.37220/МИТ.2021.52.2.058.

2 Фаерман В.А. Корреляционная обработка сигналов на одноплатных компьютерах Raspberry Pi / Фаерман В.А., Швецов М.П. // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. 2020. Т. 4. № 1. С. 41-45.

3 Как запустить Windows-приложение в Linux [Электронный ресурс]: информационный ресурс Заметки IT специалиста. - Режим доступа: <https://info-comp.ru/> (Дата обращения 1.12.2021)

4 Инструкция по установке Windows 10 на Raspberry Pi 4 [Электронный ресурс]: информационный ресурс Хабр. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/news/t/511570/> (Дата обращения 2.12.2021)

УДК 62-52

Парилова Олеся Викторовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: olesia.2001.00@mail.ru

Parilova Olesya Viktorovna Petrovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: olesia.2001.00@mail.ru

Мельникова Софья Евгеньевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: sofya.melnikova.15@mail.ru

Melnikova Sofya Evgenievna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: sofya.melnikova.15@mail.ru

Савельев Дмитрий Олегович – старший преподаватель кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», руководитель Центра робототехники Ресурсного центра Технопарка, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: savelievdo@gmail.com

Savelyev Dmitriy Olegovich – Senior Lecturer of Electric Drive and Industrial Automation Department, Head of the Center for Robotics of the Resource Center of the Technopark, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: savelievdo@gmail.com

Хрульков Владимир Николаевич – старший преподаватель кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: vova_hrulkov@mail.ru

Khrulkov Vladimir Nikolaevich – Senior Lecturer of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: vova_hrulkov@mail.ru

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВА

LIFTING AND TRANSPORT PLATFORM FOR FLEXIBLE PRODUCTION

Аннотация. Одним из возможных путей повышения эффективности технологической операции в рамках производственного оборота является механизация тяжелых и габаритных работ. В статье рассматривается автоматизация подъемно-транспортного механизма для крупногабаритных изделий, используемого на промышленных предприятиях.

Abstract. One of the possible ways to increase the efficiency of a technological operation within the framework of production turnover is the mechanization of heavy and oversized

work. The article discusses the automation of the lifting and transport mechanism for large-sized products used in industrial enterprises.

Ключевые слова: автоматизация, передвижная эстакада, контроллер, реализация.
Key words: automation, mobile overpass, controller, implementation.

Так, как наиболее сложными являются манипуляции погрузочно-разгрузочных работ, которые являются трудозатратным в производственной деятельности предприятий, то их автоматизация и приведение к гибкому производству [1] позволят ускорить рабочий процесс и сократить траты на дополнительное оснащение. На всех основных этапах производственного процесса являются погрузочно-разгрузочные работы. Подъемно-транспортные машины осуществляют подъем груза, транспортировку на любые расстояния, точное расположение, что способствует облегчению и повышению производительности труда. Таким образом, автоматизированная [2] универсальная платформа сможет участвовать в различных технологических операциях. Типовая электрическая схема управления представлена на рисунке 1.

Для реализации и упрощения системы управления подъемом и спуском передвижной эстакады релейно-контакторная система управления была заменена на контроллер Siemens Simatic S7-1200. Электрическая схема подключения реле к контроллеру представлена на рисунке 2.

Современные ПЛК поставляются в различных комплектациях по модельному исполнению, имеют встроенный ввод/вывод и съёмные клеммные колодки для подключения. Дополнительными модулями также обеспечиваются расширения интерфейса ввода/вывода, что позволяет подключить или отключить необходимые устройства при изменении технологической операции без видоизменения управляющей электрической схемы. Процессоры ПЛК обеспечивают различные комбинации дискретных и аналоговых входов/выходов. При их использовании допустимо расширение до 142 дискретных входов/выходов или 54 аналоговых каналов. Преимущество программной формы управления в отличие от релейной заключается в том, что программу можно изменить для любой другой технологической операции в кратчайший срок, не изменяя систему управления в целом.

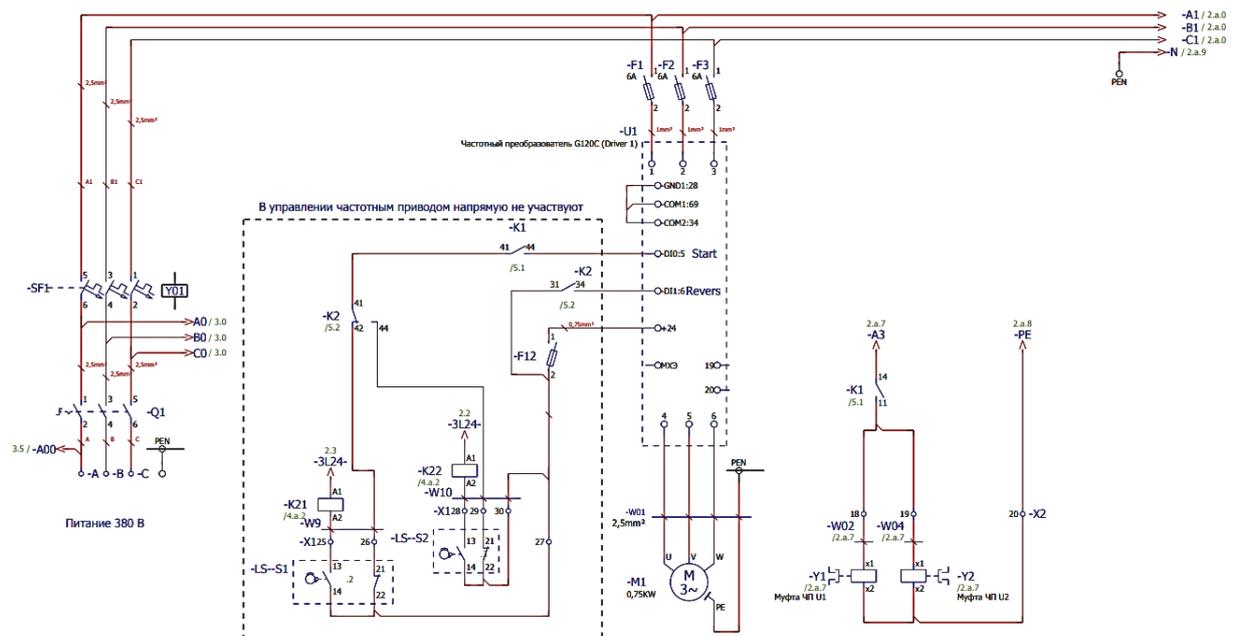


Рисунок 1 – Типовая электрическая схема управления

УДК 62-112.6 : 621.83.05

Салогуб Дмитрий Дмитриевич – студент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», e-mail: salogub.d@mail.ru

Salogub Dmitriy Dmitrievich – student, National Research University of Electronic Technology, e-mail: salogub.d@mail.ru

МОДУЛЬНОСТЬ В РОБОТОТЕХНИКЕ

MODULARITY IN ROBOTICS

Аннотация. Конкурентная борьба в области технологического превосходства сегодня в большой степени определяется уровнем развития робототехники, одним из ключевых направлений развития которой по многочисленным данным, является унификация процесса проектирования и конструирования робототехнических систем. Автором статьи была предложена конструкция шарнирного механизма, рабочий орган которого обладает тремя степенями свободы, что позволило бы применять такой механизм в широком спектре робототехнических систем, однако остановиться только на шарнирном механизме нельзя. Для привлечения большего числа инженеров в робототехнику требуется создание цельного мехатронного модуля, включающего не только шарнирный механизм, но и силовой, электронный и программный блоки, позволяющие легко и быстро изменять алгоритмы перемещения подвижных элементов робототехнических систем, создаваемых путём количественной комбинации таких унифицированных мехатронных модулей.

Abstract. Competition in the field of technological superiority today is largely determined by the level of development of robotics, one of the key development directions of which, according to numerous data, is the unification of the design and construction process of robotic systems. The author of the article proposed a design of a hinge mechanism, the working body of which has three degrees of freedom, which would make it possible to use such a mechanism in a wide range of robotic systems, but it is impossible to dwell only on the hinge mechanism. To attract more engineers to robotics, it is required to create a one-piece mechatronic module, which includes not only a hinge mechanism, but also power, electronic and software blocks that allow you to easily and quickly change the algorithms for moving moving elements of robotic systems created by a quantitative combination of such unified mechatronic modules.

Ключевые слова: Робототехника, мехатронный модуль, разработка, конструирование, модульность, развитие.

Key words: Robotics, mechatronic module, development, design, modularity, development.

Конкурентная борьба в области технологического превосходства сегодня в большой степени определяется уровнем развития робототехники. Серьёзной задачей является разработка исполнительных органов, адаптированных к создаваемому искусственному интеллекту [1].

Ещё несколько лет назад на международном форуме «Экстремальная робототехника», проходившей на площадке ГНЦ РФ ФГАНУ «ЦНИИ робототехники и технической кибернетики», особое внимание было обращено на необходимость унификации процессов создания робототехнических комплексов для военного, специального, а также гражданского применения [2].

Приходится согласиться с тем, что рынок робототехники в России развит достаточно слабо. Это обусловлено и поздним «входом» в эту отрасль, и очень медленным внедрением разработок в практическое применение. Хотя нельзя обойти стороной высокий уровень отечественных разработок, способных достойно конкурировать на мировом уровне [3].

К сдерживающим факторам можно отнести и сохраняющийся стереотип, что робототехника – это дорого, сложно, и она требует высоко квалифицированных специалистов на всём жизненном цикле робототехнического изделия, не всегда очевидна выгода от внедрения робототехнических комплексов в производство, сильно зависящее от технологических простоев.

Дорого. При всём разнообразии предлагаемых на рынке технических решений, роботы зачастую создаются «с нуля». Значит, любая следующая разработка потребует большого количества высокооплачиваемого времени разработчиков. Подготовка производства, оснастки для ремонта, необходимость сохранения оригинальных технологий, большая номенклатура оригинальных расходных материалов и запасных частей при эксплуатации.

Сложно. Любая робототехническая система и на этапе разработки, и на этапе производства, и на этапе пусконаладки, и на этапе обслуживания, модернизации и ремонта требует высококвалифицированных специалистов. Очевиден дефицит кадров. Что говорить о гражданском применении, если такая проблема стоит и перед органами обороны и чрезвычайных ситуаций. Так по данным Ассоциации участников рынка робототехники на сегодняшний день дефицит отрасли составляет 19 тыс. специалистов, и в перспективе может достигать 60 тыс. к 2030 г.

Одним из сдерживающих факторов является «элитарность» робототехники. Это значительно сдерживает привлечение в эту отрасль огромного числа инженерных кадров, парадоксальность возможных предложений которых и в технических решениях, и в прикладном применении потенциально способна обеспечить взрывное развитие робототехники.

В сегодняшней ситуации, когда конкурентная борьба между фирмами предполагает глубокую индивидуальность их технических решений практически невозможно вести продуктивную дискуссию о преимуществах унификации, хотя примеры можно проследить в сфере компонентов для компьютеров. Но там это продиктовано, скорее всего, ограниченностью производителей продуктов наноэлектроники [4]. Все более осознается необходимости создания универсальных систем, обеспечивающих исполнение широкого круга практически необходимых задач и манипуляций за счёт возможности только перепрограммирования при использовании унифицированных узлов, и модулей для их конструирования.

Уже предпринимаются попытки выработать и предложить рынку унифицированные шарнирные механизмы. Например, двигатели Колморген. Сразу отметим, что это «шарнир» с одной степенью свободы. Можно отметить и работы по модульности роботов фирмы Acutronic Robotics, правда в области аппаратного обеспечения, которое делает возможной модульность роботов [5]. Обзор разработок ведущих робототехнических фирм показывает, что актуальной остаётся задача создания унифицированного мехатронного модуля. Модульность в робототехнике позволяет устранить отдельные факторы, сдерживающие развитие робототехники.

Автором разработана конструкция шарнирного механизма с тремя степенями свободы, техническое решение которого защищено патентом [6]. Такой механизм обеспечивает движение рабочего органа подобное плечу человека и создаёт предпосылки для более точного копирования манипулятором движений человека. Симуляционная сборка представлена на рисунке 1.

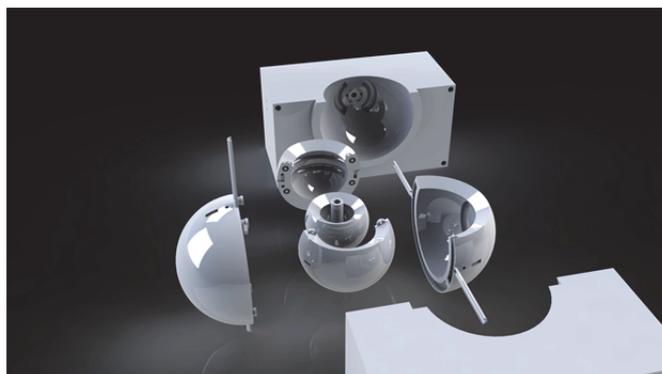


Рисунок 1 – Концепт сборки, Solidworks

Лабораторные исследования образца подтверждают, что предложенное решение обеспечивает усилия на рабочем органе, предполагающие практическое применение. Его использование возможно при конструировании протезов, специальной техники и техники бытового применения, не упуская возможности разработки отечественного конструктора, что создаст предпосылки включения в процесс робототехнического конструирования бóльшего количества инженерно-технических специалистов [7].

Предложение такого шарнира на рынке недостаточно. Большая часть сложных задач, хотя бы таких, как оснащение сенсорами, создание программного обеспечения и электронной базы ложатся на потребителя. Этим серьёзно сужается рынок потребления, практически не решая проблем, сдерживающих развитие отечественной робототехники. Для увеличения спроса необходимо «доработать» изделие до унифицированного мехатронного модуля, практическое применение которого потребует только выбор программного алгоритма движения из прилагаемых, а создание манипуляторов или робототехнических комплексов становится возможным путём простого количественного комбинирования таких модулей. Это значительно снижает затраты и время на разработку и изготовление робототехнического комплекса, упрощает пусконаладку, эксплуатацию, ремонт и модернизацию, сокращает номенклатуру предметов снабжения. Обеспечивает доступность робототехники.

Выводы:

1. Решение вопросов унификации является актуальным для отечественной робототехники;
2. Применение предлагаемого шарнирного механизма обеспечивает высокую функциональность разомкнутых кинематических цепей стержневого типа за счёт избыточности, создавая предпосылки для перемещения рабочего органа, конгруэнтно человеческим движениям, обеспечивая возможность установки и работы в ограниченных пространствах и совместно с другими роботами;
3. Силовые и геометрические характеристики шарнирного механизма находятся в практически применимых интервалах;
4. Коэффициент обслуживания манипулятора с тремя шарнирными механизмами равен единице;
5. Необходимо интенсифицировать работы по созданию унифицированного мехатронного модуля на основе разработанного шарнирного механизма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Робототехника и ее научные проблемы // Научно-популярный журнал Познавайка URL: <https://www.poznavayka.org/nauka-i-tehnika/robototehnika-i-ee-nauchnyie-problemyi/> (дата обращения: 13.12.2021).

2 Стандартизация для унификации процессов создания робототехнических комплексов // Технологии Национальной ассоциации нефтегазового сервиса URL: <https://nangs.org/news/technologies/standartizatsiya-dlya-unifikatsii-protsessov-sozdaniya-robototekhnicheskikh-kompleksov> (дата обращения: 13.12.2021).

3 Автоматизация поневоле: как развивается рынок робототехники в России // РБК Тренды URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/617fd2f59a79476a8f848479> (дата обращения: 13.12.2021).

4 Унификация боевых роботов и модулей вооружения // armsblog.ru военная техника URL: <https://zen.yandex.ru/media/armsblog/unifikaciia-boevyh-robotov-i-modulei-vooruzeniia-5cfb99c0ba657800b0cc3d33> (дата обращения: 13.12.2021).

5 Небольшое устройство для унификации робототехники ... // Любители Linux URL: <https://www.linuxadictos.com/ru/ros-dispositivo-robotica.html> (дата обращения: 13.12.2021).

6 Патент №2756279 Российская Федерация, МПК В25J 17/00 (2006.01). Шарнирный механизм манипулятора: 2020135880 : заявл. 31.10.2020 : опубл. 29.09.2021 / Салогуб Д.Д.

7 Салогуб Д.Д. «Исследование унифицированного шарнирного механизма мехатронного модуля для конструирования робототехнических систем», стр. 228. Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Образование в военно-инженерном деле: теория и практика» Часть II. – Тюмень: ТВВИКУ, 2020. – 752 с.

УДК 621.311

Соловьев Вячеслав Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: eparu@knastu.ru
Solovyov Vyacheslav Alekseevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: eparu@knastu.ru

Ваньков Александр Валерьевич – студент, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: avankow1984@yandex.ru
Vankov Alexander Valerievich – student, Far Eastern State Transport University, e-mail: avankow1984@yandex.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АО «ДАЛЬЭНЕРГОМАШ»

OPTIMIZATION OF COSTS AND IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF ELECTRIC ENERGY MEASUREMENT AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE FOR THE PRODUCTION OF ENERGY EQUIPMENT OF DALENERGOMASH JSC

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос влияния электрической энергии на себестоимость готовой продукции, пути оптимизации расходов и повышения эффективности энергопотребления предприятия по производству энергетического оборудования.

Abstract. The article considers the issue of the influence of electric energy on the cost of finished products, ways to optimize costs and increase the efficiency of energy consumption at an enterprise for the production of energy equipment.

Ключевые слова: энергосбережение, промышленное предприятие, энергоёмкость производства, система планирования, контроль энергопотребления.

Key words: energy saving, industrial enterprise, energy intensity of production, planning system, energy consumption control.

Эффективность производства тесно взаимосвязана с энергообеспечением. Современные тенденции требуют рационально подходить к расходованию энергоресурсов и повышать энергоэффективность предприятий. Под энергоэффективностью, понимается характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от электрической энергии к затратам на нее, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю (хозяйствующему субъекту) [1].

«Дальневосточный завод энергетического машиностроения» (АО «Дальэнергомаш») – это современное машиностроительное предприятие, специализируется на производстве центробежных компрессоров, нагнетателей, газовых технологических турбин.

Производственной базой предприятия является производственно-технический комплекс, состоящий из 14 основных и трех вспомогательных участков, а также ряд обслуживающих подразделений и служб.

Таблица 1 – Распределение электрической энергии между участками производственно-технического комплекса за 2020 год

№ п/п	Наименование производственного участка	Потребление электрической энергии за 2020 г. тыс. кВт * ч
1	Испытательный стенд №1 Центробежных компрессоров	189
2	Испытательный стенд №2 Газовых технологических турбин	271
3	Испытательный стенд №3 для моноблочных машин	186
4	Испытательный стенд №4	205
5	Участок заливки вкладышей	245
6	Участок гидроиспытаний	50
7	Участок плазменной резки	359
8	Сушильные камеры	531
9	Участок электропечей	523
10	Токарно-фрезерный участок	246
11	Электроэрозионный участок	159
13	Участок сборки и сварки	68
14	Зубодробежный участок	54
Итого		3086

В таблице 1 приведены данные по годовому распределению между участками производственно-технического комплекса за 2020 год.

Анализ распределения потребления электрической энергии между участками показал, что основными потребителями являются участки, непосредственно задействованы в основном производственном цикле – выпуске готовой продукции. На долю данных участков приходится около 78 % потребленной электрической энергии за 2020 год. Остальные 22 % приходятся на вспомогательные участки, освещение и обогрев производственного комплекса.

Каждый из данных участков имеет свою технологическую специфику работы и годовой график нагрузки. Наибольшую долю в структуре энергопотребления основных участков приходится на участки плазменной резки, электропечей и сушильных камер, 12 % и 13 % соответственно.

Как было сказано выше, порядка 78 % потребляемой производственным комплексом электрической энергии используется при выпуске готовой продукции, в связи с этим рассмотрим влияние электрической энергии на производство единицы готовой продукции, и пути оптимизации затрат.

Поскольку наибольшую часть в затратах энергоресурсов составляет электрическая энергия, то размерность норматива измеряется в кВт*ч/на одну единицу готовой продукции (технологическую операцию).

Текущее планирование электропотребления по участкам комплекса осуществляется на основе разбивки общего планового расхода на доли согласно структуре потребления участков. Доля электропотребления участков, в свою очередь, определяется и корректируется на основе статистических данных работы предприятия за предыдущие периоды, а также технической документации (паспортов) на производственное оборудование. Контроль осуществляется ежемесячно на основании показаний приборов учета, установленных на вводных автоматах (АВ) главного распределительного щита (ГРЩ). На текущий момент система технического контроля охватывает 53 точки на восемь ГРЩ.

На основе обработки базы данных показаний приборов технического учета об энергопотреблении потребителей участков цеха за предыдущие периоды, были выявлены факторы, обладающие большей корреляцией с энергопотреблением, чем объем производства:

- отсутствует взаимосвязь электропотребления и объема производства готовой продукции в день;
- влияние сезонного фактора на электропотребление;
- влияние на объем электропотребления характеристик дня (рабочий или выходной).

Для обеспечения задачи по сокращению энергопотребления существующей системы планирования и контроля недостаточно, необходимо выявить и конкретизировать факторы, влияющие на энергопотребление каждого производственного участка, и разработать такую систему контроля, которая позволила управлять этими факторами. Анализ собранной информации потребления электроэнергии позволил выявить постоянные и переменные составляющие электропотребления каждого производственного участка, что невозможно было сделать без наличия разветвленной системы технического учета.

В зависимости от количества выпущенной продукции (изделия) или технологической операции выполненных участками и количества рабочих/нерабочих дней разработана формула (1) нормативного потребления электроэнергии по каждому участку:

$$P = (N * V + N_{\text{раб.дн}} * X_{\text{пд}}) + (N_{\text{Sat}} * Y_{\text{Sa}}) + (N_{\text{Sun}} * Y_{\text{Su}}) \quad (1)$$

где P – нормативный план электропотребления участка за месяц, кВт*ч;

N – Количество произведенных (обработанных) изделий участка, либо выполненных операций, ед.;

V – норматив переменного электропотребления (потребление электроэнергии технологическим оборудованием, задействованным непосредственно в производстве), кВт*ч/ед.;

$N_{\text{раб.дн}}$ – количество рабочих дней, ед.;

$X_{\text{пд}}$ – норматив постоянного электропотребления участка в рабочие дни (потребление электроэнергии оборудованием, не задействованным непосредственно в процессе производства в рабочие дни), кВт*ч;

N_{Sat} – количество субботних дней (отсутствует производственный цикл, проводятся работы по техническому обслуживанию, наладка оборудования и испытания либо производственное оборудование задействовано не значительно), ед.;

$NSun$ – количество воскресных дней (здесь также учитывается количество праздничных дней), ед.;

YSa, YSu – норматив постоянного электропотребления участка в субботние и воскресные/праздничные дни соответственно, кВт•ч.

Ежедневно после окончания производственной смены на основании информации о фактически выпущенном количестве готовых изделий участком либо технологических операций, выполненных за рабочий день, рассчитывается нормативный план электропотребления для каждого участка. Таким образом, анализируемый нормативный план по энергопотреблению участков комплекса более не привязывается к планируемому количеству выпущенной продукции, а формируется на основании факта.

Таблица 2 – Суточное потребление электроэнергии по участкам производственного комплекса

Участок		25.окт	26.окт	27.окт	28.окт	29.окт	30.окт	31.окт
Участок заливки вкладышей	план	1600	1850	2150	1600	1700	2000	1900
	факт	1874	2314	1897	1487	1487	1789	1985
	откл	-274	-464	253	113	213	211	-85
Участок плазменной резки	план	4900	4500	4300	4300	4500	4200	4500
	факт	4698	4235	4090	4489	4487	4321	4254
	откл	202	265	210	-189	13	-121	246
Сушильные камеры	план	3250	4900	3800	4350	3500	3000	3300
	факт	2987	4987	3875	4028	3254	3087	2987
	откл	263	-87	-75	322	246	-87	313
Участок электропечей	план	5350	4300	4500	4100	5100	5000	5100
	факт	5179	4356	4158	4658	5821	4235	4987
	откл	171	-56	342	-558	-721	765	113

В таблице 2 приведен пример систематизации данных по нормативному и фактическому потреблению электрической энергии четырех основных участков производственного комплекса. Красным цветом выделено отклонение от нормативных (планируемых) параметров.

Рассмотренный в данной статье вариант планирования позволил объединить и усовершенствовать два метода планирования: ориентацию на производственный план и учет рабочего/нерабочего дня. Кроме того, в зависимости от специфики конкретного производственного участка формула может менять вид. На ее основе возможно более точно планировать энергопотребление участков, а также осуществлять ежедневный контроль, что в итоге позволит в максимально короткие сроки обнаруживать отклонение энергопотребления и выявлять причины сложившейся ситуации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ – Текст : электронный //Консультант Плюс URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978 / (дата обращения: 10.11.2021).

2 Об утверждении плана мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации: Распоряжение Правительства РФ от 01.12.2009 г. № 1830-р – Текст : электронный // Электронный фонд нормативно-правовых и технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/902188526> / (дата обращения: 10.11.2021).

3 ГОСТ 31532-2012 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав Показателей. Общие положения: межгосударственный стандарт: дата введения 2015-01-01 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 12 с. – Текст: непосредственный.

4 ГОСТ Р 56828.29-2017 Энергосбережение. Порядок определения показателей (индикаторов) энергоэффективности : национальный стандарт: дата введения 2017-08-08 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 13 с. – Текст: непосредственный.

5 ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения: национальный стандарт: дата введения 2011-07-01 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 15 с. – Текст: непосредственный.

6 ГОСТ Р 56828.19-2017 Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Методология идентификации показателей энергоэффективности. : национальный стандарт: дата введения 2017-2-01 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 14 с. – Текст: непосредственный.

7 Стрельников Н.А. Энергосбережение: учеб. пособие / Н. А. Стрельников. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 72 с.

8 Сергеев Н.Н., Методологические аспекты энергосбережения и повышения энергетической эффективности промышленных предприятий: Монография / Сергеев Н.Н. «Удмуртский Университет», Ижевск 2013 г. -116с.

9 Климова Н.Г. Энергоснабжение на промышленных предприятиях: Учебное пособие/ Г.Н. Климова.–Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 186с.

10 Копцев Л.А., Копцев А.Л. Нормирование и прогнозирование потребления электроэнергии на промышленном предприятии // Промышленная энергетика. 2011. № 1. С 18-23.

УДК 621.311

Соловьев Вячеслав Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru
Solovyov Vyacheslav Alekseevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Ваньков Александр Валерьевич – студент, ФГБОУ ВО «Дальневосточный Государственный Университет Путей Сообщения», e-mail: avankow1984@yandex.ru
Vankov Alexander Valerievich – student, Far Eastern State Transport University, e-mail: avankow1984@yandex.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АО «ДАЛЬЭНЕРГОМАШ»

OPTIMIZATION OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTIONS AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE FOR THE PRODUCTION OF POWER EQUIPMENT OF DALENERGO-MASH JSC

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оптимизации электрической энергии вспомогательных участков предприятия по производству энергетического оборудования.

Abstract. The article discusses the issues of optimization of electrical energy of auxiliary sections of an enterprise for the production of energy equipment.

Ключевые слова: энергосбережение, промышленное предприятие, энергоэффективность, вспомогательные производственные участки, контроль энергопотребления.

Key words: energy saving, industrial enterprise, energy efficiency, auxiliary production sites, energy consumption control.

Исходным этапом работ по оптимизации расходов на электрическую энергию на промышленном предприятии является проведение анализа информации по электропотреблению, конечным результатом которого является оценка эффективности использования и расхода электрической энергии.

Основной деятельностью рассматриваемого предприятия, является производство и сервисное обслуживание компрессорного и энергетического оборудования для различных отраслей промышленности. АО «Дальэнергомаш» специализируется на производстве центробежных компрессоров, нагнетателей, газовых технологических турбин. Производственной базой предприятия является производственно-технический комплекс общей площадью свыше 30000 м², состоящий из 14 основных участков. Для обеспечения производственной деятельности предприятия имеется группа вспомогательных участков, а также ряд обслуживающих подразделений и служб. Все производственные подразделения предприятия (участки) являются крупными потребителями электрической энергии.

Таблица 1 – Распределение электрической энергии между вспомогательными участками производственно-технического комплекса за 2020 год

№ п/п	Наименование производственного участка	Потребление электрической энергии за 2020 г. тыс. кВт * ч
1	Участок службы технического обслуживания и ремонта	135
2	Насосная станция участка водоснабжения и водоотведения	295
3	Аммиачно-холодильная компрессорная станция	244
4	Обогрев ПК (инфракрасные обогреватели) 6 кВт 40 шт. период работы 5 месяцев.	659
5	Освещение ПК	107
Итого		1440

В таблице 1 приведены данные по годовому распределению между участками производственно-технического комплекса за 2020 год.

Проведенный анализ распределения потребления электрической энергии между участками показывает, что на вспомогательные участки, освещение и обогрев производственного комплекса приходится около 22 % потребленной электрической энергии за 2020 год.

К крупным потребителям из вспомогательных участков, можно отнести аммиачно-холодильную компрессорную станцию, предназначенную для выработки холода с целью охлаждения воды до температуры 4 °С – 7 °С, используемой в технологических и производственных процессах. АХКС работает пять месяцев, в период с сентября по март станция не задействована. Потребление АХКС составило 244 тыс. кВт/ч за 2020 год. Насосную станцию участка водоснабжения и водоотведения, обеспечивающую подачу и отведение технологической воды для производственного процесса, воды для бытовых нужд, внутреннего пожарного водопровода и пожарных гидрантов. Общее потребление участка составило 244 тыс. кВт/ч за 2020 год.

Для обогрева производственного комплекса используются инфракрасные промышленные обогреватели мощностью 6 кВт в количестве 40 единиц. Период работы оборудования составляет 5 месяцев, доля в общей структуре электропотреб-

ления занимает 16,1 %. Для внутреннего освещения производственного комплекса используются промышленные светодиодные светильники производителя «Ферекс» серии FBN мощностью 230 Вт каждый, в количестве 162 единицы, потребление за 2020 год составило 107 тысяч кВт/ч.

Проведенный детальный анализ режимов работы вспомогательных участков и оборудования производственного комплекса, показал, имеющиеся не реализованные возможности оптимизации расходов электрической энергии без нарушения технологического процесса:

1. Алгоритм работы системы оборотного водоснабжения насосной станции, состоят из двух насосных групп – контура потребителей и контура градирни, – а также вентиляторов градирни, предусматривает, что при включении запускаются обе насосные группы с целью поддержания требуемого давления в системе, а вентиляторы градирни начинают работать только в том случае, если температура воды превышает заданную уставку. При более глубоком анализе выяснилось, что при температуре воды ниже уставки также отсутствует необходимость работы насосной группы контура градирни. При запуске оборудования температура достигает уставки только через 1,5 ч, а при отключении насосной группы за 1,5 ч до окончания рабочей смены температура воды не успевает достичь уставки. Таким образом, в течение восьмичасовой смены появляется возможность отключения насосной группы контура градирни на три часа.

2. Использование в отопительный период холодильных установок аммиачно-холодильной компрессорной станции в режиме теплового насоса. При этом теплоносителем будет являться вода охлаждения компрессоров станции, нагретая до температуры 80 градусов в самом тепловом насосе. Данный теплоноситель может использоваться для обогрева административно-бытовых помещений инженерной вставки производственного комплекса.

3. Проведение реконструкции световых (зенитных) фонарей, путем замены существующего остекления выполненного из армированного стекла с низкой светопропускной способностью, на остекление из монолитного поликарбоната с светопропускной способностью до 100 %. Реконструкция фонарей с устройством в них клапанов дымоудаления позволит:

1. Максимально использовать световую активность естественного освещения, что позволит снизить затраты на внутреннее искусственное освещение до 30 %;

2. Использовать клапана дымоудаления в качестве естественной циркуляции воздуха, что позволит снизить затраты на устройство принудительной приточно-вытяжной вентиляции.

В заключении стоит отметить, что предложенные технические решения, по оптимизации затрат электрической энергии, требует детальной технико-экономической проработки, с учетом существующих цен на монтаж, эксплуатацию и оборудование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ – Текст : электронный //Консультант Плюс URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978 / (дата обращения: 10.11.2021).

2 Об утверждении плана мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации: Распоряжение Правительства РФ от 01.12.2009 г. № 1830-р – Текст : электронный // Электронный фонд нормативно-правовых и технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/902188526> / (дата обращения: 10.11.2021).

3 ГОСТ 31532-2012 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав Показателей. Общие положения: межгосударственный стандарт: дата введения 2015-01-01 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 12 с. – Текст: непосредственный.

4 ГОСТ Р 56828.29-2017 Энергосбережение. Порядок определения показателей (индикаторов) энергоэффективности : национальный стандарт: дата введения 2017-08-08 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 13 с. – Текст: непосредственный.

5 ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения: национальный стандарт: дата введения 2011-07-01 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 15 с. – Текст: непосредственный.

6 ГОСТ Р 56828.19-2017 Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Методология идентификации показателей энергоэффективности. : национальный стандарт: дата введения 2017-2-01 Федер. агентство по техн. регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 14 с. – Текст: непосредственный.

7 Стрельников Н.А. Энергосбережение: учеб. пособие / Н. А. Стрельников. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 72 с.

8 Сергеев Н.Н., Методологические аспекты энергосбережения и повышения энергетической эффективности промышленных предприятий: Монография / Сергеев Н.Н. «Удмуртский Университет», Ижевск 2013 г. -116 с.

9 Климова Н.Г. Энергоснабжение на промышленных предприятиях: Учебное пособие/ Г.Н. Климова.–Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 186 с.

10 Копцев Л.А., Копцев А.Л. Нормирование и прогнозирование потребления электроэнергии на промышленном предприятии // Промышленная энергетика. 2011. № 1. С. 18-23.

УДК 621.315

Соловьев Вячеслав Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru
Solovyov Vyacheslav Alekseevich - Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Славнов Кирилл Константинович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kirill_3568@mail.ru
Slavnov Kirill Konstantinovich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kirill_3568@mail.ru

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПОИСКА И ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR FINDING AND DETECTING POWER LINE FAULTS

Аннотация. В данной статье приведены основные факторы неисправностей, влияющих на надежную эксплуатацию ЛЭП. Рассмотрены существующие методы поиска и обнаружения дефектов и неисправностей линии электропередач. Проведена оценка возможности автоматизации процесса диагностики состояния ЛЭП.

Abstract. This article presents the main factors of malfunctions affecting the reliable operation of power lines. The existing methods of search and detection of defects and malfunctions of the power line are considered. An assessment of the possibility of automating the process of diagnosing the condition of power lines has been carried out.

Ключевые слова: линия электропередач

Key words: power line

Воздушные линии электропередач (ВЛ) используются для передачи электрической энергии от источника питания до потребителя. Чтобы избежать возникновения аварийных ситуаций, а, следовательно, и обесточивание потребителей, необходимо проводить своевременные осмотры линии электропередач (ЛЭП) и оперативно устранять обнаруженные неисправности.

Линия электропередач является конструктивно сложным объектом, состоящим из множества элементов, таких как опоры (деревянные, металлические, железобетонные), изоляторы (фарфоровые, стеклянные), провода, грозозащитные тросы, заземляющие устройства, контактные соединения, а также непосредственно трасса ВЛ. Так, для обнаружения определённых нарушений и неисправностей достаточно визуального обследования ЛЭП. К таким нарушениям относятся [1]:

- наличие в охранной зоне ВЛ различных горючих материалов, разведение огня;

- наличие на краю просеки отдельных деревьев, угрожающих падением на провода ВЛ или разрастанием в сторону ВЛ на недопустимые расстояния;

- отсутствие условных обозначений, нумерации опор, предупредительных плакатов на опорах ВЛ;

- наклон опор вдоль или поперек линии сверх допустимых норм, деформация отдельных частей опоры, отсутствие соосности стоек и подножников у опор с оттяжками;

- неплотное прилегание пяты опоры к поверхности фундамента, несоответствие диаметров гаек диаметрам анкерных болтов, приварка анкерных болтов к пяте опоры вместо крепления гайками, отсутствие гаек на анкерных болтах; отсутствие деталей на металлических опорах;

- отсутствие скоб, прикрепляющих заземляющие спуски к опоре;

- выступание заземлителей над поверхностью земли;

- наличие на опорах птичьих гнезд и других посторонних предметов;

- отсутствие гаек, замков или шплинтов и др.

В случаях, когда визуально неисправность обнаружить невозможно, используют специальные средства и инструменты. Так, для определения отклонения вертикальных частей опоры от нормального положения необходимо пользоваться отвесом или геодезическими инструментами, тяжение в оттяжках опор проверяют с помощью индикаторов натяжения или динамометров, для определения состояния металла опор поврежденные коррозией места следует очищать от ржавчины, после чего штангенциркулем или кронциркулем измеряется оставшееся сечение детали и сравнивается с проектным.

Для поиска неисправностей изоляторов, согласно [2], принято использовать электронно-оптические дефектоскопы. Данные устройства позволяют дистанционно исследовать подвесную, опорно-стержневую изоляции на предмет наличия дефектов, а также для поиска очагов активных коронных разрядов и поверхностных частичных разрядов. Так, в [2] рекомендуется использовать электронно-оптические дефектоскопы типа «Филин» и «Коршун». Помимо этого, авторы [3] утверждают,

что дефектоскоп типа «Филин» можно использовать для определения степени загрязнённости стеклянных изоляторов. Однако, по словам авторов, данный вид контроля возможен только при полном увлажнении слоя загрязнения на изоляторах, что возможно только при воздействии тумана или сильной мороси.

Помимо традиционных методов, всё большую популярность набирает способ поиска и обнаружения нарушений и неисправностей на ЛЭП с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Так, ряд компаний предоставляют услуги по обнаружению дефектов на трассе (наличие строений и прочих объектов в охраняемой зоне ВЛ, упавшие на провода и опоры деревья и др.), дефекты опор (падение или повреждение опор, отклонение опор от вертикали и др.), дефекты проводов и арматуры (обрыв проводов, разрушение изоляторов и др.). Во время поиска неисправностей ведётся фото- и видеосъёмка обследования ЛЭП, а также есть возможность использования специального навесного оборудования, такого как тепловизионные приборы и приборы для исследования в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Помимо этого, с помощью БПЛА можно осуществить сканирование ЛЭП, а затем с помощью программного обеспечения создать цифровую 3D-модель объектов ЛЭП [4].

Традиционные методы идентификации дефектов ЛЭП требуют больших временных и финансовых вложений, а также существует опасность для здоровья и жизни сотрудников обслуживающих компаний. В случае аварийной ситуации поиск и обнаружение места аварии может занять длительное время. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет сократить время обследования объектов ВЛ, однако управление БПЛА подразумевает использование специально обученного оператора, который будет осуществлять идентификацию неисправностей ЛЭП в режиме реального времени.

На основании выше изложенного можно констатировать, что использование БПЛА в структуре обслуживания ЛЭП позволит оперативно выявлять появившиеся нарушения в системе ЛЭП, реализовать систему мониторинга состояния ЛЭП, снизить затраты на оплату обслуживающего персонала, уменьшить влияние человеческого фактора в оценке состояния ЛЭП, автоматизировать процесс диагностики состояния ЛЭП.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 РД 34.20.504-94 Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 кВ. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 200 с.

2 СТО 56947007-29.240.003-2008 Методические указания по дистанционному оптическому контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35-1150 кВ. – М.: 2005. – 31 с.

3 Арбузов, Р.С. Оценка степени загрязнения изоляции ЛЭП с применением ЭОД «Филин-6» / Р.С. Арбузов, А.Г. Овсянников // ЛЭП-2008: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс : материалы Третьей Российской с междунар. участием науч.-практ. конф., Новосибирск, 3-5 июня 2008 г. – С. 229-232.

4 Обследование ВЛ с БПЛА и другие методы контроля и поиска повреждений на воздушных линиях [Электронный ресурс] / Информационный проект – Режим доступа: <https://test-energy.ru/obsledovanie-vl-s-bpla/> (дата обращения: 02.12.2021).

УДК 681.2.082

Столяров Евгений Витальевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: jeanstolyarov@mail.ru

Stolyarov Evgeniy Vitalyevich – master student, Eastern State Transport University, e-mail: jeanstolyarov@mail.ru

Малышева Ольга Александровна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электротехника, электроника и электромеханика», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: malyshevaoa@list.ru

Malysheva Olga Aleksandrovna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Electrical Engineering, Electronics and Electromechanics Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: malyshevaoa@list.ru

КОНТРОЛЬ ГОРЕНИЯ, ЗАЩИТА ОТ ПОГАСАНИЯ И ПОДХВАТ ФАКЕЛА ТВЁРДОТОПЛИВНОГО КОТЛА: ОТ ТЕРМОПАРЫ К ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ

COMBUSTION CONTROL, EXTINGUISHMENT PROTECTION AND CAPTURE OF A TORCH OF A SOLID FUEL BOILER: FROM A THERMO COUPLE TO OPTICAL METHODS

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос необходимости контроля, защиты от погасания и подхвата факела топки твёрдотопливных котлов, что значительно влияет на максимально эффективное сжигание топлива, получение качественного горения при использовании низкосортных видов углей в энергосистемах Российской Федерации.

Abstract. The article discusses the need for control, protection from extinction and pickup of the torch of solid fuel boilers, which significantly affects the most efficient combustion of fuel, obtaining high-quality combustion when using low-grade types of coal in the energy systems of the Russian Federation.

Ключевые слова: топка котла, поверхности нагрева топки, контроль горения, погасание факела, подхват факела, оптические методы контроля, пульсация факела.

Key words: boiler furnace, furnace heating surfaces, combustion control, flame extinction, flame pickup, optical control methods, flame pulsation.

Введение

Обеспечение качественной поставки электроэнергии является для энергетики Дальнего Востока приоритетным направлением. Контроль над горением факела топки котла и защита от его погасания – являются основными составляющими системы качественной непрерывной выработки электроэнергии. В системе современной энергетики электростанции, работающие с твёрдотопливными котлами, как правило, используют низкосортные энергетические угли марки антрацитовый штыб (АШ), тощие (Т), газовые (Г), длиннопламенные (Д). Связано это с тем, что использование низкосортных углей направлено на внутренний рынок, качественный уголь отправляется на экспорт. Данное решение повлекло за собой создание комплекса технологических решений по сжиганию низкосортных углей. Практика показала, что совершенствование работающих агрегатов трудоёмко, но необходимо для улучшения системы работы котлов.

Принципы поддержания горения факела котла

Теплота, выделяемая продуктами сгорания топлива, подразделяется на излучение (радиацию) и конвекцию, поэтому поверхности нагрева топки котлов соответственно подразделяются на три группы: радиационные, конвективные, полуррадиационные (радиационно-конвективные).

Сгорание топлива происходит в факеле, который заполняет объём камеры, имеющей прямоугольную форму [2]. Данную камеру называют топкой. Перед пода-

чей в факел топливо измельчают до состояния пыли специальными угольными мельницами, но до попадания в неё топливо проходит этапы дробления, сушки и измельчения. Эти этапы обеспечиваются системой устройств пылеприготовления. Далее топливная пыль нагнетается первичным воздухом в горелки топки для сгорания. Внутреннюю часть стен топки покрывают кипятельными трубами, устанавливая их вертикально. Это позволяет выступить трубной системе в роли теплообменника, поглотить большее количество тепла и саккумулировать температурные излучения максимально для последующей передачи к рабочей среде (вода, пар, воздух, пароводяной смеси) от теплоносителя-топки. Данное приспособление назвали топчным экраном. Вверху топки устанавливают пароперегреватель, отделяя его от котельных пучков в выходном окне полурадационной поверхностью нагрева - фестом, состоящей из труб заднего экрана, разведённых на большое расстояние многорядными пучками. Фестон рассеивает излишки теплоты, влияющей на оборудование, и свободный выход газов и летучих зол из топки. Нижнюю часть топки изготавливают в виде усечённой воронки для самоудаления остатков сгорания топлива – шлака. Температура воронки значительно ниже, чем в самой топке, и поэтому она называется – холодной. Основным элементом факела в топке является вихревая горелка. Основной задачей горелочного устройства является подача и смешивание дозированного количества топлива и воздуха, обеспечивая стабильное воспламенение факела и минимальное образование токсичных веществ. Тип горелок и их расположение определяются способом шлакоудаления, профилем котла, выбранной схемой пылеприготовления и качеством сжигаемого топлива [2].

Особенности системы контроля и защиты от погасания факела

Ранее контроль и защиту от погасаний факелов в основном обеспечивала система терморпар, установленная внутри топок, но многолетний опыт эксплуатации показал, что термоэлектрический метод несмотря на то, что является экономичным, удобным для применения и предоставляет возможность производить замеры на высоких температурах, тем не менее его большая инерционность не реагирует своевременно на изменения положения факела, а нахождение одного спая терморпары при известной температуре приводили к не менее большим погрешностям при замерах. Контакт с сжигаемыми частицами топлива, обладающих высокими абразивными свойствами, стало причиной максимального быстрого износа контактов терморпар. В связи с этим, на ГРЭС стали внедряться оптические методы контроля положения факела и защиты от его погасания. Оптические системы решили самые сложные многофункциональные задачи с высокими характеристиками точности, надежности, быстрей действия, пропускной способности, возможностями логической и математической обработки информации [3].

Оптическая система контроля положения и защита от погасания факела на современном этапе развития состоит из: сигнализатора (блока управления), использующего в своих микроконтроллерах протокол modbus rtu, и двух фотодатчиков, устанавливаемых последовательно и передающих сигналы по двухканальной системе связи с блоком управления.

Спектральные характеристики пламени зависят от вида сжигаемого топлива. При сжигании природного или сжиженного газа в излучении факела преобладает ультрафиолетовое (УФ) и инфракрасное (ИК) излучения. Для жидкого топлива (дизельное топливо, мазут, нефть – ИК-излучение, для твёрдого топлива (угольная пыль, бурый уголь, дрова) – ИК-излучение, видимое излучение (ВК) [4]. Однако стоит отметить факт, что фотодатчики, считывающие видимое излучение в твёрдотопливных котлах, уступают в надёжности исключения влияния излучения от поверхностей нагрева топки на параметры работы фотодатчикам, работающим на инфракрасном излучении. Несмотря на это в основном используются ВК-датчики, т.к. себестоимость ИК-датчиков значительно выше.

Использование фотодатчиков

Все фотодатчики преобразовывают световой поток (пульсацию факела) излучения факела в электрический сигнал ток или напряжения (в границах 4-20 мА). Далее параметры этого сигнала анализируются блоком управления сравнительными методами. Если границы значений превышаются, то блок управления выдаёт релейный сигнал о наличии горения факела, если – меньше установленных границ, то выдаётся звуковой сигнал о погасании факела на пульт управления котла. Таким образом, система контроля положения факела топки котла дополнительно является и системой защиты котла от погасания факела.

В топках котлов фотодатчики устанавливаются таким образом, чтобы визуализация осуществляла контроль положения факела топки в пределах от 30 до 100 % от номинальной мощности во время работы котла и независимое от вида топлива и его комбинаций при сжигании. В частности, на Партизанской ГРЭС Приморского края в топке котлов фотодатчики устанавливаются по схеме (рисунок 1).

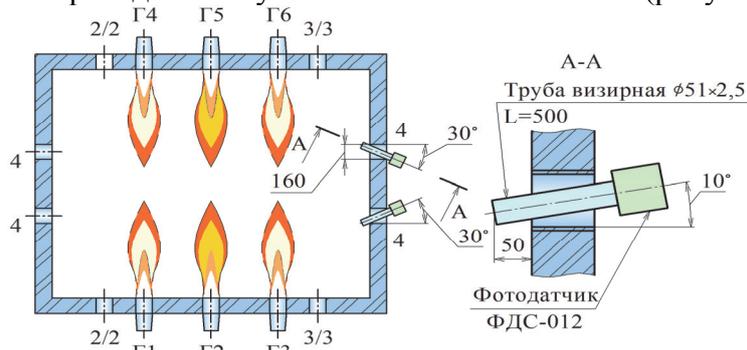


Рисунок 1 – Схема установки фотодатчиков котла ТП-170: (Г1Г3Г4Г6 – вихревые горелки, Г2Г5-муфельные горелки для растопки, 2/2, 3/3, 4/4 отверстия для визирных труб)

Фиксация показаний систем контроля положения и защиты от погасания факела осуществляется специализированным программным обеспечением с постоянным контролем через АРМ оператора. Это позволяет своевременно спрогнозировать работу котла на различных видах топлива и добиться полноценного использования номинальной мощности котлоагрегатов электростанций. Необходимо добавить, что, используя систему контроля положения и защиты от погасания, на Партизанской ГРЭС опытным путём изменив электрическую схему в части включения звукового сигнала при погасании на включение реле управления мазутных задвижек растопки котлоагрегатов удалось внедрить новую функцию вышеуказанных систем – подхват факела при погасании. Это позволило не только своевременно предупредить погасание факела, но и принять меры по её предотвращению до вмешательства оператора котла, тем самым увеличив качество сжигания топлива. Тем не менее, оптические системы имеют недостатки. Основным - является необходимость независимого охлаждения частей системы. Радиаторных элементов визирной трубы фотодатчиков не хватает для обеспечения стабильной работы. Устройства фотодатчиков требуют дополнительной установки систем вентиляции, обеспечивающие температуру нагрева не выше 40 °С и подачу сухого и чистого воздуха в зависимости от нагрузки во время сжигания топлива котлоагрегата. Постоянное содержание системы контроля положения, защиты от погасания и подхвата факела топки в чистоте требует использование дополнительной рабочей единицы, т.к. оператор котла физически не в состоянии обеспечить своевременную очистку этой системы.

В России в связи с развитием стратегии импортозамещения, на предприятиях энергетики применяются системы контроля положения, защиты, подхвата факела котла марки «Факел-012». На данном этапе развития производитель, пытаясь сни-

зитель стоимость систем инфракрасным излучением, выпустил «Факел-012-3М», в которой используется смешанное считывания видимого и инфракрасного излучения. Практика использования на Партизанской ГРЭС этих систем доказала, что при меньших затратах финансовых ресурсов предприятия можно получить надёжную и качественную работу данного оборудования.

Выводы

На основании вышеизложенного материала об общих принципах и основах горения можно сделать вывод, что оптические системы контроля положения, защиты от погасания и подхвата факела, достойная замена устаревшей системе терморпар. При доступных финансовых затратах предприятия энергетики получают качество, надёжность и стабильность работы данных систем. Имеющиеся недостатки устранимы и своевременно выявляемы, что позволяет значительно снизить аварийность всего оборудования котлоагрегатов. Устройства контроля наличия факела котла, например, «Факел-012», не только модифицируются, но с их помощью можно разработать и совершенно новое оборудование с новыми функциями, не неся при этом больших финансовых и ресурсных потерь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Мессерле В.Е., Устименко А.Б., Аскарлова А.С., Нагибин А.О. Горение пылеугольного факела в топке с плазменно-топливной системой// Теплофизика и аэромеханика. – 2010. – Т. 17. - №3. – с. 467-476.

2 Мадоян А. А. Балтян В. Н. Гречаный А. Н. Эффективное сжигание низкосортных углей в энергетических котлах. – М.: Энергоатомиздат, перераб. и доп., 2015. – С. 100-102.

3 Коротаяев В.В., Прокофьев А.В., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные преобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. Оптико-электронные преобразователи линейных перемещений. Учебное пособие. -СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 114 стр.

4 Иванов А.Н., Киреенков В.Е., Носова М.Д. Дифракционные методы контроля пространственного положения объектов // Известия ВУЗов. Приборостроение. - 2013. - №11. –с. 77-85.

УДК 502:681.5

Суздорф Виктор Иванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: susdorf@mail.ru

Suzdorf Viktor Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: susdorf@mail.ru

Дадашова Фарида Ильясовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: farida_azusa-mukami@mail.ru

Dadashova Farida Ilyasovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: farida_azusa-mukami@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED TRACKING SYSTEMS IN ENVIRONMENTAL MONITORING

Аннотация. В данной работе дана оценка нынешней экологической обстановке, выделена одна из наиболее серьезных экологических проблем – глобальное потеп-

ление. Освещается один из способов внедрения автоматизации в экомониторинг – автоматизированная следящая система за Солнцем.

Abstract. This paper assesses the current environmental situation, highlights one of the most serious environmental problems – global warming. One of the ways of introducing automation into ecological monitoring is presented – an automated tracking system for the Sun.

Ключевые слова: экологический мониторинг, системы слежения, автоматизация, глобальное потепление, экология.

Key words: ecological monitoring, tracking systems, automation, global warming, ecology.

Введение

Высокий рост промышленной индустриализации привел к огромному числу выбросов в атмосферу вредоносных веществ, что в свою очередь, послужило образованию парникового эффекта. Эти и многие другие антропогенные факторы заметно ускорили тенденцию увеличения температуры планеты. Потому, на сегодняшний день является актуальным вопрос о принятии мер для борьбы с глобальным потеплением.

Применение автоматизированных систем, в том числе и систем слежения, значительно помогают решить вышеупомянутый вопрос. Такие системы применяют в экомониторинге: при измерении уровня загрязнения воздуха или объема парниковых газов; при оценке нормативного количества выбрасываемых веществ в атмосферу различными производствами; при прогнозировании тенденции увеличения температуры планеты.

Текущая экологическая обстановка

Приблизительно в 60-х годах XX века появился вывод ученых о глобальном характере экологической проблемы. Появление такого вывода связано с анализом экологической обстановки планеты. Сложной экономической обстановке планеты предшествовал бурный экономический рост. Бурный экономический рост – это следствие стремительного роста промышленности, индустриализации, новых крупных городов, населения. Нерациональная добыча и эксплуатация природных ресурсов планеты (в основном исчерпаемых) привело к деградации почв, опустыниванию, сокращению площади лесов, загрязнению воздуха.

Одной из главных и опасных экологических проблем, на сегодняшний день, является глобальное потепление. Глобальным потеплением называют растущее среднее значение температуры окружающей среды за последнее столетие. Исследователями замечено, что начиная с 70-х годов прошлого века, рост температуры увеличился в несколько раз. Причина такого роста – бурный рост индустриальной деятельности человека.

Резкий скачок развития промышленности, эксплуатация и изучение недр Земли, освоение и экологически не безопасная добыча ископаемых привели к выделению большого количества парниковых газов, что ускоряет рост температуры поверхности планеты. Эксперты отмечают повышение температуры воды, воздуха (примерно на 0,74 °C), что согласно научным исследованиям, может привести к катастрофическим последствиям.

К таким последствиям можно отнести следующие проблемы:

1. Проблема увеличения углекислого газа в составе атмосферы планеты.
2. Проблема повышения активного испарения вод планеты (морей, озер и рек). Если тенденция испарения продолжится, то объемы вод Мирового океана на планете значительно уменьшатся.
3. Проблема таяния ледников. При таянии ледников стремительно увеличивается уровень воды в Мировом океане, что приводит к массовым затоплениям прибрежных населенных пунктов и наводнениям береговых низменностей.

Также к негативным последствиям глобального потепления можно отнести: разброс температур; сокращение объема питьевой воды; глобальные экологические

катастрофы; рост числа зон, не пригодных для комфортного существования, на планете; сокращение биоразнообразия флоры и фауны [1].

Современная экологическая обстановка требует постоянного наблюдения за антропогенными процессами, негативно влияющими на биосферу планеты. Данное наблюдение должно нести глобальный характер с применением современных технических средств, в том числе и автоматизированных. На сегодняшний день, данная задача решается при помощи применения государством экологического мониторинга.

Экологический мониторинг

Под мониторингом (от англ. monitoring – отслеживание) подразумевают постоянное наблюдение за каким-либо процессом с целью фиксирования соответствия тех или иных параметров желаемому результату. Наблюдение за тем или иным процессом должно осуществляться систематически, с определенной заданной периодичностью, и использованием одинаковой системой индикаторов.

Изначально мониторинг был применен в почвоведении, после – в экологии; на сегодняшний день мониторинг исследуется и применяется в технических, социальных, медицинских и прочих различных сферах практической деятельности. В экологии понятие «мониторинг» рассматривается как автоматизированная информационная система наблюдений, с целью фиксирования изменения процессов, анализа и прогнозирования изменений.

Экологический мониторинг (мониторинг окружающей среды) – это комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды; в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями; оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды.

Основными целями экомониторинга являются:

- наблюдения за антропогенным загрязнением атмосферы, гидросферы, почвы, грунтов;
- фиксирование изменений в экосистеме и последующий анализ актуальной информации;
- наблюдение за определенными химическими, биологическими и физическими процессами, протекающими на планете;
- предоставление оценки и прогнозирования поведения тех или иных процессов и изменений экосистемы под воздействием природных и антропогенных факторов;
- накопление результатов наблюдений, прогнозирования и оценок; архивирование данной информации и передача ее государственным структурам охраны природы [2].

Организация эффективного экологического мониторинга осуществляется при помощи современных автоматизированных систем.

Современные автоматизированные системы для экологического мониторинга могут включать в себя следующие элементы:

1. Датчики, определяющие те или иные параметры окружающей среды: температура (воздуха, воды); уровень соли в воде; уровень солнечной радиации; количество ионного металла в воде; концентрация вредоносных веществ в атмосфере и водной среде.

2. Датчики определения биологических параметров: прирост древесины; увеличение растительности; образование гумуса почв.

3. Источник мобильного и автономного электропитания, чем могут являться современные и мощные аккумуляторы или высокоэнергетически эффективные солнечные батареи.

4. Радио и радиоприемные системы, не больших габаритов и большим радиусом покрытия сигнала.

5. Современные и мощные ЭВМ.
6. Информационно-измерительные системы, представляющие собой сеть автоматических стационарных станций для экомониторинга.
7. Центральное устройство управления с аппаратурой передачи данных, для осуществления обратной связи между стационарными исследовательскими станциями [3].

Автоматизированные системы слежения за Солнцем

Нефтяная промышленность, в частности, добыча и использование нефти в энергетике, является главным источником выбросов парниковых газов, приводящих к ухудшающему изменению климата. На сегодняшний день, в большинстве своем, нефть используется в качестве топлива для передвижных средств и выработки электроэнергии. Поэтому очень важен вопрос о применении экологически безопасных способах получения электроэнергии [1].

К альтернативным способам получения электроэнергии из природным ресурсом можно отнести: геотермальную энергетику; гидроэнергетику; солнечную энергетику; ядерную энергетику и пр. Наиболее предпочтительной, в сравнении с другими вариантами, является солнечная энергетика. Данный способ, в сравнении с ядерной энергетикой, наиболее безопасен при возникновении аварийных ситуаций; и универсален при расположении станций (солнечные батареи могут располагаться на суше и водной поверхности), тогда как для гидро- и геотермальных электростанций необходимо наличие термальных источников или же водной среды.

Существует множество способов получения электричества при помощи солнечной энергии: солнечные батареи первого и второго поколений; солнечные чернила; солнечная краска; нанокристаллические солнечные батареи и т.д. Наиболее простыми и интуитивно понятными в использовании являются солнечные батареи первого и второго поколений.

Основным недостатком солнечных батарей является низкий коэффициент полезного действия, т.е. низкая энергоэффективность. Для более эффективного использования солнечных батарей в качестве энергетических установок применяют различные методы повышения их энергоэффективности: используются фотоэлектрические преобразователи с улучшенными техническими характеристиками; применяют системы непрерывного автоматического слежения для солнечных батарей за Солнцем.

Внедрение автоматизированных систем в солнечную энергетику значительно повышает энергоэффективность солнечных энергоустановок [4]. Привычная для большинства солнечная батарея обычно располагается фиксировано на какой-либо поверхности (крыша дома, поверхность воды, газон, крыша автомобиля и т.д.). Солнце движется по эклиптической траектории, а потому неподвижная солнечная батарея лишь несколько часов в день способна наиболее максимально преобразовывать солнечные лучи в электричество. В остальное же время солнечная панель получает лишь малую часть солнечного света, что приводит к уменьшению выработанной ею электрической энергии.

Мобильная и подвижная конструкция, имея некоторое количество степеней свободы, перемещает установленные на ней солнечные батареи в сторону максимальной освещенности от Солнца. Движение энергоустановки осуществляется за счет управляющей программы. В состав такой системы могут входить датчики положения, освещенности и проч. Таким образом, при помощи автоматики, осуществляется постоянная ориентация на Солнце, иными словами, выполняется автоматизированный мониторинг Солнца солнечной подвижной конструкцией.

Таким образом, внедрение автоматизации в солнечной энергетике приводит к мониторингу Солнца автоматизированными солнечными энергоустановками, обладающими большей энергоэффективностью, чем не автоматизированные конструкции с установленными на них солнечными батареями.

Также для корректной работы солнечных энергоустановок необходим мониторинг работы таких систем в различных климатических условиях. Осуществление оценки и анализа поведения автоматизированных систем солнечных энергоустановок, при различных климатических условиях, начинается с разработки регламента мониторинга, а именно конфигурации модельных солнечных энергетических систем (состав оборудования, величина нагрузки), состав системы мониторинга, перечень фиксируемых характеристик работы системы, порядок проведения измерений и обработки результатов [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Гурьева, М. А. Глобальные экологические проблемы современности: тенденции / М. А. Гурьева // Теория и практика научного развития. – 2015. – № 1. – С. 1-4.

2 Ганеева, Ж. Г. Определение понятия «мониторинг» в различных сферах его применения / Ж. Г. Ганеева // Челябинский государственный университет. – 2005. – № 1. – С. 30-33.

3 Носкова, А. И. Обзор автоматизированных систем мониторинга / А. И. Носкова, М. В. Токранова // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2017. – № 1. – С. 42-46.

4 Орлов, С. А. Влияние систем слежения на энергетические параметры солнечных установок / С. А. Орлов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2020. – № 4. – С. 55-58.

УДК 681.5

Сухоруков Сергей Иванович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электро-привод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ser-gei.svan@gmail.com

Sukhorukov Sergei Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: sergei.svan@gmail.com

Шанин Дмитрий Олегович – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: demon_x_91@mail.ru

Shanin Dmitry Olegovich – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: demon_x_91@mail.ru

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВНЕШНЕГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR EXTERNAL CONTROL OF AN INDUSTRIAL ROBOT USING TECHNICAL VISION

Аннотация. В статье выполнена разработка алгоритма внешнего управления роботизированным комплексом с применением технического зрения, для примера реализации выбрана игра в шашки с человеком. В промышленном масштабе возможно использование такого решения в большом спектре применений, от помощи человеку в работе до полностью автономной работы с самостоятельным принятием реше-

ний. Алгоритм помогает системе определять координаты расположения предмета, его размеры и траекторию его перемещения в конечную точку.

Abstract. The article develops an algorithm for external control of a robotic complex using technical vision, for an example of implementation, a game of checkers with a human is chosen. On an industrial scale, it is possible to use such a solution in a wide range of applications, from helping a person at work to fully autonomous work with independent decision-making. The algorithm helps the system to determine the coordinates of the location of the object, its dimensions and the trajectory of its movement to the end point.

Ключевые слова: робот, структура, изменяющееся окружение, техническое зрение.
Key words: robot, structure, changing environment, technical vision.

В современном мире активно развиваются подходы к построению роботизированных систем, способных функционировать совместно с человеком в динамически изменяющейся среде. Для этого необходимо применение различных по сложности сенсорных систем и алгоритмических подходов, включая элементы искусственного интеллекта. Примером одной из таких задач по взаимодействию робота с человеком может служить игра в шашки. Такая игра однозначно требует применения систем технического зрения как для распознавания изменений ситуации на игровой доске, так и для распознавания наличия человека в рабочей зоне робота для предотвращения их столкновений.

В работе [1] была выполнена разработка структуры роботизированного комплекса, функционирующего в условиях динамически изменяющейся окружающей среды. Для реализации комплекса были проанализированы варианты построения системы управления, проанализированы их достоинства и недостатки. Так как при автоматизации технологических процессов одним из критериев является экономичность системы [2], то для реализации системы был выбран вариант с применением системы технического зрения.

В рамках данной работы будет разработан алгоритм внешнего управления роботом со стороны контроллера системы технического зрения, позволяющий динамически формировать последовательность команд для робота на основании результатов распознавания изображений в рамках вышеописанной задачи.

Для реализации роботизированного комплекса, соответствующего разработанной структуре, осуществим ориентировочный подбор оборудования:

1. Робот: KUKA LBR iiwa 7 R800. Данный робот предназначен для работы в непосредственном взаимодействии с человеком, поэтому его применение наиболее безопасно при решении данной задачи;

2. Захват: электромеханический FESTO EHPS-25-A;

3. Система обработки видеосигнала и формирования команд траекторий перемещения: микрокомпьютер Nvidia Jetson NANO с алгоритмами распознавания видео, расчета игровых шагов и передачи команд управления роботом;

4. Камеры: web-камеры Logitech HD Pro C920.

Разработанная в рамках работы [1] структура роботизированного комплекса позволяет определять изменения, происходящие в рабочей зоне робота, связанные как с перемещением объектов по заранее предсказуемым координатам, так и случайные возмущающие события, происходящие в контролируемой зоне.

Для облегчения дальнейшего распознавания элементов игры введем следующие модификации шахматной доски: черные клетки заменим клетками серого цвета для исключения ошибок определения черной шашки на черном фоне. При исполь-

зовании серой клетки появляется четкая граница в цвете и яркости между клеткой и фигурой.

Рассмотрим этапы управления роботизированным комплексом:

1. Распознавание изображения:

На данном этапе необходимо определить форму и координаты объектов на поле игровой доски. К распознаваемым объектам относятся: квадраты белого и серого цветов (ячейки игровой доски) и круги белого и черного цвета (игровые фигуры). Для всех распознанных объектов необходимо определить их координаты и привязать их к некоторой системе координат игровой доски.

Для выполнения данного распознавания необходимо выполнить следующую последовательность преобразований [3]:

- предварительная обработка изображения для увеличения разницы между темными и светлыми пикселями:

- фильтрация помех;

- увеличение контрастности;

- проверка среднего уровня яркости. Если уровень яркости ниже заданного значения, то увеличение яркости.

- преобразование изображения (бинаризация), в результате которой элементы кадра примут только два значения. Для выполнения бинаризации используем экспериментальным образом настроенное пороговое значение, позволяющее оставить на изображении только черные и белые клетки доски с кругами белых фигур.

- поиск по бинаризованному изображению переходов с большим градиентом яркости между соседними пикселями. Такие группы пикселей будут описывать расположение границ шахматных клеток;

- выделение контуров квадратной формы среди найденных границ клеток и математическое масштабирование к реальным размерам игрового поля. В результате выполнения данного действия получаем набор координат, описывающий границы черных клеток на доске;

- поиск контуров круглой формы. В данной процедуре применяются те же самые действия, что и для распознавания квадратных клеток. В результате получаем массив, содержащий координаты центров белых шашек на игровой доске;

- повторная бинаризация исходного изображения с другим пороговым значением. Пороговое значение в данном случае должно быть таким, чтобы на изображении остались только черные шашки на белом поле;

- поиск контуров круглой формы. Действия выполняются аналогично предыдущим поискам контуров. В результате получаем набор координат центров черных фигур на игровой доске.

Полученные координаты объектов сохраняются в памяти в виде массива со следующей структурой:

Размерность массива совпадает с размерностью игровой доски (8 строк * 8 столбцов). В каждой ячейке сохраняется значение, соответствующее типу фигуры в данной ячейке на доске, либо нулевое значение, если фигуры в ячейке нет. В аналогичном массиве сохраняются в каждой ячейке координаты распознанных центров фигур для возможности последующего формирования координат перемещения робота.

2. Сравнение с предыдущей ситуацией на доске производится за счет сохранения массива расположения фигур на доске, полученный на предыдущем изменении. В случае, если предыдущая и текущая ситуация на поле отличаются (человеком сделан ход), контроллер производит обсчет возможных вариантов хода.

3. Принятие решения о ходе робота:

Робот принимает решение благодаря прописанному алгоритму игры в шашки и машинному зрению система проводит анализ координат перемещения шашки и производит ход.

Для этого используем один из известных алгоритмов для игры в шашки, например [4]. Результат формируется в виде двух адресов ячеек – стартовой и конечной, а также флага окончания хода. Флаг окончания хода необходим для обеспечения возможности формирования последовательности перемещений в рамках одного хода робота (например, в ситуации последовательного взятия нескольких шашек противника). В случае если текущее перемещение фигуры не является финальным внутри хода, то после физического перемещения фигуры генерируется следующая пара адресов ячеек и флаг окончания хода.

4. Формирование последовательности координат для перемещения робота. На данном этапе осуществляется формирование точных координат для перемещения робота и команды на захватывание/отпускание фигур. Для этого координаты необходимых фигур (в пикселях), определенные на этапе распознавания, масштабируются и преобразуются в координаты, соответствующие системе управления робота (в миллиметрах). После чего формируется цепочка команд, содержащая следующие компоненты: перемещение в точки над необходимыми фигурами; перемещение в точки захвата фигуры; команды на открытие-закрытие захвата; перемещение в позицию ожидания. К особенностям функционирования системы на данном этапе также следует отнести то, что на время перемещения робота сравнение с предыдущей ситуацией временно отключается; в случае появления в кадре непредусмотренных объектов (например, рука человека) роботу передается сигнал остановки для предотвращения столкновений.

5. Передача управляющих команд на СУ робота и их исполнение осуществляется посредством подключения контроллера робота и контроллера обработки видеосигналов по интерфейсу Ethernet, по которому происходит обмен командами и сигналами между роботом и системой распознавания.

Таким образом, разработанный в данной работе алгоритм обеспечивает распознавание ситуации в рабочей зоне промышленного робота-манипулятора (на примере задачи игры в шашки робота с человеком), формирует по результатам распознавания некоторое решение о необходимых дальнейших действиях робота, на основании принятых решений формирует траектории перемещения инструмента и передает их в качестве команд на систему управления робота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Шанин Д.О. Разработка структуры роботизированного комплекса, функционирующего в динамически изменяющейся среде / Шанин Д.О. Сухоруков С.И.

2 Ефимов, А.Ю. Исследование способов снижения энергетических затрат роботизированных производственных процессов / Ефимов А.Ю., Горькавый М.А., Киба Д.А., Гудим А.С. // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 80-82.

3 Тропченко А.Ю. Методы вторичной обработки и распознавания изображений / Тропченко А.Ю., Тропченко А.А. // Санкт-Петербург. 2015.

4 Статьи по программированию / Искусственный интеллект для игры в шашки [Электронный ресурс] 2015. // https://delgame.at.ua/publ/igrovy_e_algoritmy/iskustvennyj_intellekt_dlja_igry_shashki/2-1-0-89

УДК 334.75:351.713(575.3)

Тагоев Джумахон Хамроевич – канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика и управление агропромышленным комплексом», Таджикский национальный университет, e-mail: tagoev_d@mail.ru

Tagoev Jumakhon Khamroevich – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of Economics and Management of the Agroindustrial Complex Department, Tajik National University, e-mail: tagoev_d@mail.ru

Асоев Баходур Хайридинович – старший преподаватель кафедры «Экономика и туризм», Институт технологий и инновационного менеджмента в г. Кулябе, e-mail: asoev_86@bk.ru

Asoev Bahodur Khayridinovich – Senior Lecturer of Economics and Tourism Department, Institute of Technology and Innovation Management in Kulob, e-mail: asoev_86@bk.ru

ОПЫТ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ЮЖНО-АМЕРИКАНСКОГО РЕГИОНА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

EXPERIENCE OF THE ELECTRICITY MARKET OF THE SOUTH AMERICAN REGION AND POSSIBILITIES OF ITS USE IN THE COUNTRIES OF CENTRAL ASIA

Аннотация. Энергетика стратегически важный сектор для любой страны с развитой и развивающейся экономики, при этом роль электроэнергетики в мировой экономике постоянно растет. Основная цель является всестороннее изучение интеграционных процессов на рынке электроэнергетики стран Южно-Американского региона и возможности использования его опыта на рынке электроэнергетики стран Центральной Азии. Поэтому, в своей статье мы постарались проанализировать историю и этапы становления, требования к участию, индикаторы, принципы, цели и модели рынка электроэнергетики стран Южной Америки и возможности использования некоторого его опыта на рынке электроэнергетики стран Центральной Азии.

Abstract. Energy is a strategically important sector for any country with a developed and developing economy, while the role of the electricity industry in the global economy is constantly growing. The main goal is to comprehensively study the integration processes in the electricity market of the countries of the South American region and the possibility of using its experience in the electricity market in Central Asia. Therefore, in our article we tried to analyze the history and stages of formation, requirements for participation, indicators, principles, goals and models of the electricity market in South America and the possibility of using some of its experience in the electricity market in Central Asia.

Ключевые слова: энергетика, энергетический рынок, инвестиция, мировая экономика, региональный рынок, инвестиционный климат, интеграционный процесс.

Key words: energy, energy market, investment, world economy, regional market, investment climate, integration process.

Энергетика стратегически важный сектор для любой страны с развитой и развивающейся экономикой, при этом роль электроэнергетики в мировой экономике постоянно растет.

Опыт функционирования интеграции энергетических рынков показывает, что приоритетом интеграционных процессов в электроэнергетическом секторе является снижение потребности в энергоресурсах за счет выравнивания энергетической нагрузки (как ежедневной, так и годовой) в государствах-членах, расширения энергетических рынков и, как следствие, усиления конкуренции на новых интегрированных рынках.

В то же время существующие региональные и межгосударственные интегрированные энергетические сети различаются по масштабу, уровню развития институциональных и рыночных механизмов, качеству инфраструктуры и финансированию их расширения и модернизации.

Основная цель является всестороннее изучение интеграционных процессов на рынке электроэнергетики стран Южно-Американского региона и возможности использования его опыта на рынке электроэнергетики стран Центральной Азии.

Поэтому, в свою статью мы постарались проанализировать историю и этапы становления, требования к участию, индикаторы, принципы, цели и модели рынка электроэнергетики стран Южной Америки и возможности использования некоторого его опыта на рынке электроэнергетики стран Центральной Азии.

Южная Америка первой среди других развивающихся стран приступила к реформам в энергетическом секторе, направленным на создание конкурентного рынка электроэнергии [4]. Южно-Американский рынок электроэнергетики можно описать показателями, приведенными на рисунке 1.

Как показано на рисунке 1, участниками рынка электроэнергетики региона Южная Америка являются Аргентина, Бразилия и Уругвай. В Южно-Американском регионе большое внимание уделяется проекту интеграции Garabi, который направлен на установление обмена электроэнергией между энергосистемами только двух стран, Аргентины и Бразилии.

Аргентина и Бразилия являются странами со средним уровнем дохода. С начала 1990-х годов эти две страны были основными торговыми партнерами и членами-основателями (вместе с Уругваем и Парагваем) региональной торговой ассоциации МЕРКОСУР. Экономические и нормативные радикальные изменения произошли в Аргентине с конца 1990-х и начала 2000-х годов, в то время как другие страны не внесли никаких изменений в свою экономическую и электроэнергетическую политику [3, с.77].

Экономика Уругвая тесно связана с экономиками своих соседей, Бразилии и Аргентины, хотя Уругвай не принимает прямого участия в исследовательском проекте Garabi, он импортирует электроэнергию из Бразилии через Аргентину.

Аргентина и Бразилия обладают значительными запасами гидроэнергетики и газа. Потенциал гидроэнергетики составляет 44 ГВт в Аргентине и 144 ГВт в Бразилии, которые соответственно, при использовании только 1/4 из них. В 2015 году общая установленная мощность электростанций из всех источников производства энергии составляет около 31 ГВт в Аргентине и 161 ГВт в Бразилии.

Источник: Рисунок основан на анализе и исследованиях авторов.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ЮЖНО-АМЕРИКАНСКОГО РЕГИОНА	Участники рынка (Аргентина, Бразилия, Уругвай)
	Государства с доходами выше среднего
	Зависимость экономики Бразилии и Аргентины от Уругвая
	Участие Южно-Американских стран в проекте Garabi
	Помогать покрыть перебои с электроэнергией в Бразилии
	Значительные запасы гидроэнергетики и газа
	Различия в структуре производства электроэнергии: - Аргентина - тепловая энергия (64%); - Бразилия - гидроэнергетика (71%).
	Уязвимость бразильского гидроэнергетического сектора служит основой для создания межсистемных линий проекта Garabi.
	Время наводнения в Бразилии совпадает с самыми холодными зимними месяцами в Аргентине.
	Соответствие обеспечения региональной интеграции в сфере электроэнергетики целям региональной торговой ассоциации МЕРКОСУР.
	В каждой стране свои регуляторы на рынке (Аргентина - ENRE, Бразилия - ANEEL)
	Системные операторы участвовать в проекте Garabi (Аргентина - CAMMESA, Бразилия - ONS)
	Стоимость зависит от ежемесячной платы за 1000 МВт гарантированной мощности.

Рисунок 1 – Основные особенности рынка электроэнергетики Южно-Американского региона

Для двусторонней торговли разница в структуре производства электроэнергии вместе с сезонными различиями в ее потреблении в этих странах. Аргентина сильно зависит от выработки тепловой электроэнергии (64 %), в то время общая производственная мощность Бразилии за счет гидроэнергетика (71 %) настраивать [2].

Уязвимость гидроэнергетического сектора Бразилии в зимний период и засухи привели к созданию межсистемных линий Garabi. План подключения основан на контракте на 1000 МВт с гарантированной мощностью для передачи электроэнергии из Аргентины в Бразилию, но сезонные колебания и различия в сопротивлении между Аргентиной и Бразилией, учитывая смешанную разницу в топливе, позволяют проводить сезонные обмены электроэнергией. Сезон рост уровня воды в Бразилии совпадает с холодными зимними месяцами в Аргентине, что дает Бразилии возможность экспортировать электроэнергию в то время, когда Аргентина приветствует деньги на сокращение потребления газа.

Обеспечение региональной интеграции в электроэнергетическом секторе полностью соответствует целям региональной торговой ассоциации МЕРКОСУР. Данная ассоциация способствует развитию транспортной, энергетической и телекоммуникационной инфраструктуры на региональном уровне с целью интеграции двенадцати Южно-Американских стран и достижения справедливой и устойчивой модели территориального развития.

Аргентина и Бразилия имеют свои собственные органы регулирования рынка электроэнергетики. В Аргентине ENRE (El Ente Nacional Regulador de la Electricidad), созданная в 1992 году, действует как регулирующий орган и принимает решения о тарифных уступках, предоставляемых национальным правительством. В Бразилии был создан регулятор под названием ANEEL (Agencia Nacional de Energia Eletrica).

Таким образом, проанализировав авторами рынка электроэнергетики стран Южно-Американского региона, мы предлагаем следующие возможности использования и внедрения некоторые из них на рынке электроэнергетики стран Центрально-Азиатского региона:

1. В связи с разнообразием источников выработки электроэнергии в неблагоприятные сезоны для некоторых стран (холодное время года), дефицит электроэнергии должен полностью компенсироваться другими участниками рынка электроэнергетики.

2. В каждом государстве должны быть свои регулирующие органы на этом рынке, чтобы быть прозрачными в торговле друг с другом.

3. Независимо от национального законодательства, количества экспортированной электроэнергии должно предоставляться по цене, установленной соглашением между странами Центрально-Азиатского региона (например, цена 1000 МВт в сутки).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Исайнов, Х.Р., Асоев, Б.Х. Инновационная модернизация на рынке электроэнергетики стран Центрально-азиатского региона // Вестник ТНУ. Серия социально-экономических и общественных наук – Душанбе, 2021. №2. – С.13-20.

2 Зарубежная электроэнергетика [Электронный ресурс]. <https://www.npr-sr.ru/ru/market/cominfo/foreign/index.htm> #1 (дата обращения 30.11.2021).

3 Кудрявцева, Е. Энергетическая составляющая экономической интеграции стран МЕРКОСУР / Е. Кудрявцева // Мировая экономика и международные отношения. – 2008. – №2. – С.77.

4 Окно возможностей для трансформации энергетического сектора закрывается. Обзор мировой электроэнергетики, PwC (15-й выпуск) [Электронный ресурс]. <https://www.pwc.ru/ru/energy-utilities-mining/publications/assets/pwc-obzor-mirovoy-elektroenergetiki-ru.pdf> (дата обращения 30.11.2021).

5 Тагоев, Дж.Х. Структура инвестиций в основной капитал: оценка, состояние и тенденции развития // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. – Душанбе: «СИНО», 2013. – №2/4 (114). С. 50 – 55.

УДК 004.896

Тимофеев Антон Константинович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Timofeev Anton Konstantinovich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Сотников Илья Владимирович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Sotnikov Ilya Vladimirovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Черный Сергей Петрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Cherny Sergey Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ

POSSIBLE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AND INCREASING INTELLECTUAL PROPERTIES OF FUZZY SYSTEMS

Аннотация. В данной работе рассмотрены проблемы проектирования систем управления сложными объектами. Приведено описание преимуществ нечетких систем, их принципиальное отличие в сравнении с традиционными системами управления. Рассмотрены перспективные направления развития нечетких систем управления.

Abstract. In this paper, the problems of designing control systems for complex objects are considered. The advantages of fuzzy systems and their fundamental difference in management from traditional management theories are described. Promising directions of development of fuzzy control systems are considered.

Ключевые слова: нечеткая система управления, нечеткая логика, интеллектуальная система.

Key words: fuzzy control system, fuzzy logic, intelligent system.

В современных производственных процессах существует комплекс неожиданных качеств для классической теории управления (ТАУ). Подобным «слабоструктурированным» объектам соответствуют такие свойства, как не стационарность параметров и структуры, неполнота информации, а порой и практически полное отсутствие формального описания объекта. Объекты, не предоставляющие полной информации, относительно мало изучены, что значительно усложняет их точное математическое описание, что значительно отражается на задаче управления данным классом с точки зрения классической ТАУ [4].

Это обусловлено принципом построения традиционной системы автоматического управления, необходимостью формального описания объекта управления и формированию критериев управления на основе математического аппарата, использующего количественные категории. В ситуациях, когда невозможно выполнить выше описанные критерии в количественных терминах, традиционная теория автоматического управления оказывается неприменимой. В случае детерминированных и стохастических систем успешно применяется классическая ТАУ для построения

САУ, с другой стороны при применении традиционных методов на различные области, например: биосинтез, химико-технологические процессы и т.п., не удастся получить ощутимых практических результатов.

Подобными же слабоструктурированными объектами успешно управляет человек-оператор, способный наблюдать и анализировать информацию, производить необходимые выводы и принимать эффективные решения в условиях нечеткой, неполной информации. Благодаря интеллекту, человек способен оперировать качественными неформализованными понятиями, что позволяет эффективно справляться с неопределенностью, сложность процесса управления. В результате бурного развития вычислительной техники, в промышленности активнее интегрируются и развиваются новые методы интеллектуального управления. Одним из таких развивающихся направлений является нечеткое управление (fuzzy control). Теория нечеткого управления – это одна из множества теорий интеллектуальных систем, применяемая при синтезе НЛР, нечетких систем автоматического управления и др. [3].

Теория нечеткого управления включает в себя нечеткую логику (fuzzy control), сформированную на базе математической теории нечетких множеств, которая позволяет использовать информацию без интерпретации в количественных терминах. Благодаря вышеописанным достоинствам, нечеткие системы имеют преимущество в сравнение с традиционными системами, в рамках среды функционирования, за счёт наиболее адекватного описания.

Внедрение данного аппарата позволяет создавать нечеткие системы управления для различных классов объектов, способных эффективно справляться с задачами управления в условиях, когда традиционные методы имеют ряд ограничений или неприменимы по причине отсутствия достаточной информации об объекте управления [1].

Основной функцией интеллектуальных САУ, качественно отличающихся от других видов систем автоматического управления, можно назвать реализацию человекоподобных рассуждений и действий, целенаправленных на достижение конкретного результата. Одним из направлений развития нечетких систем можно выделить применение принципов многокаскадности.

Такой подход реализации структуры системы управления позволяет существенно повысить интеллектуальность, благодаря внедрению управляющих внешних блоков и формированию управляющих воздействий на основе принятых решений. Созданная таким образом интеллектуальная система управления является качественно новой системой управления сложными объектами, так как в её основе лежат не только данные, но и знания.

Основой многокаскадной нечеткой системой управления является база знаний, синтезированная на основе знаний экспертов, содержащая правила управления объектом. Первый каскад выступает в роли экспертной системы, которая на основе имеющихся данных, вырабатывает управляющее воздействие на элементы внутреннего каскада. Данный класс систем управления будет незаменим для целого ряда задач и объектов, однако, при постоянном увеличении потребностей в обработке больших объёмов данным и увеличивающейся сложности, слабоструктурированности объектов, становится, очевидно, что дальнейшее развитие интеллектуальности нечетких систем будет включать в себя целый ряд направлений: самообучение, эволюционные алгоритмы, нейронные сети и т.п.

Описанный набор направлений, позволит нечётким системам управления совершенствовать свое поведение с течением времени (обучаться), благодаря алгоритмам обучения, опираться на лингвистический подход, в основе которого лежит теория нечетких множеств, позволяющая наиболее эффективно отображать неточности реального мира.

Исследования проводились в рамках гранта № ВНО10/2021 «Разработка принципов построения интеллектуальных систем управления сложными техническими объектами на основе критериев энергоэффективности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Пупков, К.А. Интеллектуальные системы / К.А. Пупков, В.Г. Коньков – Москва : МГТУ им.Баумана, 2003. – 348 с.
- 2 Соловьев, В.А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами / В.А.Соловьев, С.П.Черный – Дальнаука, 2010. – 267с.
- 3 Лукас, В.А. Основы fuzzy-управления / В.А. Лукас – Екатеринбург : УГГГА, 2000. – 62 с.
- 4 Поспелов, Д.А. Ситуационное управление: теория и практика / Д.А. Поспелов – Москва : Наука, 1986. – 288 с.

УДК 681.58

Хрульков Владимир Николаевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kerau@knastu.ru

Khrulkov Vladimir Nikolaevich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kerau@knastu.ru

Черный Сергей Петрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kerau@knastu.ru

Cherny Sergey Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kerau@knastu.ru

Охотников Александр Владимирович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kerau@knastu.ru

Okhotnikov Alexander Vladimirovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kerau@knastu.ru

ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОТОННАЖНОЙ ПЛАТФОРМЫ

ONE OF THE APPROACHES TO MODELING THE STABILIZATION PROCESS IS A HIGH-TONNAGE PLATFORM

Аннотация. В представленной работе рассматривается один из возможных подходов по реализации математической модели модульной платформы для транспортировки сверхтяжелых грузов. Стабилизация такого объекта управления в пространстве осуществляется с применением гироскопа.

Abstract. In the present paper, one of the possible approaches to the implementation of a mathematical model of a modular platform for the transportation of superheavy cargo is considered. Stabilization of such a control object in space is carried out using a gyroscope.

Ключевые слова: гироскоп, математическая модель, система управления.

Key words: gyroscope, mathematical model, control system.

Транспортировка крупногабаритных грузов весом свыше 300 т является трудоемкой задачей. Невозможность перевозки объекта до места назначения по воздуху приводит к тому, что возникает потребность в использовании модульного транспортера, на котором будет равномерно распределен вес груза и позволит доставить его в необходимое место назначения по дорогам общего пользования. Например,

такой стенд может приводиться в движение двигателем в одну тысячу лошадиных сил, иметь двадцать осей, каждой из которых можно управлять индивидуально. Кроме того, большой вес устанавливает жесткие ограничения по скорости транспортировки, которая не может превышать 17 км/ч.

Одним из основных контролируемых параметров, помимо давления масла в гидравлической системе, является положение платформы в пространстве, т.к. транспортируемый объект обладает высоким центром тяжести, и малейшее изменение рельефа дороги может привести к опрокидыванию платформы, что повлечет за собой серьезные повреждения дорогостоящего груза. Для отслеживания положения стенда на платформах устанавливают гироскопические датчики.

Гироскоп имеет долгую историю применения в инженерном проектировании благодаря двум свойствам: жесткости и прецессии. Жесткость является важной характеристикой гироскопов, в которых вращающийся гироскоп будет сохранять свою ориентацию в пространстве.

Системы CMG используют сохранение углового момента для стабилизации неустойчивых тел, функционируя в качестве исполнительного механизма, основанного на эффекте гироскопической прецессии. Когда маховик вращается вокруг осей ω и θ действует внешнее возмущение (например, неровность дороги), он развивает достаточный угловой момент, сохраняет горизонтальное положение и начинает вращаться вокруг оси α . Такое вращение вокруг вертикальной оси называется прецессией (рисунок 1) [1].

Чтобы использовать это явление для стабилизации, ось прецессии маховика прикреплена к раме таким образом, чтобы прецессионный крутящий момент передавался транспортному средству. В системах, которые содержат стабилизацию CMG, когда возникает нестабильность вокруг оси θ , вращающийся маховик закручивается или подвешивается вокруг оси α . Это приводит к вращающему моменту вокруг оси θ , который может вернуть систему в стабильное положение. На протяжении времени вращение маховика будет происходить вокруг оси ω , маховик будет подвешен вокруг оси α , и система будет испытывать нестабильность относительно оси θ .

Модель системы гироскопа можно представить, как перевернутый маятник с одной степенью свободы вокруг оси θ и гироскопом сверху, как показано на рисунке 2 [2]. Гироскоп состоит из маховика, корпуса, двигателя и карданного механизма. Скорость маховика поддерживается постоянной, поэтому существуют две степени свободы θ и α , что приводит к решению двух связанных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Для вывода этих уравнений был использован метод полного перебора.

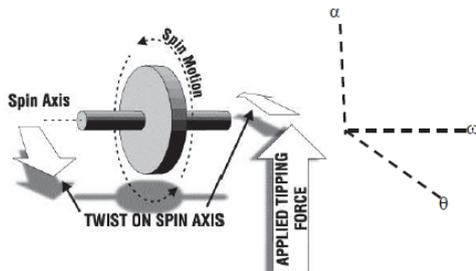


Рисунок 1 – Гироскопическая прецессия

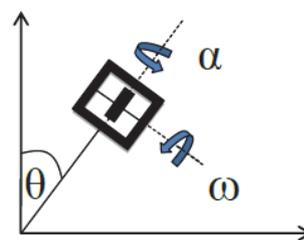


Рисунок 2 - Модель системы

Переменные, используемые при выводе системы таких дифференциальных уравнений, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Наименование переменных

α	Угол подвеса
θ	Угол от стабильного положения
ω	Скорость вращения (постоянная)
I_b	Момент инерции тела
M_f	Масса маховика
M_g	Масса гироскопа
g	Ускорение силы тяжести
h_{cg}	Высота центра тяжести
r_f	Радиус маховика
R	Расстояние до центра маховика

$$\zeta(\theta, \alpha) = T - V \quad (1)$$

Кинетическая энергия равна сумме энергий падающего тела и вращения вокруг вертикальной оси гироскопа:

$$T = \frac{1}{2} I_b \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} \int dM_f (\dot{x})^2 \quad (2)$$

Потенциальная энергия обусловлена гравитационным потенциалом, поэтому:

$$V_0 = M_d g h_{cg} + M_g g R \quad (3)$$

$$V = V_0 \cos \theta \quad (4)$$

Трудность в решении этой системы заключается в явном вычислении кинетической энергии гироскопа, $\frac{1}{2} \int dM_f (\dot{x})^2$ в зависимости от θ и α . Решением зависимости (3) будет явная функция ($\zeta(\theta, \alpha)$), которая определяет уравнения движения.

Решение этого полинома имеет вид:

$$\begin{aligned} \zeta(\theta, \alpha) = & \frac{1}{2} (I_b + M_g R^2 + \frac{1}{4} M_f r_f^2 (1 + (\sin \alpha)^2)) \dot{\theta}^2 + \\ & \frac{1}{8} M_f r_f^2 \dot{\alpha}^2 - \frac{1}{2} M_f r_f^2 \omega \theta \sin \alpha + \frac{1}{4} M_f r_f^2 \omega^2 - V_0 \cos \theta \end{aligned} \quad (5)$$

Из (5) следует:

$$\frac{d\zeta}{d\theta} = \frac{d}{dt} \left(\frac{d\zeta}{d\dot{\theta}} \right) \quad (6)$$

Решение этой задачи дает первое из двух обыкновенных дифференциальных уравнения, которое описывает систему:

$$\begin{aligned} 0 = & \left(I_b + M_g R^2 + \frac{1}{4} M_f r_f^2 (1 + (\sin \alpha)^2) \right) \ddot{\theta} + \frac{1}{2} M_f r_f^2 \sin \alpha \cos \alpha \dot{\alpha} \dot{\theta} - \\ & V_0 \cos \theta - \frac{1}{2} M_f r_f^2 \omega \frac{d}{dt} (\sin \alpha) \end{aligned} \quad (7)$$

Аналогично:

$$\frac{d\zeta}{d\alpha} = \frac{d}{dt} \left(\frac{d\zeta}{d\dot{\alpha}} \right) \quad (8)$$

Решение этого дает второе уравнение, необходимое для описания системы:

$$0 = \ddot{\alpha} - \sin \alpha \cos \alpha \dot{\theta}^2 + 2\omega \dot{\theta} \cos \alpha \quad (9)$$

Рассматривая полином высшего порядка в уравнениях (7) и (9), необходимо отметить, что первое уравнение используется для описания движения тела вокруг оси θ , а второе уравнение описывает движение гироскопа вокруг оси α . Второе уравнение описывает движение гироскопа в его свободном вращении вокруг оси α при условии перемещения тела вокруг оси θ . Чтобы упростить уравнение до первого порядка представим, что подвес гироскопа будет приводиться в действие серводвигателем. Если двигатель может преодолеть любой естественный прецессионный момент и привести в действие гироскоп, тогда он становится входом, а не выходом, и система упрощается до первого уравнения.

С учетом выше принятых допущений уравнение (7) было переписано в виде:

$$\ddot{\theta} = \frac{V_0 \sin \theta + B\omega \cos \alpha - B \sin \alpha \cos \alpha \dot{\theta}}{A + \frac{B}{2}(\sin \alpha)^2}, \quad (10)$$

где

$$A = I_b + M_g R^2 + \frac{1}{4} M_f r_f^2, \quad (11)$$

$$B = \frac{1}{2} M_f r_f^2. \quad (12)$$

Полученное уравнение (10) применяется при математическом моделировании, где входными параметрами являются свойства материала перевернутого маятника и гироскопа, а также начальный угол неустойчивости. Основной задачей системы управления является минимизация заданного начального угла неустойчивости.

Исследования проводились в рамках гранта № ВНО10/2021 «Разработка принципов построения интеллектуальных систем управления сложными техническими объектами на основе критериев энергоэффективности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кингсеп, А.С. Основы физики. Курс общей физики. Учебник. В 2т. Т. 1. Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика / А.С.Кингсеп, Г.Р. Локшин, О.А. Ольхов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 560 с.

2 Стельмашук, С.В. Работа рулевого привода в следящем и позиционном режиме / С.В. Стельмашук – Морские интеллектуальные технологии 2021. Т. 2. № 2 (5), С. 73-79.

УДК 004.896

Черный Сергей Петрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Cherny Sergey Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Бузикаева Алина Валерьевна – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Buzikaeva Alina Valerevna – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Послов Сергей Вячеславович – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Poslov Sergei Vyacheslavovich – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

Духнов Николай Николаевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: epapu@knastu.ru

Dukhnov Nikolay Nikolaevich – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: epapu@knastu.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ДВУХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ

SIMULATION OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEM WITH DUAL-ZONE SPEED CONTROL

Аннотация. В работе приведена методика, позволяющая синтезировать модель многокаскадного нечеткого регулятора для системы управления с двухзонным регулированием скорости с различными вариациями алгоритмов вывода; проведен

анализ основных характеристик систем управления с применением таких многокаскадных систем, выявлены достоинства и недостатки для различных сочетаний алгоритмов.

Abstract. The paper presents a technique that allows one to synthesize a model of a multi-stage fuzzy controller for a control system with two-zone speed regulation with various variations of the output algorithms; the analysis of the main characteristics of control systems using such multistage systems is carried out, the advantages and disadvantages of various combinations of algorithms are revealed.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления, многокаскадный нечёткий логический регулятор, дефазификация, алгоритмы нечеткого вывода.

Key words: intelligent control system, multi-stage fuzzy logic controller, defuzzification, fuzzy inference algorithms.

На данный момент интеллектуализация процесса регулирования техническими объектами относится к ряду актуальных проблем. Применение типовых структур нечетких систем ведет к увеличению количества входных и выходных лингвистических переменных, и, следовательно, приводит к существенному росту алгоритмической сложности. С учетом изменяющихся подходов к формализации объектов регулирования, а именно повышению требований к точности, качеству математического описания, сокращению ограничивающих факторов, наличию целого ряда критериев оптимизации, необходимо повысить интеллектуальные возможности нечетких систем. Возможными направлениями расширения таких свойств являются как структурные (реализация вложенности), так и параметрические (моделирование пространственной формы функции принадлежности) решения. Актуальность такой технологии применения мягких вычислений заключается не только в повышении интеллектуальных возможностей нечетких систем автоматического регулирования путем создания многокаскадных структурных решений и моделей, но и в синтезе алгоритмов и методик настройки таких модулей, позволяющих реализовать развитые нечеткие системы управления сложными технологическими объектами при наличии существенных противоречащих ограничений и неполной информации об объекте [1].

Применение методов интеллектуального управления широко распространяется во всех промышленных отраслях. Большинство существующих современных объектов управления характеризуются неполнотой информации и существенной сложностью математического описания, а также большим количеством допущений и ограничивающих факторов. В целом, функционирование таких сложных объектов управления характеризуется существенной нелинейностью и условиями ограниченностью математического описания, как в части системы дифференциальных уравнений, так и в части ограничений, накладываемых на систему в целом. Преодоление этих недостатков с применением типичных нечетких подходов сопряжено с трудностями, связанными как с алгоритмической сложностью базы знаний, информационной избыточностью используемых лингвистических переменных, так и существенным количеством нечетких термов в заданном диапазоне регулирования. Реализация систем управления, содержащих элементы нечеткой логики, позволяет сформировать различные сложные законы регулирования, при этом существенно увеличивая алгоритмическую сложность основных блоков самого нечеткого регулятора.

Одним из возможных подходов к решению обозначенного выше перечня проблем является построение интеллектуальной системы управления с использованием многокаскадного нечеткого логического регулятора. Технология внедрения

многоступенчатых нечетких регуляторов в различные системы управления технологическими процессами позволяет повысить интеллектуальность систем, при этом, не усложняя алгоритмическую сложность настройки отдельных блоков каскадов, взаимодействующих друг с другом с использованием различных алгоритмов нечеткого вывода, а также реализует возможность контроля качества переходных характеристик системы и адекватность результатов моделирования. Ограничивающими факторами при этом будут как количество лингвистических переменных в блоках фаззификации и дефаззификации, объем продукционной базы знаний, так и сложность при выборе алгоритма вывода и формы функций принадлежности [2].

Предложенный подход, основанный на внедрении в интеллектуальную систему управления развитого нечеткого модуля, позволяет сочетать различные структурные решения по настройке регуляторов, получая при этом качественные характеристики переходных процессов без применения сложного математического аппарата. Рассматриваемый объект в процессе синтеза представляет собой имитационную модель системы управления электроприводом с двухзонным регулированием скорости. При моделировании интеллектуальной системы управления производится замена классического регулятора скорости на нечеткий модуль, состоящий из двух каскадов простейших нечетких регуляторов с различными алгоритмами вывода (рисунок 1).

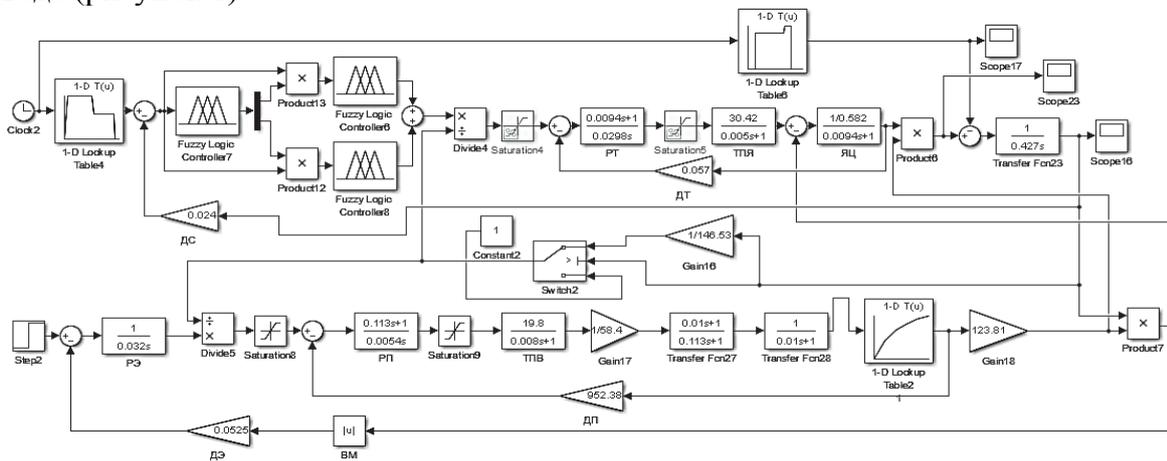


Рисунок 1 – Структурная схема системы управления с двухзонным регулированием скорости с двухкаскадным нечетким логическим регулятором

Структурно нечеткий модуль, представленный на рисунке 1, состоит из одного нечеткого логического регулятора (НЛР) в первом каскаде и двух НЛР во втором каскаде. Каждый из таких каскадов выполняет свою функцию: первый – реализующий алгоритм нечеткого логического вывода Сугено – формируется как экспертная система, которая интеллектуально оценивает входные данные и осуществляет выбор необходимого нечеткого модуля второго каскада. Второй (внутренний) каскад интеллектуального модуля формирует управляющее воздействие на объект регулирования и состоит из двух типичных нечетких регуляторов с алгоритмом вывода Мамдани.

Сложность реализации интеллектуальной системы управления с двухзонным регулированием скорости обусловлена наличием существенных проблем, например, количеством контуров регулирования системы. Несмотря на сложную функциональную зависимость координат, применение технологии многоступенчатых нечетких регуляторов алгоритмически не усложняет функционирование системы.

Сочетание различных алгоритмов нечеткого логического вывода позволяет решать задачи интеллектуального управления для многокритериальных и много-

факторных задач. При этом различное сочетание таких нечетких выводов усиливает различные свойства таких систем, например, робастность, многозадачность, совокупное управление в областях больших и малых сигналов и т.д. Главное отличие при настройке двухкаскадных нечетких регуляторов интеллектуальной системы управления с алгоритмом вывода Сугено-Мамдани и Мамдани-Мамдани заключается в различных диапазонах распределения функций принадлежности в блоках фаззификации и дефаззификации [3].

Анализ результатов моделирования интеллектуальной системы управления с двухзонным регулированием скорости позволяет говорить о том, что внедрение развитого модуля обеспечивает увеличение быстродействия системы в целом и реализует комплексный подход к синтезу интеллектуальных процедур управления сложными технологическими процессами. Подводя итог, можно сказать, что двухкаскадный нечеткий логический регулятор, синтезированный по предложенной методике, обладает робастными и адаптивными свойствами, что позволяет оптимизировать переходные процессы двухзонного регулирования при изменении параметров объекта регулирования или окружающей среды. Полученные результаты могут быть адаптированы и для других подобных систем управления сложными технологическими объектами, которым присущи аналогичные требования и ограничения.

Исследования проводились в рамках гранта № ВНО10/2021 «Разработка принципов построения интеллектуальных систем управления сложными техническими объектами на основе критериев энергоэффективности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Стельмашук, С.В. Синтез следящего электропривода с контуром скорости, настроенного на модульный оптимум / С.В. Стельмашук, В.А. Бунаков. - Ученые записки КнАГТУ, Комсомольск-на-Амуре, 2016, Т.1, № 4(28), 2016 «Науки о природе и технике». – С.54-62.

2 Соловьев, В.А. Нечеткое управление в системе регулирования позиционных электроприводов стержневой установки / В.А. Соловьев, Н.Е. Дерюжкова, В.В. Тетерин. - Научно-технический вестник Поволжья, 2019. № 5. - С. 77-80.

3 Savelyev, D.O. Software fuzzy logic compensator of nonlinear elements of automatic control system/ D.O. Savelyev, A.S. Gudim. - 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2018.

СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 621.3

Биткина Анастасия Александровна – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: bitkinaanastasia02@gmail.com

Bitkina Anastasia Aleksandrovna – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: bitkinaanastasia02@gmail.com

Киба Дмитрий Анатольевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: dakiba@gmail.com

Kiba Dmitriy Anatolevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Industrial electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: dakiba@gmail.com

Извекова Эльмира Фаиговна – студент магистратуры, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pe@knastu.ru

Izvekova Elmira Faigovna – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pe@knastu.ru

ВОПРОСЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СО СТОРОНЫ ДЕВИАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ

ISSUES OF REDUCING THE INFLUENCE ON THE MAGNETIC FIELD FROM A DEVIATION PLATFORM

Аннотация. В докладе рассматриваются причины возникновения искажений магнитного поля в зоне выполнения работ по списыванию девиации магнитного компаса, летательного аппарата, обусловленные особенностями конструкции девиационной платформы и функционированием её электротехнических систем. Анализируется вклад различных факторов в искажение магнитного поля и предлагаются способы минимизации этого искажения.

Abstract. The article examines the reasons for the occurrence of magnetic field distortions in the area of work on writing off the deviation of the magnetic compass, aircraft, due to the design features of the deviation platform and the functioning of its electrical systems. The contribution of various factors to the distortion of the magnetic field is analyzed and ways to minimize this distortion are proposed.

Ключевые слова: девиация магнитных компасов, списание девиации, девиационная платформа, магнитное поле, искажение магнитного поля, размагничивание, немагнитные конструкционные материалы, летательный аппарат, промышленное производство, промышленное оборудование

Key words: magnetic compasses deviation, compass correction, deviation platform, magnetic field, magnetic field deformation, demagnetization, non-magnetic construction materials, aircraft, industrial production, industrial equipment

Девиационная платформа – это технологическое оборудование, предназначенное для механизированной установки летательного аппарата на заданный магнитный курс при выполнении работ по списыванию девиации. Эта платформа не должна оказывать заметного влияния на магнитное поле в зоне выполнения девиационных работ. В то же время, в состав платформы входят конструктивные элементы и электрооборудование, которые способны вносить искажения в магнитное поле вблизи ле-

тательного аппарата. Поэтому, разработчику девиационной платформы следует учитывать вклад узлов и элементов платформы в искажение магнитного поля.

В состав девиационной платформы входят как пассивные элементы, (силовая рама, шасси, трансмиссия, узлы крепления летательного аппарата на платформе), так и активные (электрооборудование, силовая и информационная кабельные сети).

Влияние пассивных элементов на магнитное поле обусловлено наличием ферромагнитных масс в их составе. Следовательно, использование немагнитных материалов для их изготовления позволяет полностью исключить вклад пассивных элементов из общего влияния платформы на магнитное поле.

Наиболее перспективными для изготовления силовой рамы и узлов крепления летательного аппарата представляются алюминиевые сплавы и стали немагнитных марок. В частности, сварные профильные трубы из немагнитных и нержавеющей сталей представлены на отечественном рынке. Трансмиссию девиационной платформы целесообразно изготавливать из бронзовых сплавов.

Крепеж, который будет использоваться при сборке платформы также должен быть, по возможности, немагнитным. Однако необходимо учитывать электрохимические процессы, обусловленные наличием пары металлов во избежание коррозии на стыках разнородных металлов.

Электрооборудование и кабельные сети представлены элементами системы управления девиационной платформы, влияние которых также должно быть скомпенсировано. В состав электрооборудования входят электродвигатель, мотор-редуктор, система стояночного тормоза и система электропитания девиационной платформы.

Тип электродвигателя должен исключать наличие в его конструкции постоянных магнитов в связи с тем, что эти магниты формируют собственное магнитное поле вокруг двигателя. Таким образом, допустимо использовать только двигатели с электромагнитным возбуждением. Электротехническая сталь, из которой изготавливаются магнитопроводы двигателей, относится к ферромагнитным материалам и исключить ее из состава оборудования платформы невозможно. Поэтому одним из критериев при выборе двигателя является масса магнитопровода, которая должна быть минимальной. При этом существует возможность свести к минимуму и её влияние на магнитные датчики за счет устранения остаточной намагниченности. Для этого после полной остановки летательного аппарата на заданном магнитном курсе необходимо размагничивать электродвигатель путем подачи в его обмотки переменного тока с плавно уменьшающейся амплитудой.

Корпуса маломощных современных электродвигателей изготавливают преимущественно из полимеров или алюминиевых сплавов, поэтому влияние материалов корпуса электродвигателя на магнитное поле будет исключено.

Конструкция тормозного устройства девиационной платформы в парковочном режиме должна исключать перемещение самолёта под действием ветра или из-за нестрогой горизонтальности девиационной площадки. Однако, в случае применения электромагнитного тормоза, он должен растормаживать систему при подаче на него электропитания, а обесточивание электромагнитного тормоза должна сопровождаться устранением остаточной намагниченности так же, как и при выключении электродвигателя.

Электропроводка девиационной платформы, включающая в себя как цепи питания для электродвигателя и тормозного устройства, так и линии информационного обмена системы управления платформы с бортом самолёта, также способны искажать магнитное поле в зоне выполнения девиационных работ. Минимизация

этих искажений может достигаться двумя путями. Во-первых, сокращением протяжённости линий, сокращением расстояния между прямыми и обратными проводами для исключения появления «петель». Во-вторых, обесточиванием всех мощных потребителей девиационной платформы на время измерений и переводом информационных систем платформы в режим пониженного энергопотребления.

Проведенный анализ показал необходимость проведения дальнейших исследований, с целью выбора элементов платформы с минимальным влиянием на магнитное поле в зоне проведения работ по списыванию девиации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кожухов, В.П. Магнитные компасы / В.П. Кожухов, В.В. Воронов, В.В. Григорьев. - М. : Транспорт, 1981. - 212 с.

2 Чепурных, И.В. Системы бортового оборудования самолетов и вертолетов. Топливная система и кабинное оборудование : учеб. пособие / И.В. Чепурных, С.А. Чепурных. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 169 с.

3 Биткина, А.А. Автоматизация работ по списанию девиации магнитных компасов воздушного судна / А.А. Биткина, Д.А. Киба // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : материалы IV Международной науч.-практ. конф., Комсомольск-на-Амуре, 16-26 февраля 2021 г. / редкол. : С. И. Сухо-руков (отв. ред.), А. С. Гудим, Н. Н. Любушкина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. – 503 с.

УДК 620.92

Боюн Никита Сергеевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: boyuns@mail.ru

Boyun Nikita Sergeevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: boyuns@mail.ru

Кузьмин Роман Вячеславович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»; e-mail: romadres@mail.ru

Kuzmin Roman Vyacheslavovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University; e-mail: romadres@mail.ru

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ДВУХМАШИННОЙ МИКРОГЭС ДЛЯ ГОРНЫХ РЕК

DEVELOPMENT AND MODELING OF AN ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEM BASED ON A TWO-MACHINE MICROELECTRIC POWER PLANT FOR MOUNTAIN RIVERS

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования микроГЭС. Вода как возобновляемый источник энергии обладает широкими возможностями развития. Рассматриваются достоинства и недостатки использования гидроресурсов.

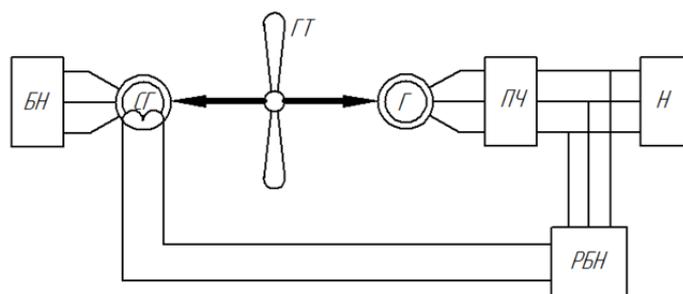
Abstract. The article discusses the issue of the use of microelectric power plants. Water as a renewable energy source has broad prospects for development. The advantages and disadvantages of using hydro resources are considered.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, гидроэнергетика, микроГЭС, альтернативная энергетика.

Key words: renewable energy sources, hydropower, microelectric power plants, alternative energy.

В связи с истощением невозобновляемых источников энергии (нефть, уголь и др.), человечество чаще стала проявлять интерес к возобновляемым источникам энергии, такими как энергия ветра, Солнца, воды и т.д. Использование энергии из данных источников позволяет улучшить системы энергоснабжения удаленных от централизованных сетей электроснабжения малых объектов. Несмотря на то, что сейчас вопросы создания автономных систем оработаны на изрядно высоком уровне, использующих энергию высокопотенциальных потоков горных рек, разработка и введение в производство таких электроустановок остаётся актуальной.

В данной работе проектируется микроГЭС, состоящая из двух электромашин, которая должна гарантировать бесперебойное снабжение электроэнергией дальних горных районов, не подключённых к централизованным системам электроснабжения.



БН – балластная нагрузка; СГ – синхронный генератор; ГТ – гидротурбина;
Г – основной генератор; РБН – регулятор балластной нагрузки;
ПЧ – преобразователь частоты; Н – нагрузка
Рисунок 1 – Функциональная схема двухмашинной микроГЭС

Синхронный генератор СГ, являющийся вспомогательным по отношению к гидроагрегату Г, находится на одном валу с ним. В данном случае гидроагрегатом является синхронный генератор соизмеримой мощности. Гидроагрегат вырабатывает энергию, которая направляется на снабжение потребителей (полезная нагрузка Н). СГ, в свою очередь работает на балластную нагрузку БН, равную по мощности полезной. Балластный генератор подключается к регулятору балластной нагрузки РБН с помощью обмотки возбуждения. РБН при изменении полезной нагрузки изменяет ток возбуждения балластного генератора. В итоге суммарный момент сопротивления основного и балластного генераторов остаётся величиной постоянной, что обеспечивает постоянство частоты вращения микроГЭС. Преобразователь частоты ПЧ служит фильтром сигнала, подаваемого с гидроагрегата на нагрузку, для повышения качества электроэнергии.

Данная схема имеет ряд преимуществ, среди которых простота конструкции, высокое быстродействие, малая мощность цепей управления, отсутствие воздействия регулирующих элементов на цепь нагрузки. Но также существует и недостаток, которыми являются плохие массогабаритные показатели установки из-за наличия двух электрических машин соизмеримой мощности.

По итогу проектирования планируется разработать:

- конструкцию двухмашинной микроГЭС, позволяющую максимально качественно использовать водные ресурсы горных рек;
- методику расчёта синхронного генератора, асинхронного генератора и гидротурбины, принимая во внимание климатические особенности горной местности;
- практические рекомендации по проектированию двухмашинной микроГЭС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Лукутин. Б.В., Обухов. С.Г., Шандарова. Е.Б. Автономное электроснабжение от микрогидроэлектростанции: Томск, 2001. - 120с.
- 2 Вольдек А. И. Электрические машины. -М.: Энергия, 1974. -832 с
- 3 Копылов И.П., Мамедов Ф.А., Беспалов В.Я. Математическое моделирование асинхронных машин. - М.:Энергия, 1969. - 97 с.
- 4 Соколов Д.Я. Использование водной энергии. - М.: Машгиз, 1960. - 343 с.
- 5 Пивоваров К.Г., Сериков А.В. Моделирование асинхронного генератора. В сборнике: 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. 169-172.
- 6 Иванов С.Н., Ким К.К., Просолович А.А., Хисматулин М.И. Анализ электромеханических систем методами имитационного моделирования. Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2021. № 3 (51). С. 29-38.

УДК 004.9

Витеслав Стискала – доктор философии, заведующий кафедрой «Электротехника», Технический университет Оставы, Чешская Республика, e-mail: vitezslav.styskala@vsb.cz

Vitezslav Styskala – Associate Professor, Doctor of Philosophy, Head of Electrical Engineering Department, VSB - Technical University of Ostrava, Czech Republic, e-mail:vitezslav.styskala@vsb.cz

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ POWER LINE ICING MONITORING SYSTEM

Аннотация. Приведены результаты разработки системы мониторинга и идентификации обледенения линий электропередач. Теоретически обоснован выбор структурной и принципиальной схем устройств, входящих в состав системы. Даны рекомендации для выбора базовых элементов модулей.

Abstract. We present the results of the development of a system for monitoring and identification of icing of power lines. The choice of structural and schematic diagrams of the devices included in the system is theoretically justified. We give the recommendations for the selection of the basic elements of modules.

Ключевые слова: линия электропередач, обледенение, система мониторинга

Key words: power line, icing, monitoring system

Надежность эксплуатации линий электропередач (ЛЭП) в низкотемпературных регионах с повышенной влажностью непосредственно зависит от факта обледенения проводов. Гололедные явления на проводах, грозозащитных и силовых тросах высоковольтных линий имеют место при температурах воздуха около -5°C и скоростях ветра 5...10 м/с. Особо проблемным является период перехода между зимним и летним муссонами.

Ухудшающиеся климатические условия влияют также на контактные сети железнодорожного и городского электротранспорта. Основные способы борьбы с гололедом: механические воздействия и нагрев проводов.

Экономически обоснованным считается плавление отложений льда сильным постоянным/переменным током [1,2], при этом время плавки может составлять десятки минут [3-9]. Такой способ требует не только значительного количества электроэнергии, но и связан с необходимостью отключения потребителей на длительное время.

Перспективным направлением может быть покрытие поверхности проводов гидрофобизаторами для предотвращения обледенения, однако апробированная технология их нанесения отсутствует.

Исследование направлено на обоснование принципов проектирования системы мониторинга и идентификации обледенения наблюдаемых участков проводов ЛЭП, размещаемой непосредственно на одном из проводов контролируемой линии.

Система состоит из следующих основных частей.

Информация о состоянии провода поступает от датчиков натяжения провода (например, на основе тензорезисторов), датчиков температуры и влажности окружающей среды и датчиков скорости ветра. Схема согласования сигналов датчиков с ядром системы использует прямо-передатчик стандарта ZigBee 802.15 с программируемым контроллером для передачи сигналов о состоянии системы и идентификации обледенения. Подсистема электроснабжения состоит из солнечных модулей, преобразователя напряжения и блока аккумуляторов.

Информация с датчиков передается по беспроводной сети между радиомодулями (ZB) на оперативно-диспетчерский пункт. С целью повышения устойчивости системы, т.е. обеспечения ее работоспособности при выходе из строя одного из сигнализаторов обледенения, сигнализаторы обледенения необходимо устанавливать так, чтобы четыре аналогичных устройства попадали в радиус действия каждого радиомодуля.

Модульное исполнение устройства требует наличия источников питания с разными уровнями выходного напряжения. Для питания датчиков натяжения троса требуется источник с напряжением 12 В, для датчиков скорости ветра и преобразователей уровня сигнала датчика для натяжения троса (для ядра системы уровень логической единицы - 3,3 В) необходимо 5 вольт, для контроллера и датчиков температуры и влажности – 3,3 В.

Ядром проектируемого устройства может являться контроллер XBee-PRO® 900HP с тремя портами приема информации от датчика натяжения троса, датчика температуры и влажности и датчика скорости ветра. Для усиления слабого сигнала с датчиков до логических уровней, которые воспринимает контроллер или же для согласования логических уровней используется схема согласования. Следует отметить, что ZigBee-модули XBee технически адаптированы к беспроводным сетям различных топологий, в том числе MESH (IEEE 802.11s, IEEE 802.11k/v/r). Передача данных осуществляется по интерфейсу UART от внешнего хост-процессора, который в самом простом случае является восьмиразрядный микроконтроллер [10].

Встраивание программного обеспечения с использованием как стандартных сетевых протоколов ZigBee-2006, ZigBeePro, так и уникального протокола DigiMesh, позволяет сформировать сеть с автоматическим присоединением новых устройств и оптимальной маршрутизации без внешнего микроконтроллера. Кроме этого протокол DigiMesh повышает устойчивость работы системы, так как при выходе из строя одного узла другие узлы будут ретранслировать сигналы к центральному.

Недостатком протокола является снижение скорости передачи данных в радиоканале. Паспортное значение производителя (250 кБит/с), на практике может быть на порядок ниже. Это связано в основном с задержкой подтверждения пакетов в узлах сети, обусловленной логикой сетевых взаимодействий.

При выборе радиомодуля необходимо учитывать условия эксплуатации. Например, если требуемая дальность передачи превышает 10 км, а диапазон температур составляет -40...+60°C, может быть использован 900 МГц стандарт ZigBee [10].

RF-модули XBeeSeries 2 OEM взаимодействуют с управляющим хост-устройством по логическим уровням и напряжениям через асинхронный последовательный порт UART. Теоретически, возможна связь через логический преобразова-

тель с другим последовательным устройством, например, через интерфейсную RS-232 или DigiUSB плату. Кондуктивная передача измерительной информации осуществляется по интерфейсу RS-485.

Для согласования логических уровней ZigBee модуля и датчиков натяжения троса используется преобразователь уровня 5/3,3 В.

Интегральные датчики температуры и влажности, например, SHT11, соединяются с 14-битным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и последовательным интерфейсом.

Датчик скорости ветра рассчитан на напряжение питания 5...10 В и подключается через резистивный делитель для ограничения уровня выходного напряжения до 3,3 В к входу АЦП. В него интегрирован подстроечный резистор, необходимый для калибровки сенсора при отсутствии ветра.

Для питания системы целесообразно применение облегченных солнечных батарей, например, на основе кремниевого монокристаллического модуля на стеклотекстолите ламинированных защитной пленкой. Модуль подключается к контроллеру заряда и затем к аккумуляторной батарее. Контроллер заряда должен одновременно выполнять две функции: питания устройства и контроллера заряда батареи. Такие характеристики имеет, например, контроллер заряда Phocos CA8.

Для питания датчиков температуры и влажности, а также радиомодуля, в схеме предусмотрен параметрический стабилизатор напряжения (M1117), преобразующий напряжение 12/3,3 В с максимальным выходным током до 800 мА.

Для питания датчика скорости ветра и преобразователя уровней постоянным напряжением +5 В используется интегральный стабилизатор напряжения на базе микросхемы KIA7805A.

Для реализации режима энергосбережения батареи необходимо периодически отключать датчики натяжения троса и скорости ветра. Подача питания через оптроны (например, HSSR-7110 с MOSFET транзисторами в выходном каскаде с выходным током до 1,6 А) на эти два датчика осуществляется радиомодулем. При инициализации питания создается временная задержка для выхода на рабочий температурный режим.

Таким образом, предлагаемая система мониторинга и идентификации обледенения проводов может быть реализована на основе программируемого ZigBee радиомодуля серии S3 с передатчиком ADF7023, Cortex-M3 EFM32G230 @ 28 MHz и процессором Freescale MC9S08QE32. Ее использование обеспечивает возможность поддержания работоспособности линий электропередач во всем диапазоне эксплуатационных условий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Kim, K. K. One method of spacecraft docking // Cosmic Research. - March 2000. – Volume 38. – Issue 2. – P. 209-212.

2 Амосов, О.С. Синтез нечеткой системы управления герметичным приводом комплексной системы безопасности / О.С. Амосов, С.Г. Баена, С.Н. Иванов, К.К. Ким // XX Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2017). Сборник докладов в 3-х томах. Т.1. Санкт-Петербург. 24–26 мая 2017 г. – С.275-278.

3 Ким, К.К. Сигнализаторы напряжения на воздушных ЛЭП 6-35 кВ / К.К. Ким, А.А. Красных // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 6 – С.24-27.

4 Kim K.K. Electrical and magnetic circuits. Oxford, UK: Cooxmoor Publishing Company. – 2008. – 551 p.

5 Сухоруков, С.И. Управляемый источник тока для экспериментальной установки по удалению льда с проводов ЛЭП / С.И. Сухоруков, В.А. Соловьев // Электротехнические комплексы и системы управления. –2013. - № 4. – С. 6-10.

6 Сухоруков, С.И. К оценке возможностей удаления льда с проводов ЛЭП электродинамическим способом / С.И. Сухоруков, В.А. Соловьев, К.Е. Костин // Информатика и системы управления. – 2014. - № 3– С. 148-158.

7 Сухоруков, С.И. Разработка интеллектуального модуля прогнозирования образования гололеда на проводах линий электропередач / С.И. Сухоруков [и др.] // Ученые записки КнАГТУ. – 2015.- № 3(23). – С. 18-25.

8 Сухоруков, С.И. Математическая модель процесса разрушения ледяного покрова на проводах линий электропередачи электродинамическим способом / С.И. Сухоруков, В.А. Соловьев, Б.Я. Мокрицкий // Электричество. 2016. - № 7. - С.61-65.

9 Соловьев, В.А. Экспертная оценка параметров ледообразования на проводах ЛЭП / В.А. Соловьев, В.С. Попова // Ученые записки КнАГТУ. - 2019.- № 1(37). – С. 16-25.

10 Киба, Д.А. Автономный узел коротковолновой радиосети / Д.А. Киба, А.С. Гудим, Н.Н. Любушкина, С.Г. Марущенко // Радиопромышленность. –2019. - № 3 – С. 26-32.

УДК 621.7.044.4

Горбунов Александр Владимирович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: froze96@mail.ru

Gorbunov Alexander Vladimirovich – postgraduate, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: froze96@mail.ru

Ким Константин Константинович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», e-mail: kimkk@inbox.ru

Kim Konstantin Konstantinovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Theoretical Electrical Engineering Department, Sankt-Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, e-mail: kimkk@inbox.ru

Скрипилев Александр Александрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kem@e-mail.knastu.ru

Skripilev Alexander Alexandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kem@e-mail.knastu.ru

ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

SELECTION OF DEFINING DESIGN PARAMETERS ELECTROMECHANICAL DRIVE

Аннотация. В статье приведён анализ существующих приводов, рассмотрена запорная арматура, применяемая на магистральных нефтепроводах на данный момент. Для упрощения и снижения цены данного изделия предлагается изменить конструкцию, приведены теоретические основы проектирования.

Abstract. The paper analyses existing actuators, examines shut-off valves currently used on main oil pipelines. To simplify and reduce the price of the product it is suggested to change its design, theoretical bases of design are given.

Ключевые слова: запорная арматура, магистральный нефтепровод, электромеханическая система.

Key words: shut-off valve, main oil pipeline, electromechanical system.

Введение

В целом ряде прикладных задач возникает необходимость проектирования приводов с заданными характеристиками. При этом в последнее время в мире многие учёные, средства массовой информации и обычные люди большое внимание уделяют экологии и улучшению её состояния. Тепловое загрязнение планеты происходит из-за того, что человек производит большое количество энергии (зачастую избыточное) для своей жизнедеятельности и различных механизмов. Одним из главных и невозобновляемых источников энергии в наше время являются углеводороды. Из него можно получить множество веществ, участвующих практически в любой сфере деятельности, но для этого их необходимо доставить до места переработки. Традиционный способ транспортировки – это перекачивание по нефте- и газопроводам.

Постановка задачи

Трубопровод представляет собой сваренные в непрерывную нитку трубы различного диаметра. В зависимости от рельефа трассы на нём с интервалом 10...30 км устанавливаются задвижки для перекрытия участков в случае аварии или ремонта. Особенность этого способа транспортировки состоит в том, что большее количество пути проходит по безлюдным местам (лес, луга, небольшие горные массивы), к которым порой нет достаточно оперативного доступа. Как и в других частях нефтепровода, такие «безлюдные» участки имеют вероятность повреждения вследствие климата, сейсмической активности или человеческого фактора. Когда происходят подобные катаклизмы очень важно оперативно устранить разлив нефтепродукта, чтобы нанести окружающей среде как можно меньший вред. Для этих целей используется запорная арматура для локализации поврежденного участка. Преимущественно применяются задвижки с электроприводом. Такие устройства, помимо электродвигателя, имеют в своём составе редуктор. Для снижения собственных потерь в задвижке целесообразно применять литые сальниковые поступательные электрические шибберные задвижки. На данный момент они имеют сложную конструкцию, в которой необходим элемент для снижения скорости движения задвижки. Использование привода с совмещенным исполнительным механизмом позволяет отказаться от применения редуктора, тем самым повысить надёжность и снизить стоимость устройства. Отказ от традиционного редуктора позволит снизить стоимость задвижки до 50 %, т.к. половину цены составляет редуктор [1].

Магистральные трубопроводы имеют достаточно широкую номенклатуру диаметров, что необходимо учитывать при разработке методики проектирования запорной арматуры [2-4].

Теоретические основы проектирования. Выбор мощности привода для задвижки напрямую связан с потерями в запирающем элементе –шибере (рисунок 1). Сила трения в шибере $F_{тр}$:

$$F_{тр} = fF_n,$$

где f – коэффициент трения;

F_n – сила давления на задвижку, определяемая как

$$F_n = P_{воды} S_{задв}; S_{задв} \sim D_{трубы},$$

$P_{воды}$ – давление жидкости в магистральной;

$S_{задв}$ – активная площадь шибера, которая участвует в процессе трения;

$D_{трубы}$ – диаметр трубы, в которую устанавливается задвижка.



Рисунок 1 – Элементы шиберной задвижки, учитываемые при расчете момента сопротивления

По результатам проведенных измерений на задвижке РУ10/50 получены зависимости между силой, оказывающей давление на задвижку F_H (давление агента в трубопроводе) и силой, необходимой для линейного перемещения этой задвижки F_T (рисунок 2).

Алгоритм проектирования

При известных параметрах магистрали (диаметр трубы, давление, расход) по рисунку 2 определяется необходимая величина тягового усилия. При технической заданной скорости перемещения шибера определяется полезная мощность привода. Выбирается необходимый диаметр штока для задвижки, в свою очередь определяющий диаметр выходного конца вала, по которому подбирается типовой асинхронный двигатель. Такой подход позволяет подбирать наиболее подходящий вариант привода в зависимости от характеристик трубопровода, т.е. он привязан и учитывает особенности конкретной трубопроводной системы.

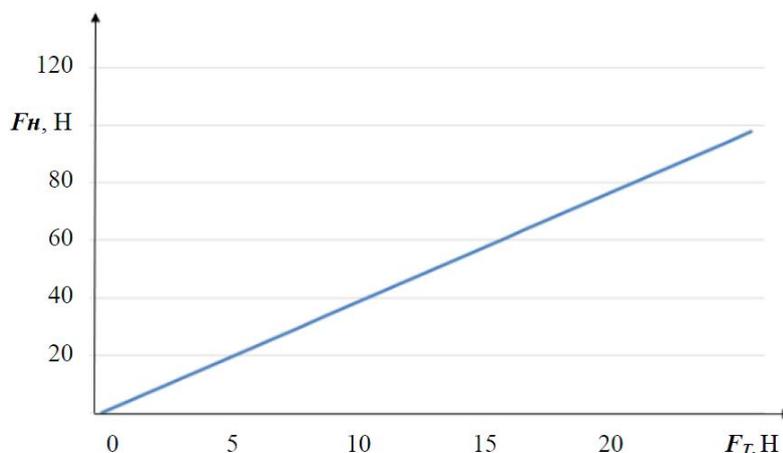


Рисунок 2 – Зависимость между силой давления и силой тяги шибера

Потребляемая мощность двигателя рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{двигателя}} \approx \frac{F_{\text{тр}} v_{\text{лин}}}{\eta_{\text{двиг}} \eta_{\text{винта}}},$$

где $v_{\text{лин}}$ – скорость движения шибера;

$\eta_{\text{двиг}}$ – коэффициент полезного действия двигателя в составе привода;

$\eta_{\text{винта}}$ – коэффициент полезного действия винтовой передачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горбунов, А.В. Автоматизированный электромеханический привод вагонных дверей / А.В. Горбунов [и др.] // Электротехника. - 2019. - № 10. - С. 11-16.

2 Пат. № 2736387 Российская Федерация, МПК7 Н 05 В 6/10. Электромеханическая система запорной арматуры / К.К. Ким, С.Н. Иванов, А.В. Горбунов.; заявитель и патентообладатель Петербургский гос. ун-т путей сообщения. - № 2020111602; заявл. 19.03.2020; опубл. 16.11.2020. Бюл. № 32. -2 с.

3 Иванов, С.Н. Обеспечение эксплуатационной совместимости асинхронных двигателей с линейным перемещением исполнительного элемента / С.Н. Иванов, М.Б. Колесник, Ю.Б. Колошенко // Ученые записки КнАГТУ – 2021. – № V (53). – С.24-29.

4 Иванов, С.Н. Моделирование комбинированного электропривода / С.Н. Иванов, К.К. Ким // Известия высших учебных заведений. Электромеханика – 2019. – Том 62. № 3 (197). – С.44-51. doi:10.17213/0136-3360-2019-3-44-50.

5 Колесник, М. Б. Обеспечение эксплуатационной совместимости асинхронных двигателей с линейным перемещением исполнительного элемента / М. Б. Колесник, С. Н. Иванов, Ю. Б. Колошенко // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного университета. Науки о природе и технике. 2021. - № 53. С. 24-29.

6 Крагельский, И. В., Коэффициенты трения / И. В. Крагельский, М. Э. Виноградова. – М. : Машгиз, 1955. – 189 с.

7 Иванов, С.Н. Надежность асинхронных электродвигателей: учеб. пособие / С.Н. Иванов, В.В. Пыхтин. – Комсомольск-на-Амуре: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 108 с.

УДК 621.311.4-52

Игнатенко Иван Владимирович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: systel@festu.khv.ru

Ignatenko Ivan Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: systel@festu.khv.ru

Власенко Сергей Анатольевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: vsa_ens@mail.ru

Vlasenko Sergey Anatolyevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: vsa_ens@mail.ru

Шишкина Алина Сергеевна – магистрант, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: shishkinaa2@gmail.com

Shishkina Alina Sergeevna – graduate student, Far Eastern State Transport University, e-mail: shishkinaa2@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И СКОРОСТИ ВЕТРА НА НАГРЕВ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

INFLUENCE OF SOLAR RADIATION AND WIND SPEED ON HEATING OF AIR POWER LINE WIRES

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы в работе линии электропередачи при возникновении нагрева проводов за счет действия климатических факторов.

Проведено исследование особенностей влияния солнечной радиации и ветра на протекающие процессы внутри проводов.

Abstract. The article discusses the problems in the operation of the power transmission line when heating wires occur due to the action of climatic factors. A study of the features of the influence of solar radiation and wind on the processes occurring inside the wires is carried out.

Ключевые слова: линия электропередачи, электрическое соединение, дефект, нейронная сеть.

Key words: power line, electrical connection, defect, neural network.

Введение

Рост передаваемой мощности в условиях ограниченности ресурсов линий электропередачи (ЛЭП), а также изменение климатической ситуации в отдельных регионах России требует точных критериев прогнозируемого состояния работы энергосистем. Основными направлениями обеспечения работоспособности ЛЭП является рациональное проектирование электрических сетей, снижение потерь электроэнергии и аварийных режимов в существующих энергосистемах. Достижение таких показателей возможно достичь за счет моделирования протекающих процессов в элементах электрической сети [1]. Важным критерием оценки точности построения модели, который необходимо учитывать, является изменение температуры проводов при изменении величины протекающих токов и климатических факторов.

Принцип организации исследования

Температура, достигаемая токопроводящим неизолированным воздушным проводником в тепловом равновесии, определяется балансом тепла, выделяемого внутри проводника за счет омических ($I^2 R$) потерь и солнечным излучением. Тепловыделение из-за омических потерь от пролета к пролету происходит из-за разницы в сопротивлении проводника с температурой проводника. Сопротивление алюминиевого проводника увеличивается примерно на 30%, если температура проводника увеличивается с 25 °С до 100 °С. Прирост тепла за счет солнечного нагрева обычно гораздо менее важен, чем за счет омического ($I^2 R$) нагрева. Тепловые потери из-за излучения могут составлять до 40 % конвективных тепловых потерь при низких скоростях ветра, но принимают меньшее значение при более высоких скоростях ветра. Потери тепла из-за конвекции сильно зависят как от скорости ветра, так и от направления ветра относительно проводника. Потери тепла из-за ветра, дующего параллельно проводнику, составляют около 40 % от потери тепла тем же ветром, дующим перпендикулярно проводнику. Потери тепла при боковом ветре на скорости 16 километров в час примерно в 2,5 раза выше, чем при боковом ветре на скорости 3 километра в час.

Учитывая ток, протекающий по воздушной линии, и погодные параметры в некоторой точке на линии, можно вычислить температуру проводника в этой точке, если предположить, что проводник находится в тепловом равновесии. Учитывая ток проводника и погодные параметры для нескольких тепловых постоянных времени, можно рассчитать мгновенную температуру проводника без предположения о тепловом равновесии (то есть можно «отслеживать» температуру проводника во времени). В качестве альтернативы, если предполагается, что проводник всегда имеет максимально допустимую температуру проводника, устойчивый тепловой режим проводника (максимально допустимый ток) может быть рассчитан в условиях теп-

лового равновесия или рассчитан его мгновенный тепловой режим (если текущие и погодные параметры известны для нескольких предшествующих тепловых характеристик) [2].

На данный момент, существует большое количество устройств для измерения температуры проводника с помощью датчика, установленного непосредственно на проводе. На основе этой измеренной температуры и местных погодных условий в реальном времени могут быть рассчитаны «погодозависимые» тепловые характеристики. Также, доступны компьютерные программы, которые рассчитывают температуру проводника, и тепловой рейтинг только на основе погодных условий в режиме реального времени. Измеренная температура проводника и / или погодные данные используются для расчета тепловых характеристик пролета или пролетов вблизи метеостанции. Такие, зависящие от погодных условий схемы теплового режима кажутся очень привлекательной альтернативой более экономичным в сравнении с традиционными методами увеличения пропускной способности, таким как строительство новых ЛЭП или замена проводов.

Изменение температуры окружающей среды и скорость ветра существенно влияют на потери энергии в проводах воздушных линий. При расчете температуры проводов ЛЭП заметное распространение получили методы изучения установившегося теплового режима, но фактические тепловые характеристики почти всегда выше. Как правило диспетчера заботят не только мгновенные нормальные и аварийные режимы, но и то, какими эти режимы будут в ближайшем будущем. Интересующее время прогнозирования T находится в диапазоне как минимум от одного до четырех часов. Знание того, какой минимальный тепловой рейтинг будет в течение следующих одного-четырех часов, позволяет диспетчеру планировать и избегать необходимости быстрых запусков местной генерации или даже сброса нагрузки в тех случаях, когда мгновенный погодозависимый тепловой рейтинг быстро снижается [3]. Прогнозируя тепловые режимы на неделю или более в будущем, можно было бы предположить, что текущие погодные условия не имеют значения (поскольку большинство погодных условий не будет сохраняться более нескольких дней) и что нет никаких оснований для прогнозирования будущих рейтингов, кроме сезонной температура окружающей среды. Но для очень коротких промежутков времени, например, 15-минутного аварийного режима, можно было бы предположить, что скорость ветра и т. д. постоянна.

Ниже приведены данные метеостанции об изменении температуры в течение дня. Выбраны два графика: зима и лето (рисунок 1 и рисунок 2) [4].

На графике видно, что направление ветра и температура окружающей среды меняется каждый час и в течение часа.

При помощи разработанной модели изменения габаритов для проводов ЛЭП [2], и полученного уравнения, которое описывает зависимость температуры провода от температуры окружающей среды с учетом протекающего по нему тока определяем почасовую зависимость температуры провода от температуры окружающей среды с учетом протекающего по нему тока.

В ходе проведения экспериментальных исследований нагрева проводов на в лаборатории неразрушающего контроля и отработки результатов математической модели в программной среде Elcut [4] получены коэффициенты, учитывающие неоднородность строения провода ЛЭП [5], влияние солнечной радиации на изменение электросопротивления различных материалов, а также корректировку допустимой температуры для различных величин протекающих токов и времени действия электрической нагрузки [6].

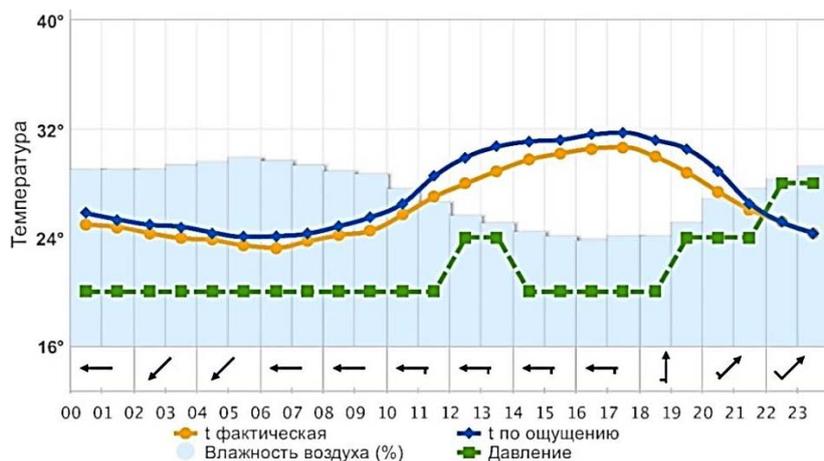


Рисунок 1 – Почасовой прогноз на 30.07.2021 г.

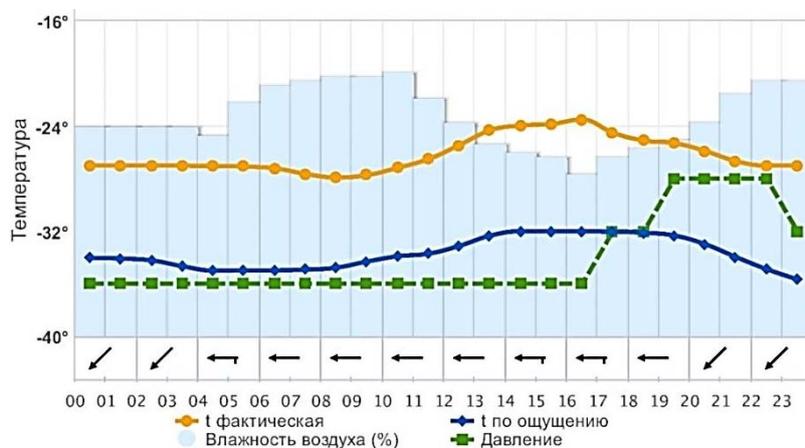


Рисунок 2 – Почасовой прогноз на 31.12.2020 г.

Вывод

Таким образом, оценка всех климатических факторов при построении математических моделей нагрева проводов ЛЭП может предотвратить изменение механических характеристик, удлинению и обрыву, таким образом, предупредить наступление аварийных ситуаций и сохранить нормальный режим работы электроэнергетической системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ignatenko, I. V. Health assessment of the electrical contact-line connections in view of the operational traction load pattern of the electric rolling stock / I. V. Ignatenko, S. A. Vlasenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 8, Novosibirsk, 22–27 мая 2020 года. – Novosibirsk, 2020. – P. 012154.

2 Пазенко, Н. П. Разработка математической модели расчёта габарита провода воздушной линии электропередачи для определения предельных токовых нагрузок / Н. П. Пазенко, А. И. Пухова, И. В. Игнатенко // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2019. – № 2(19). – С. 40-43.

3 Игнатенко, И. В. Проблемы диагностирования электрических соединений магистральных линий электропередач / И. В. Игнатенко, С. А. Власенко, М. В. Наконечный // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2020. – Т. 2. – С. 41-46.

4 Мировой прогноз погоды. URL: <https://world-weather.ru/pogoda/russia/khabarovsk/24hours/> (дата обращения 03.12.2021).

5 Алгоритм контроля токов в ЛЭП в заданных эксплуатационных условиях / И. В. Игнатенко, С. А. Власенко, А. И. Пухова [и др.] // Энергия единой сети. – 2021. – № 3(58). – С. 44-53.

6 Особенности определения аварийно допустимых токов в линиях электропередачи / А. С. Шишкина, М. А. Сугоровский, А. И. Пухова, И. В. Игнатенко // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2021. – Т. 2. – С. 9-13.

УДК 621.7.044.4

Ким Константин Константинович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и теплоэнергетика» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», e-mail: kimkk@inbox.ru

Kim Konstantin Konstantinovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Theoretical Electrical Engineering Department, Sankt-Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, e-mail: kimkk@inbox.ru

Иванов Сергей Николаевич – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivanov.sn@e-mail.knastu.ru

Ivanov Sergey Nikolaevich – Doctor of Engineering Sciences, Docent, Professor of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivanov.sn@e-mail.knastu.ru

Горбунов Александр Владимирович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: froze96@mail.ru

Gorbunov Alexander Vladimirovich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: froze96@mail.ru

МЕТОД УДВОЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ НАПРЯЖЕНИЯ С НАНОСЕКУНДНЫМ ФРОНТОМ

THE METHOD OF DOUBLING VOLTAGE PULSES WITH A NANOSECOND EDGE

Аннотация. Рассматривается метод формирования импульсов напряжения с наносекундным фронтом. Данный метод основан на использовании комбинации двух схем: медленной и быстрой. В медленной схеме создается импульс микросекундной длительности, а в быстрой – импульс с наносекундным фронтом. Аналитически показывается, что выбором времени коммутации быстрой схемы и ее параметров, можно добиться удвоения напряжения на нагрузке по сравнению с напряжением медленной схемы.

Abstract. A method for generating voltage pulses with a nanosecond front is considered. This method is based on using a combination of two schemes: slow and fast. In a slow circuit, a pulse of microsecond duration is created, and in a fast one, a pulse with a nanosecond front is created. It is analytically shown that by choosing the switching time of a fast circuit and its parameters, it is possible to achieve a doubling of the voltage on the load compared to the voltage of a slow circuit.

Ключевые слова: напряжение на нагрузке, длительность импульса.

Key words: load voltage, pulse duration.

В целом ряде прикладных задач возникает необходимость формирования энергетических характеристик с заданными характеристиками. В данном случае рассматривается метод, обеспечивающий возможность удвоения импульсов напряжения на нагрузке.

При реализации метода на первом этапе формируется импульс микросекундной длительности, использующийся для зарядки малоиндуктивного емкостного накопителя. В дальнейшем накопитель с помощью наносекундного коммутатора разряжается на нагрузку и на ней появляется импульс с фронтом наносекундной длительности.

Схема замещения разрядного контура, состоящая из двух контуров и двух коммутаторов K_1 и K_2 , показана на рисунке 1.

Коммутатор K_2 срабатывает через некоторое время t_3 после срабатывания K_1 . При замыкании коммутатора K_1 в первом контуре возбуждаются колебания (рисунок 2), которые после срабатывания K_2 могут передаваться на нагрузку.

Подбором времени замыкания K_2 можно добиться удвоения амплитуды напряжения на нагрузке по сравнению с напряжением на C_1 .

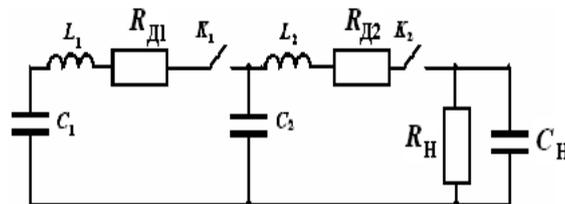


Рисунок 1 - Схема замещения разрядного контура

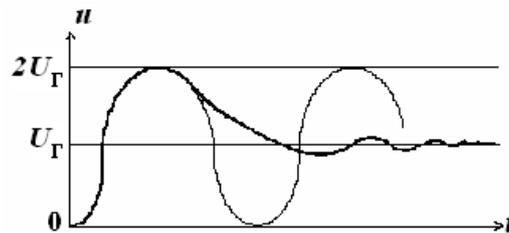


Рисунок 2 – Изменение напряжения при коммутации

Для получения наносекундных импульсов достаточно уменьшить только параметры контура C_2, K_2, R_H .

Емкость C_2 выбирается с малой собственной индуктивностью. Контур C_2, K_2, R_H , находящийся под воздействием лишь импульсного напряжения, имеет малые размеры и малую индуктивность. При выборе величины C_2 , определяющей качество плоской части импульса, учитывают особенности работы схемы.

Анализируем работы схемы можно провести при $C_1 \gg C_2$, принимая емкость C_1 за источник постоянного напряжения U_G .

Сначала рассматривается контур медленной системы, показанный на рисунке 3.

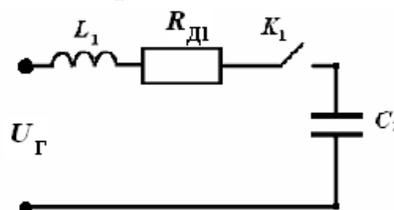


Рисунок 3 – Схема замещения первого контура

Уравнение переходного процесса в операторном виде записывается следующим образом

$$\frac{U_{\Gamma}}{p} = \left(pL_1 + R_{\text{дл}} + \frac{1}{pC_2} \right) I(p) = \left(p^2L_1 + pR_{\text{дл}} + \frac{1}{C_2} \right) \frac{I(p)}{p} = \left(p^2 + p\frac{R_{\text{дл}}}{L_1} + \frac{1}{L_1C_2} \right) \frac{L_1I(p)}{p}.$$

Вводя обозначения

$$\frac{R_{\text{дл}}}{L_1} = 2\beta; \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{L_1C_2} - \left(\frac{R_{\text{дл}}}{2L_1}\right)^2},$$

выражение для напряжения на C_2 принимает вид:

$$u_{c_2}(t) = U_{\Gamma} \left[1 - e^{-\beta t} \left(\frac{\beta}{\omega} \sin \omega t + \cos \omega t \right) \right].$$

Полагая $R_{\text{дл}} = 0$, $C_{\text{н}} = 0$, напряжение на нагрузке можно представить в операторном виде.

$$U_{\text{н}}(p) = \frac{R_{\text{н}}}{L_2L_1C_2} \times \frac{U_{\Gamma} + u_c(0') \left(pL_1 + \frac{L_1i(0')}{C_2u_c(0')} + R_{\text{дл}} \right) pC_2}{S},$$

где $S = p \left[p^3 + \frac{L_2R_{\text{дл}} + L_1R_{\text{н}}}{L_2L_1} p^2 + \frac{R_{\text{дл}}R_{\text{н}}C_2 + L_2 + L_1}{L_2L_1C_2} p + \frac{R_{\text{дл}} + R_{\text{н}}}{L_2L_1C_2} \right]$.

При начальных условиях:

$$u_c(t_3) = u_c(0'); \quad i(t_3) = i(0'),$$

где t_3 - время включения K_2 .

Оригинал напряжения можно получить, если пренебречь p^3 :

$$u_{\text{н}}(\tau) = \frac{U_{\Gamma}}{d} \times \left[1 - e^{-\beta\tau} \frac{(du_c(t_3)/U_{\Gamma} - 1)}{\sin \phi} \sin(\omega_1\tau - \phi) \right],$$

где $\omega_1 = \sqrt{\frac{d}{B} - \beta^2}$; $\text{tg} \phi = \frac{(du_c(t_3) - U_{\Gamma})\omega_1 2B}{(1+\gamma)[du_c(t_3) + U_{\Gamma}] - 2d \left[\frac{R_{\text{дл}}}{R_{\text{н}}} Bu_c(t_3) + R_{\text{н}}i(t_3) \right]}$;
 $\gamma = \frac{R_{\text{дл}}R_{\text{н}}C_2}{L_1}$; $B = \frac{R_{\text{н}}^2C_2}{L_1}$; $\beta = \frac{1+\gamma}{2B}$; $d = 1 + \frac{R_{\text{дл}}}{R_{\text{н}}}$.

В частном случае при $R_{\text{дл}} = 0$, $t_3 = \frac{\pi}{\omega}$:

$$i(t_3) = 0; \quad u_c(t_3) = U_{\Gamma} [1 - \cos \pi] = 2U_{\Gamma}.$$

Выражение для напряжения на нагрузке при $R_{\text{дл}} = 0$ упрощается до вида:

$$u_{\text{н}}(\tau) = U_{\Gamma} \left[1 - \frac{e^{-\frac{\tau}{2B}}}{\sin \phi} \sin(\omega_1\tau - \phi) \right].$$

Выбором времени коммутации C_2 и значений параметров элементов схемы можно добиться, чтобы $u_{\text{н}}(0) = U_{\Gamma} [1 + 1] = 2U_{\Gamma}$, т.е. напряжение на нагрузке принимает удвоенное значение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Kim, K.K. Electrical and magnetic circuits. Oxford, UK: Cooxmoor Publishing Company. – 2008. – 551 p.

2 Месяц, Г.А. Импульсная энергетика и электроника / Г.Ф. Месяц. - М.: Наука, 2004. – 704 с.

3 Ким, К.К. Электрогидроимпульсные технологии на железнодорожном транспорте / К.К. Ким, И.С. Полунин. - М.: ФГБУДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. - 200 с.

4 Ким, К.К. Сигнализаторы напряжения на воздушных ЛЭП 6-35 кВ / К.К. Ким, А.А. Красных // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 6. – С.24-27.

5 Ким, К.К. Об измерении импульсного сопротивления заземляющих устройств / К.К. Ким // Локомотив. - 2007. - № 3. – С.44.

6 Ким, К.К. Разработка мероприятий для предотвращения повреждения систем железнодорожной автоматики, вызванных обрывом провода ДПП / К.К. Ким, А.А. Костроминов // Автоматика, связь и информация.- 2007. - № 5.- С.36-37.

7 Kim, K.K. An autonomous instrument for measuring small electrical capacitances with a linear characteristic / K.K. Kim, V.Yu. Barbarovich, V.I. Asmus // Measurement Techniques. - July 2003. - Volume 46. - Issue 7. - P. 673-677.

УДК 656.2

Ким Константин Константинович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», e-mail: kimkk@inbox.ru

Kim Konstantin Konstantinovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Theoretical Electrical Engineering Department, Sankt-Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, e-mail: kimkk@inbox.ru

Иванов Сергей Николаевич – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivanov.sn@e-mail.knastu.ru.

Ivanov Sergey Nikolaevich – Doctor of Engineering Sciences, Docent, Professor of Electromechanics department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivanov.sn@e-mail.knastu.ru.

Колесова Анна Владимировна – старший преподаватель кафедры «Электротехника и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», e-mail: toe@pgups.ru

Kolesova Anna Vladimirovna – Senior Lecturer of Theoretical Electrical Engineering Department, Sankt-Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, e-mail: toe@pgups.ru

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА С ПАНТОГРАФОМ

MODEL OF INTERACTION OF A CONTACT WIRE WITH A PANTOGRAPH

Аннотация. Высокоскоростное движение электропоездов требует повышения качества сбора тока, которое непосредственно определяется взаимодействием пантографа и контактной сети. В данной статье приведены результаты построения возможных моделей взаимодействия пантографа с контактным проводом на основе граничной задачи для самосопряженных операторов.

Abstract. The high-speed movement of electric trains requires an increase in the quality of current collection, which is directly determined by the interaction of the pantograph and the contact network. This article presents the results of constructing possible models of interaction between a pantograph and a contact wire based on the boundary value problem for self-adjoint operators.

Ключевые слова: пантограф, контактный провод, качество токосъема, однопараметрическая модель, эластичность.

Key words: pantograph, contact wire, current collection quality, one-parameter model, elasticity.

Высокоскоростное движение электропоезда требует улучшения качества токосъема. Основная проблема состоит в описании взаимодействия контактного провода и пантографа [1-5]. В данной работе рассматривается класс моделей этого взаимодействия.

Простейшая однопараметрическая модель позволяет рассчитать собственные частоты контактной подвески при принятии допущений:

- сила натяжения по длине контактного провода постоянна;
- перемещения контактного провода учитываются только в вертикальной плоскости;
- вследствие малой амплитуды колебаний нелинейности колебательного процесса не учитываются;
- скорость поезда и сила нажатия пантографа постоянны.

Модель исследуемого процесса формулируется в виде граничной задачи для самосопряженного оператора. Принимается формальное отображение модельного уравнения:

$$\frac{\partial^2 Y(x,t)}{\partial t^2} + \widehat{L}Y(x,t) = \frac{F}{\rho S} \delta(x-vt),$$

где $Y(x,t)$ - перемещение контактного провода из состояния покоя в точке x в момент t , \widehat{L} - самосопряженный дифференциальный оператор, не зависящий от t ; ρ, S, F, v - соответственно плотность, площадь поперечного сечения контактного провода, приложенная со стороны пантографа сила, скорость поезда.

Взаимодействие рассматриваемых элементов в статике описывается следующим образом:

$$\widehat{L}y(x, x_0) = \frac{F}{\rho S} \delta(x - x_0),$$

где $y(x, x_0)$ - изменение топологии контактного провода из состояния покоя в точке x в тот момент, когда пантограф находится в точке x_0 . Любой самосопряженный оператор \widehat{L} обладает полной системой ортонормированных собственных функций $\{\psi_n(x)\}$ в L^2 . Эти функции удовлетворяют уравнению $\widehat{L}\psi_n = \lambda_n \psi_n$ и соответствующим граничным условиям. Поэтому любую функцию $z(x)$ можно разложить в сходящийся ряд, используя в качестве основы:

$$z(x) = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \psi_n(x).$$

Можно предположить, что моделью реального процесса является такой про-

цесс, когда рассматриваемые функции достаточно гладки и удовлетворяют всем необходимым условиям. Коэффициенты разложения могут быть найдены как

$$B_n = \int_{x_1}^{x_2} z(x) \psi_n(x) dx,$$

где X_1 и X_2 – величины, определяющие границы области \hat{L} . Использование ряда вместо функции упрощает поиск процедуры. Для уравнения статического взаимодействия разложив функцию $y(x, x_0)$ и правую часть уравнения в ряд, можно получить

$$y(x, x_0) = \sum_{n=1}^{\infty} R_n(x_0) \psi_n(x);$$

$$\frac{F}{\rho S} \delta(x - x_0) = \sum_{n=1}^{\infty} D_n(x_0) \psi_n(x),$$

где $D_n(x_0)$ – коэффициенты, которые могут быть легко вычислены из последнего уравнения путем интегрирования $D_n(x_0) = \frac{F}{\rho S} \psi_n(x_0)$. Чтобы получить уравнение для значений $R_n(x_0)$: $R_n(x_0) \lambda_n = \frac{F}{\rho S} \psi_n(x_0)$, используется ортогональность функций $\psi_n(x)$. Теперь можно найти упругость контактного провода, используя атрибуты оператора модели.

Используя определение эластичности $\eta(x) \equiv \frac{y(x, x)}{F}$, можно получить:

$$\eta(x) = \frac{1}{\rho S} \sum_n \frac{\psi_n^2(x)}{\lambda_n}.$$

Интегрирование последнего дает среднюю эластичность:

$$\bar{\eta} = \frac{1}{\rho S L} \sum_n \frac{1}{\lambda_n}.$$

Аналогичный метод применим и к уравнению модели. Решение ищется в виде:

$$Y(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \phi_n(t) \psi_n(x),$$

где $\phi_n(t)$ - неизвестные коэффициенты разложения.

Подстановка этого ряда в уравнение модели с учетом $\hat{L}\psi_n = \lambda_n \psi_n$ дает:

$$\phi_n''(t) + \lambda_n \phi_n(t) = \frac{F}{\rho S} \psi_n(vt).$$

Это уравнение имеет известное решение:

$$\phi_n(t) = P_{1n}(t) \sin(\sqrt{\lambda_n} t) + P_{2n}(t) \cos(\sqrt{\lambda_n} t),$$

где $P_{1n}(t) = \frac{f}{\sqrt{\lambda_n}} \int_0^t \psi_n(v\tau) \cos(\sqrt{\lambda_n} \tau) d\tau$, $P_{2n}(t) = -\frac{f}{\sqrt{\lambda_n}} \int_0^t \psi_n(v\tau) \sin(\sqrt{\lambda_n} \tau) d\tau$, $f \equiv \frac{F}{\rho S}$.

Затем, используя этот результат, можно получить выражения для величины смещения контактного провода:

$$Y(x, t) = f \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\psi_n(x)}{\sqrt{\lambda_n}} \int_0^t \psi_n(v\tau) \sin(\sqrt{\lambda_n} (t - \tau)) d\tau.$$

Для использования полученных результатов необходимо выбрать явную форму оператора модели \hat{L} .

Средняя эластичность должна быть почти постоянной вдоль анкерного участка. Можно предположить, что эти силы периодически распределены вдоль анкерного участка, а их величины пропорциональны смещению контактного провода из состояния покоя в точке приложения силы. В дальнейшем рассматривается простая однопараметрическая модель взаимодействия контактной сети и пантографа:

$$\hat{L} \equiv -\frac{T}{\rho S} \frac{d^2}{dx^2} - \sum_{i=1}^N \frac{\varepsilon_i}{\rho S} \delta(x - x_i),$$

где x_i, ε_i, N, T - соответственно координаты точек приложения силы, константы пружины, числа действующих сил на анкерный участок, натяжение контактного провода. \hat{L} - очевидный самосопряженный оператор. Модельное уравнение для анкерной секции выражается формулой:

$$\frac{\partial^2 Y(x,t)}{\partial t^2} - \frac{T}{\rho S} \frac{\partial^2 Y(x,t)}{\partial x^2} - \sum_{i=1}^N \frac{\varepsilon_i}{\rho S} \delta(x - x_i) Y(x,t) = f \delta(x - vt),$$

с граничными условиями: $Y(0,t) = Y(L,t) = 0$.

Заключение. В данной статье предложена аналитическая модель для возникающей волны в контактной подвеске и для упругости в виде ряда собственных функций краевой задачи для модельного самосопряженного оператора. В рамках простой однопараметрической модели взаимодействия контактного провода и пантографа получено уравнение для собственных частот контактной подвески.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Антонов Ю.А., Ким, К.К. К вопросу распространения механических волн по контактному проводу / Материалы 4 Международного симпозиума «Электрификация и организация скоростных и тяжеловесных коридоров на железнодорожном транспорте», октябрь 23-26, 2007, СПб, Россия. С.26-31.

2 Kim K.K., Antonov Y. A. Models of interacting the contact wire with the pantograph / 16th International Symposium EURNEX-Zel 2008, 4-5th June 2008. Zilina, Slovak Republic. Lectures, NR1.

3 Ким К.К. Системы электродвижения с использованием магнитного подвеса и сверхпроводимости / К.К. Ким. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2007. – 360 с.

4 Ким К.К., Анисимов Г.Н., Чураков А.И. Средства электрических измерений и их поверка / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, А.И. Чураков – СПб.: Лань, 2021. – 316 с.

5 Ким К.К., Анисимов Г.Н., Барбарович В.Ю., Литвинов Б.Я. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов – СПб: ПИТЕР, 2006. – 367 с.

УДК 656.2

Ким Константин Константинович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», e-mail: kimkk@inbox.ru

Kim Konstantin Konstantinovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Theoretical Electrical Engineering Department, Sankt-Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, e-mail: kimkk@inbox.ru

Иванов Сергей Николаевич – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivanov.sn@e-mail.knastu.ru

Ivanov Sergey Nikolaevich – Doctor of Engineering Sciences, Docent, Professor of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivanov.sn@e-mail.knastu.ru

Спичкин Георгий Леонидович – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник кафедры «Электротехника и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», e-mail: spich@mail.ru

Spichkin Georgy Leonidovich – Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher of Theoretical Electrical Engineering Department, Sankt-Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, e-mail: spich@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ В ВАГОНАХ-РЕФРИЖЕРАТОРАХ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF TRANSPORTATION IN REFRIGERATED WAGONS

Аннотация. Рассмотрены вопросы использования новой технологии, обеспечивающей повышение эффективности технологического процесса транспортировки в вагонах-рефрижераторах. Дано теоретическое обоснование целесообразности использования озона при транспортировании биоресурсов.

Abstract. The issues of using a new technology that provides an increase in the efficiency of the technological process of transportation in refrigerated wagons are considered. The theoretical justification of the expediency of using ozone in the transportation of biological resources is given.

Ключевые слова: вагон-рефрижератор, озон, эффективность.

Key words: refrigerated wagon, ozone, efficiency.

Процессы добычи, переработки и потребления биоресурсов (рыбы и морепродуктов, мяса, овощей, фруктов и т.д.) связаны с необходимостью их транспортировки на большие расстояния в вагонах-рефрижераторах. В российской федерации в новых технологиях заинтересованы, в частности, компании ПАО «ТрансКонтейнер», АО «РЖД Логистика», осуществляющие железнодорожные перевозки скоропортящихся грузов из Китая в Россию. Среднее время перевозки при благоприятном течении всех технологических процессов составляет 12...18 суток. Следует отметить, что это практически втрое быстрее альтернативной транспортировки морским путем. Очевидно, что вопрос сохранения качества не только биоресурсов, но и в ряде случаев медицинских и фармацевтических товаров является актуальным.

Новая технология предполагает использование в качестве технологических факторов не только температуру, но и состав охлаждающей среды, в частности, озонирование рабочей зоны рефрижератора.

Объясняется это тем, что озон является одним из наиболее сильных антимикробных агентов. Озон имеет ряд бесспорных преимуществ по сравнению с другими обеззараживающими агентами.

В процессах дезинфекции озон конвертируется в кислород, который не только сам не токсичен, но и не образует вредных соединений. Известно, что озон разлагается без внешних воздействий и не накапливается в окружающей среде. Озоновая технология не связана с последующей обработкой, например, дегазации или промывки изделий в специальных помещениях. Эффективность применения озона гораздо выше, чем у традиционно используемых средств на основе хлора, надуксусной кислоты, этиленоксида, фенола.

На электрифицированном транспорте кроме электроэнергии для генерации озона необходим только воздух (или кислород). Применение озоновых - чистых технологий позволяет отказаться от необходимости транспортировки и хранения опасных реагентов.

Эффективность воздействия озона на микроорганизмы зависит от активности и концентрации реагента, а также времени его воздействия. Как и для большинства химических реакций, бактерицидное действие озона усиливается с повышением температуры, что для рассматриваемых условий играет роль условия-ограничения. Также значительное влияние при обеззараживании оказывает среда, в которой находятся микроорганизмы. При этом если они достаточно легко погибают вследствие действия бактерицидов в воздухе или воде, особенно, если не защищенных неорганическими и органическими субстратам, то обеззараживание поверхности или толщии какого-либо материала более трудная задача. Существенное влияние на эффективность этого процесса оказывает способность материала реагировать с озоном качество его поверхности (гладкая, шероховатая), пористость и химическая природа материала. Озон, как сильный окислитель, при взаимодействии с объектами, поверхность или объем которых контаминированы микроорганизмами, может активно взаимодействовать также с органическими и неорганическими соединениями, входящими в состав данных объектов. Бактерицидные свойства озона в значительной степени зависят от влажности. Граница оптимума его активности лежит между 60...80 % влажности. При относительной влажности ниже 45 % озон не оказывает заметного бактерицидного действия.

Озон окисляет мембрану клетки, нарушает ее внутренние процессы и воздействует на все микроорганизмы. Кроме большой способности уничтожения бактерий озон обладает высокой эффективностью в уничтожении спор, плотных оболочек, образующихся вокруг одноклеточных организмов, и многих других патогенных микробов.

Как показали эксперименты по озонированию воздуха холодильной камеры ($T=0,8...2,0$ °C), бактерицидный и микоцидный эффекты находятся в пределах 95...97 %. Федеральной комиссией по медицинским иммунобиологическим препаратам, дезинфекционным и парфюмерно-косметическим средствам РФ озон в концентрации 1,5...3,5 мг/м³ со временем дезинфекционной выдержки 60 минут разрешен для применения для дезинфекции воздуха.

Следует отметить, что озон может использоваться не только в газовой фазе, но и в виде водных озонированных растворов. В последнем случае газообразный озон с помощью специальных методов (барботаж или эжектирование) растворяется

в воде с эффективностью растворения 80...96 %; после чего озонированный раствор может применяться либо в виде потока озонированной жидкости, либо в виде мелкодисперсного аэрозоля (спрея), а нерастворенный озон (4...20 %) – разлагается в блоке разложения озона.

Экспериментально установлено, что эффективная дезинфекция транспортных емкостей из нержавеющей стали (с покрытием) осуществляется при концентрации озона 15...45 мг/м³ со временем обработки 30...10 минут, соответственно. Как уже отмечалось ранее, существенное влияние на эффективность обеззараживания поверхности оказывает ее качество. Так, например, в деревянные поверхности микроорганизмы могут проникать на глубину до 1 см, при этом волокна древесины предохраняют их от воздействия дезинфицирующих средств.

Эксперименты, проведенные в Калифорнийском политехническом университете, подтвердили, что даже небольшие количества озонированной воды, воздействуя на поверхность, могут значительно уменьшить их микробную обсемененность. При времени обработки порядка 1 минуты степень дезинфекции поверхностей изделий из нержавеющей стали, дерева и пластика составляла 65...99 %. Тест-микробы включали в себя E.Coli 0157:H7, Salmonella, Staphylococcus и другие. В США эксперты FDA и USDA одобрили применение озона как «Generally Recognized As Safe (GRAS)».

Если перевозимая пищевая и сельскохозяйственная продукция не обеззараживалась как до помещения ее в вагон-рефрижератор, так и в процессе перевозки, время ее сохранности ограничено. Скорость порчи продукции зависит как от уровня микробной обсемененности воздуха и внутренней поверхности рефрижератора, так и от микробной обсемененности собственно продукции. Поэтому обеззараживать надо все – воздух, внутреннюю поверхность рефрижератора, продукцию.

Обеззараживание воздуха достаточно легко решаемая задача. Обеззараживание же продукции, зачастую в навал уложенную в холодильную камеру, задача гораздо более сложная. Для решения подобной задачи необходимо в камере периодически создавать разряжение, а затем вводить реагент (озон). Только в этом случае реагент способен проникнуть во все газовые полости и обеззаразить всю продукцию. Количество циклов «разряжение — напуск озона» выбирается достаточным для обеззараживания продукции, воздуха и внутренней поверхности грузового отсека рефрижератора. При длительной транспортировке процесс обеззараживания может периодически повторяться.

Таким образом, использование озона в грузовом отсеке позволяет проводить обеззараживание перевозимой сельскохозяйственной и пищевой продукции, тем самым удлинить время ее перевозки. Успешные эксперименты по использованию озона для обеззараживания сельскохозяйственной продукции, проводимые как в России, так и в других странах, позволяют считать данный метод транспортировки продукции весьма перспективным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ким, К.К. Применение озона в технологиях санитарной обработки / К.К. Ким, Г.Л. Спичкин, Е.Я. Быстров. // Железнодорожный транспорт, №8, 2005. - С.54-55
- 2 Ким, К.К. Решение проблем создания “свежего” воздуха в вагонах железнодорожного транспорта и метрополитена. Гигиенические и инженерные аспекты / К.К. Ким [и др.]. // Безопасность жизнедеятельности, №10, 2006. - С.22-25
- 3 Ким, К.К. Озоновые прачечные / К.К. Ким, Г.Л. Спичкин, С.В. Терентьев. // Безопасность жизнедеятельности. № 9. 2008. - С.39-42.

4 Ким, К.К. Новые подходы к повышению качества воздуха помещений / К.К. Ким, Г.Л. Спичкин, К.В. Воробьев. // Безопасность жизнедеятельности, №9, 2010. - С.11-17.

5 Ким, К.К. Использование озоновых технологий для решения задач дезинфекции на железнодорожном транспорте / К.К. Ким, А.И. Кручинин, Г.Л. Спичкин, Е.К. Чистов. // Сборник трудов ученых и специалистов транспортной отрасли «Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарной, эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте» II выпуск. М.: ВНИИЖТ, 2016г. - С. 8-17.

УДК 621.316.722.076.12

Климаш Владимир Степанович – д-р техн наук, профессор, профессор кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pe@knastu.ru

Klimash Vladimir Stepanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Industrial Electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pe@knastu.ru

Первунинский Сергей Александрович – студент магистратуры, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pe@knastu.ru

Pervuninsky Sergey Alexandrovich – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pe@knastu.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

ENERGY SAVING TECHNOLOGY FOR URBAN ELECTRIC NETWORKS BASED ON TRANSISTOR VOLTAGE INVERTERS

Аннотация. Рассматривается проблема низких энергетических показателей и качества напряжения в городских электрических сетях. Для решения этой проблемы предлагается применение объединенной системы энергоснабжения коммунального хозяйства и городского электрифицированного транспорта. Посредством применения на коммунальных подстанциях транзисторных инверторов напряжения и подключения их к тяговой сети создается объединенная система, которая позволит выравнивать графики нагрузки и снизить потери и отклонения напряжения за счет перераспределения энергии в тяговой сети постоянного тока через сети городских микрорайонов переменного тока.

Abstract. The problem of low indicators of efficiency and quality of voltage in urban electrical networks is considered. To solve this problem, it is proposed to use a combined power supply system for public utilities and urban electrified transport. By means of transistor voltage inverters, the combined system will allow to align the load curves and reduce voltage losses and deviations due to the redistribution of energy in the DC traction network through the networks of AC urban microdistricts.

Ключевые слова: транзисторные инверторы напряжения; тяговая сеть постоянного тока; городская сеть переменного тока.

Key words: Transistor voltage inverters; DC traction network; urban ac network.

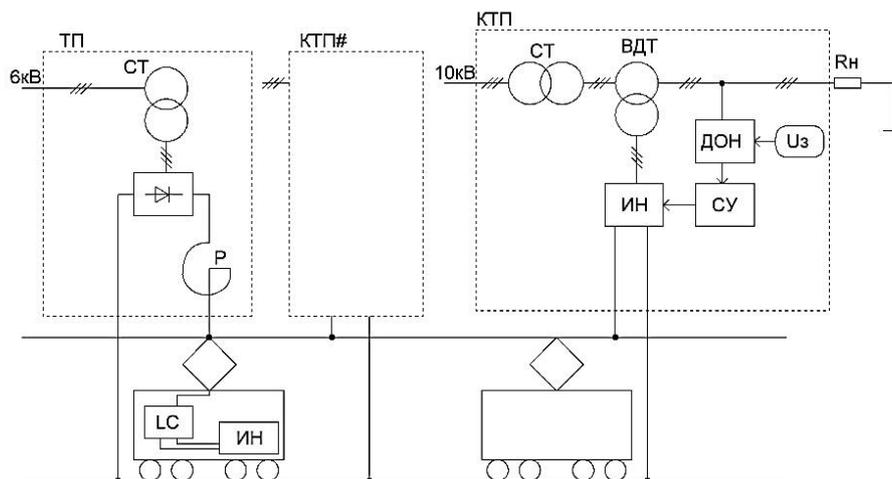
Питание тяговой сети постоянного тока городского электрифицированного транспорта (трамваи, троллейбусы), обычно производится от главной тяговой подстанции. Однако, одна подстанция не обеспечивает требуемое напряжение по всей длине протяженных маршрутов. Вблизи подстанции напряжение повышенное, а в конце маршрута существенно ниже нормативного уровня, из-за падения напряжения в контактной сети.

Данную проблему решают следующим образом. На каждом участке пути добавляют дополнительную тяговую подстанцию, их количество зависит от длины маршрута и нагрузки в часы пик. Но все равно, остаются участки, где напряжение меньше установленных нормативов. Эта проблема заставляет водителей городского электрифицированного транспорта приспосабливаться к определенному управлению на различных участках маршрута, где происходит просадка напряжения, что для пассажиров тоже отражается неким дискомфортом.

Применение принципа [7] и системы [8] эффективно развивает транспортную сеть на основе уже существующей коммуникаций, без необходимости их масштабной реконструкции, и повысить экономичность и надёжность действующей системы городского электроснабжения. Операции способа [7] направлены на выравнивание напряжения в контактной сети, а также стабилизацию напряжения и компенсации реактивной энергии в коммунальной сети переменного тока.

Эффект, ожидаемый от внедрения предлагаемой энергосберегающей технологии, составит до 25% сокращения потребления энергии электрифицированным транспортом в общегородском хозяйстве, из которых экономия только от использования режима рекуперативного торможения с накопителями энергии [8] составит от 10 до 15%.

Объединённая система высвобождает дополнительные тяговые подстанции, (вместе с капитальными затратами на их обслуживание). Им взамен будут применены существующие коммунальные комплектные трансформаторные подстанции, оснащенные силовой электроникой. Схема реализации технологии энергосбережения приведённая на рисунке 1.



ТП - тяговая подстанция; КТП – комплектная трансформаторная подстанция ЖКХ; СТ и ВДТ – силовой и вольтодобавочный трансформаторы; Р – сглаживающий реактор; LC - фильтр; ИН – инвертор напряжения с системой управления СУ; ДОН – датчик отклонения напряжения от заданного уровня U_z

Рисунок 1 – Структурная схема системы городского электроснабжения и электрифицированного транспорта

Для объединения городских сетей постоянного и переменного тока устанавливаются вольтодобавочные устройства [5] на трансформаторные подстанции городских микрорайонов, расположенные вблизи от контактных сетей городского электротранспорта.

В данную энергосистему предлагается включить все комплектные трансформаторные подстанции ЖКХ (КТП), которые будут связаны с тяговой сетью электрифицированного транспорта (ТСЭТ), запитанной от тяговой подстанции (ТП). Также предлагается оснастить КТП инверторами напряжения (ИН) совместно с датчиками отклонения напряжения (ДОН), которые будут посылать сигнал в систему управления (СУ) для инверторов. Индуктивно – емкостной фильтр на входе ИН выполняет также функцию накопителя энергии в режиме рекуперативного торможения, которую он израсходует при последующем разгоне.

Результатом применения данной технологии, является выравнивание напряжения в тяговой сети и стабилизация напряжения на коммунальных подстанциях и у потребителей. Кроме этого, снизятся потери в городских электрических сетях, улучшатся условия для управления городским электрифицированным транспортом, повысится комфорт пассажирских перевозок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т./ Под общ. ред. А. А. Федорова. Т.2. Электрооборудование. - М.: Энергоатомиздат, 1987.- 592 с.

2 Тяговые подстанции трамвая и троллейбуса. Загайнов Н.А., Финкельштейн В.С. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1978, -336 с.

3 Маркушевич Н.С. Регулирование напряжения и экономия электроэнергии. - М.: Энергоатомиздат, 1984.- 104 с.

4 Пролыгин А.П. и Рабинович А.А. Электрооборудование подвижного состава. М., «Энергия», 1973.

5 Климаш В.С. Вольтодобавочные устройства для компенсации отклонений напряжения и реактивной мощности с амплитудным, импульсным и фазовым регулированием: Монография.- Владивосток: Дальнаука, ДВО РАН 2002.- 141 с.

6 Климаш В.С. Инверторы напряжения с широтно-импульсной модуляцией: учеб. пособие / ГОУВПО «КНАГТУ», 2010. – 106 с.

7 Пат. № 2524209 РФ, МПК H02J 3/18, B60M3/02 Способ перетоков энергии в городской тяговой сети постоянного тока через коммунальную сеть переменного тока / Климаш В.С., Пименов Д.В. (RU) // Открытия. Изобретения, 2014., Б.И. №21.

8 Пат. № 110560 РФ, МПК H02J 3/18, B60M3/02 Объединённая система электроснабжения с накопителями энергии / Климаш В.С., Чичеров Е.А., Пименов Д.В. (RU) // Открытия. Изобретения, 2011., Б.И. №32.

УДК 621.81

Климаш Владимир Степанович – д-р техн наук, профессор, профессор кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pe@knastu.ru

Klimash Vladimir Stepanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Industrial Electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pe@knastu.ru

Петухов Александр Владимирович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pe@knastu.ru

Petuhov Aleksandr Vladimirovich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pe@knastu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ЛИНИИ ПРИ СРАБАТЫВАНИИ АВР

INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL COMPLEX OF THE WOODWORKING LINE IN CASE OF VOLTAGE FAILURES IN THE SUPPLY NETWORK

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования электротехнического комплекса деревообрабатывающей линии по производству шпона при провалах напряжения, возникающих при срабатывании АВР и авариях в сети электропитания.

Abstract. The article discusses the results of the study of the stability of the electrical complex of the woodworking veneer production line to voltage failures in the supply network.

Ключевые слова: автономный инвертор напряжения, автоматическое включение резерва, генераторное торможение, общий выпрямитель, общее звено постоянного напряжения.

Key words: autonomous voltage inverter, automatic switching on of the reserve, generator braking, common rectifier, common constant voltage link.

Исследования проводились на разработанной имитационной модели электротехнического комплекса деревообрабатывающей линии в среде MatLab, имитирующей работу комплекса [1], блочная структура которой приведена на рисунке 1. Блок Б1 система электроснабжения с устройством АВР, Б2 - схема контроля трёхфазного напряжения на входе общего выпрямителя, Б3 - система управления инверторами напряжения реализующей способ управления комплексом [2] при провалах напряжения в трёхфазной сети, ИНВ1-ИНВ4 инверторы напряжения с индивидуальными системами управления. Элемент З.С. - общий задатчик интенсивности разгона и торможения электродвигателей входящих в состав комплекса. Трёхфазный выпрямитель, L-фильтр, конденсаторы С1-С4 образуют общее звено постоянного напряжения, к которому подключены автономные инверторы напряжения с индивидуальными системами управления.

В процессе постановки численных экспериментов на имитационной модели моделировались различные аварийные ситуации в сети электроснабжения, приводящие к срабатыванию АВР с частичным и полным снятием трёхфазного напряжения на входе общего выпрямителя электротехнического комплекса. В электротехническом комплексе применён способ управления [2], позволяющий замедлить раз-

ряд конденсатора звена постоянного напряжения за счёт плавного снижения скорости электродвигателей с одновременным их переводом в генераторный режим торможения и осуществить последующий их разгон до номинальной скорости после восстановления электроснабжения с целью обеспечения работы оборудования без его остановки при провалах напряжения в питающей сети во переключения АВР и аварий в системе электроснабжения. Структура системы управления АИН построена таким образом, что в момент срабатывания АВР, управление выходной частотой АИН осуществлялось изменяющимся напряжением в звене постоянного напряжения с одновременным поддержанием режима генераторного торможения рисунке 2 осциллограмма (а).

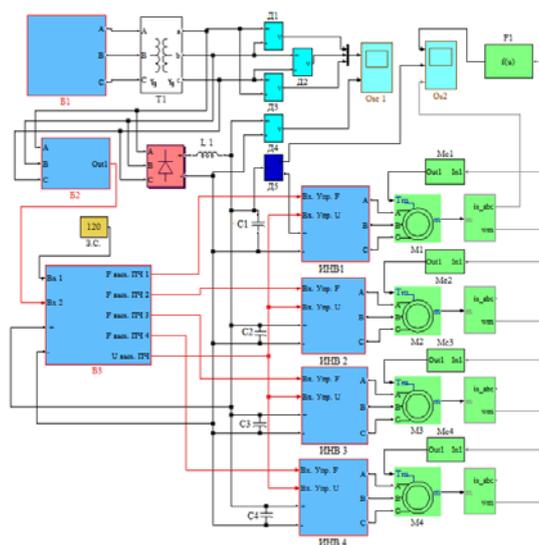


Рисунок 1 – Имитационная модель электротехнического комплекса деревообрабатывающей линии в среде MatLab

После восстановления напряжения на входе общего выпрямителя, осуществлялся плавный разгон электродвигателей до номинальной скорости, рисунок 2 осциллограмма (б) в соответствии с заложенным в систему управления алгоритмом. В ходе исследования проводился анализ амплитуды фазного тока в статорной обмотке электродвигателей, подключенных к выходу АИН в процессе генераторного торможения, переходных процессов возникающих при переходе электродвигателей из режима торможения в режим разгона, режима плавного разгона электродвигателей до номинальной скорости после восстановления напряжения на входе трёхфазного выпрямителя.

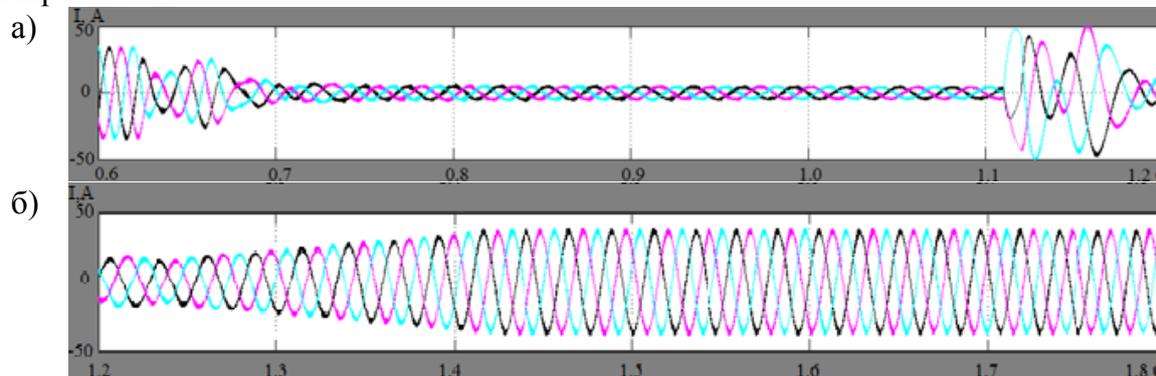


Рисунок 2 – Осциллограмма тока в обмотках электродвигателя:
а – в момент снятия напряжения в трёхфазной сети; б – в момент восстановления напряжения и разгона двигателя до номинальной скорости

Результаты исследования показали, что применение рассматриваемого способа позволяет обеспечить работу электротехнического комплекса без его остановки при авариях в трёхфазной сети, устранить динамические перегрузки, возникающие в механических узлах деревообрабатывающей линии счёт плавного снижения скорости в момент возникновения аварийного режима с последующим плавным разгоном электродвигателей до номинальной скорости после восстановления электроснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Klimash V.S., Petuhov A.V. Elektric Drive with Common Rectifier and Individual Inverters for Asynchronous Electric Motors of Woodworking Line. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies 10.1109/FarEastCon.2019, 2019. 8934051.

2 Патент 2740813 РФ. МПК: B27L 5/02, H02P 1/16, H02P 3/06. Способ управления электроприводом деревообрабатывающей линии в время автоматического включения резерва / В.С. Климаш, А.В. Петухов. Опубл. 21.01.21, Бюл. № 3.

3 Свидетельство 2021611165 РФ о регистрации программы для ЭВМ. Программный комплекс математической модели электропривода деревообрабатывающей линии в среде MATLAB / В.С. Климаш, А.В. Петухов. Опубл. 22.01.21, Бюл. № 2.

УДК 621.314

Климаш Владимир Степанович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Промышленная электроника» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: klimash10@mail.ru

Klimash Vladimir Stepanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Industrial Electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: klimash10@mail.ru

Табаров Бехруз Довудходжаевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: behruz.tabarov@mail.ru

Tabarov Bekhruz Dovudkhodzhayevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: behruz.tabarov@mail.ru

ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ С РЕАКТОРНО-ТИРИСТОРНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

TRANSFORMER SUBSTATION WITH REACTOR-THYRISTOR VOLTAGE AND REACTIVE POWER REGULATION

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы загрузки электрических сетей реактивной мощностью, низкого качества напряжения у потребителей и неуправляемого переключения промышленных нагрузок. Для решений этих проблем предложено оснащение трансформаторных подстанций простыми и надежными специализированными устройствами силовой электроники на основе реакторов, конденсаторов и тиристорных ключей с естественной коммутацией. Предлагаемые способы и устройства повысят пропускную способность электрических сетей, выровняют напряжение у потребителей, продлят срок службы электрооборудования подстан-

ций. Проводятся исследования стационарных и динамических процессов силового трансформатора с новыми специальными способами его пуска, регулирования напряжения и реактивной мощности, управляемого переключения нагрузок.

Abstract. The article deals with the problems of loading electric networks with reactive power, low voltage quality among consumers and uncontrolled switching of industrial loads. To solve these problems, it is proposed to equip transformer substations with simple and reliable specialized power electronics devices based on reactors, capacitors and thyristor switches with natural switching. The proposed methods and devices will increase the capacity of electrical networks, equalize the voltage of consumers, and extend the service life of substation electrical equipment. Studies of stationary and dynamic processes of a power transformer with new special methods of its start-up, voltage regulation and reactive power, controlled switching of loads are carried out.

Ключевые слова: трансформаторная подстанция, конденсаторная установка, реакторно-тиристорный пускорегулирующее устройство, активно-индуктивная нагрузка, гибридные пускатели, компенсация реактивной мощности, математическая модель.

Key words: transformer substation, capacitor plant, reactor-thyristor start-up device, active-inductive load, hybrid starters, reactive power compensation, mathematical model.

В настоящее время для стабилизации напряжения потребителей и улучшения пропускной способности линии электропередачи на трансформаторных подстанциях применяют разные технические решения, которые из-за их ряда недостатков не обеспечивают поддержание напряжения у потребителей на заданном уровне с хорошими энергетическими показателями. Учитывая эти недостатки, предлагается взамен реакторно-механических регуляторов напряжения применять реакторно-тиристорное пускорегулирующее устройство совместно с конденсаторной установкой [1].

Опыт работы существующих трехфазных активно-индуктивных нагрузок показывает, что операции включения и выключения трехфазных промышленных нагрузок осуществляется при помощи контакторов, магнитных пускателей, автоматов, различного типа выключателей (пакетные, вакуумные, воздушные, элегазовые и др.), которые одновременно подключают все три фазы потребителей и не могут производить управляемый пуск трёхфазных нагрузок без возникновения асимметричных бросков токов, просадов напряжения, электрической дуги, коммутационных потерь и перенапряжения. Для устранения этих недостатков предлагается гибридных пускателей для обеспечения операции включения и выключения трехфазных активно-индуктивных нагрузок с хорошими энергетическими показателями [2].

На рисунке 1 приведена функциональная схема пускорегулирующих устройств в составе ТП и нагрузки. Она содержит трёхфазную сеть G , линию электропередачи W , сетевой высоковольтный выключатель Q_c , блок реакторно-тиристорное пускорегулирующее устройство Р-ТПУ, блок конденсаторной установки КУ, силовой трансформатор СТ, датчик отклонения напряжения ДОН, блок авторегулирования БАР, выключатель нагрузки Q_n и блок активно-индуктивную нагрузку Z .

Блок Р-ТПУ состоит из трехфазного контактора АС, основного L1 и дополнительного L2 реакторы, основного VS-1 и дополнительного VS-2 тиристорных ключей с системой импульсно-фазового управления СИФУ синхронизирующего с сетью через блок синхронизации БС.

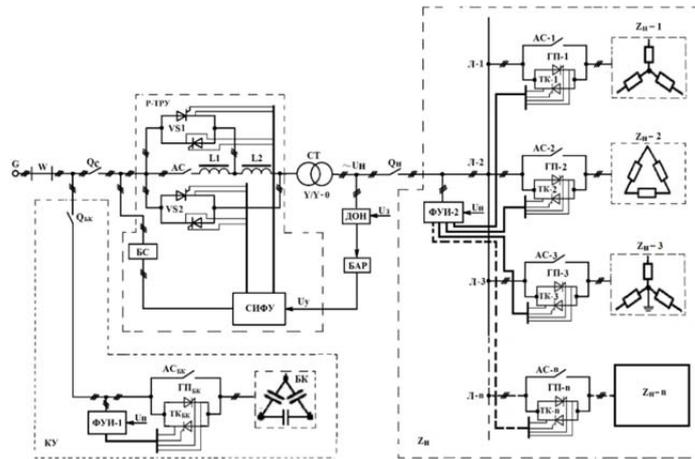


Рисунок 1 – Функциональная схема трансформаторной подстанции с пускорегулирующими устройствами

В состав блока КУ входят выключатель $Q_{БК}$, батареи конденсаторов БК, гибридный пускатель $ГП_{БК}$ в комплекте трехфазных контакторов $АС_{БК}$ и тиристорных ключей $ТК_{БК}$ с их блоком формирователя управляющих импульсов ФУИ-1.

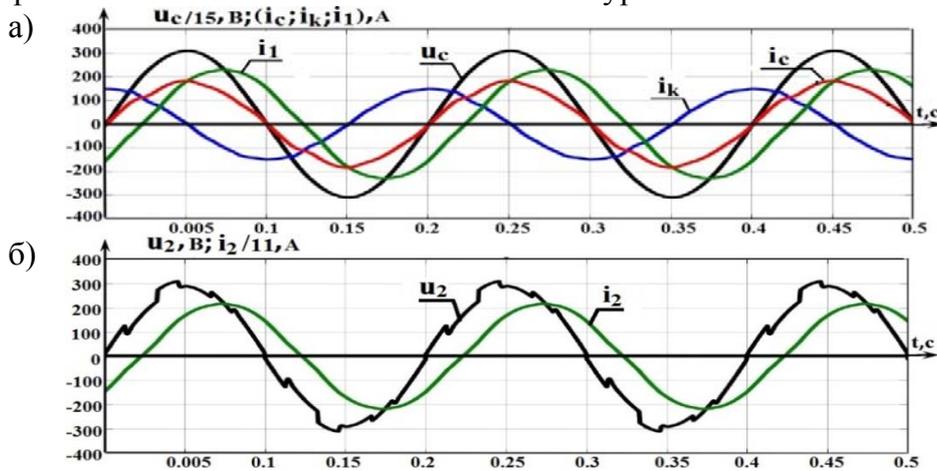
Блок активно-индуктивной нагрузки Z представляет собой распределительные линии $Л-1...Л-n$ с промышленными нагрузками Z_n , гибридные пускатели нагрузок $ГП-1...ГП-n$ с электронными (тиристорными) $ТК-1...ТК-n$ и электрическими $АС-1...АС-n$ аппаратами (пускателями), а также формирователи управляющих импульсов тиристорных пускателей ФУИ-2.

Для проведения исследования стационарных и динамических процессов трансформаторной подстанции разработан программный комплекс, в среде Matlab [3]. При моделировании проводились исследования физических процессов подстанции и промышленных трехфазных активно-индуктивных нагрузок по схеме Р-ТПУ – СТ и гибридными пускателями.

1. Исследование напряжения на входе СТ и у потребителей при отклонениях напряжений в верхнем поддиапазоне регулирования.

2. Исследование включения и выключения промышленных трехфазных активно-индуктивных нагрузок гибридными пускателями.

Осциллограммы на рисунке 2 получены при номинальной нагрузке и отклонении напряжения в сети на $\pm 5\%$ от номинального уровня.



u_c и u_2 – напряжения сети и нагрузки;

i_k, i_c, i_1, i_2 – токи конденсатора, на входе и выходе СТ

Рисунок 2 – Осциллограммы напряжений и токов для одной фазы цепи подстанции:
а – первичной; б - вторичной

Анализируя эти осциллограммы, видно, что форма тока сети искажается незначительно, а его фаза совпадает с напряжением сети, что обуславливает высокую эффективность потребления электроэнергии трансформаторной подстанцией.

Включение трехфазной нагрузки производят электронной частью гибридного пускателя с последующим ее шунтированием контакторов.

На рисунке 3 приведены осциллограммы токов при включении и выключении промышленных нагрузок. Они получены на модели с имитацией управляемого переключения нагрузок гибридными пускателями (рисунок 3) по новым способам [2]. Здесь на интервалах времени $T-1 \div T-5$ иллюстрируется процесс изменения нагрузки подстанции со случайным характером переключения трех активно-индуктивных нагрузок.

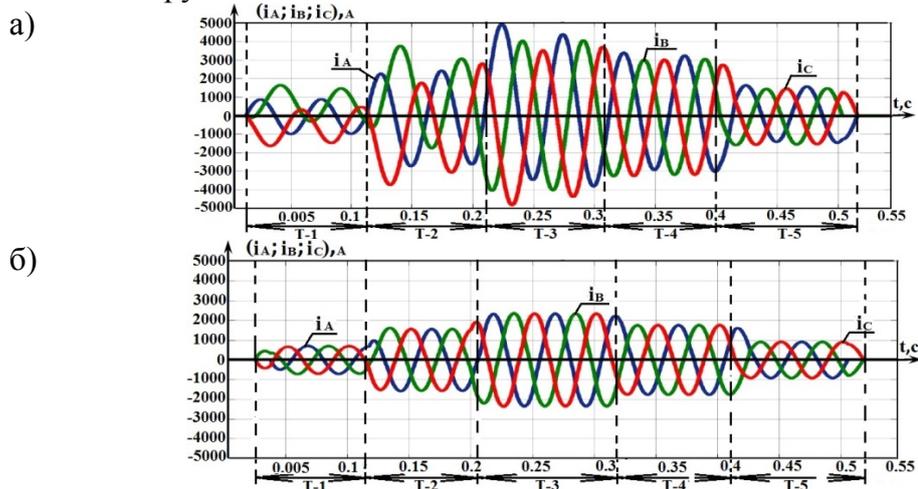


Рисунок 3 – Токи при включении и выключении промышленных нагрузок:
а – с электрическими аппаратами; б – с гибридными пускателями

Результаты исследования показали, что применение на подстанциях предлагаемых устройства силовой электроники и способов управления позволяет снизить электродинамические усилия на электрооборудование и продлить их срок службы, уменьшить потери электроэнергии в силовых трансформаторах, у потребителей и в электрических сетях, улучшить качества электроэнергии и повысить энергетическую эффективность в системах промышленного электроснабжения. Применение предлагаемых разработок на трансформаторных подстанциях способствует ускорению внедрения FACTS технологий в современные энергетические системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Патент 2667095 РФ. Способ управления пускорегулирующим устройством силового трансформатора / В.С. Климаш, Б.Д. Табаров. Оpubл. 14.09.2018. Бюл. № 26.

2 Климаш, В.С. Способы включения трёхфазного электрооборудования и их реализация / В.С. Климаш, В.И. Тараканов // Электротехнические комплексы и системы, издательский дом «Кварта», 2015, №2, г. Воронеж, 2015 г.

3 Патент № № 2746796 РФ. Способ регулирования реактивной мощности конденсаторной установкой / С.В. Климаш, А.М. Константинов, Б.Д. Табаров. В.С. Климаш. Оpubл. 21.04.2021, Бюл. № 12.

4 Блочно-модульная модель для исследования физических процессов электротермической установки с компенсацией реактивной мощности / В.С. Климаш, Б.Д. Табаров: св-во о гос. регистр. программы для ЭВМ. – М. : ФИПС, – 2021. – № 2021614296 от 22 марта 2021 г.

УДК 004.4, 534.1

Кожевников Алексей Николаевич – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Прочность летательных аппаратов», ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», e-mail: kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru

Kozhevnikov Aleksey Nikolaevich – Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer of Aircraft Strength Department, Novosibirsk State Technical University, e-mail: kozhenikov.2010@corp.nstu.ru

Истратова Евгения Евгеньевна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления», ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», e-mail: istratova@mail.ru

Istratova Evgeniya Evgenievna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Automated Control Systems Department, Novosibirsk State Technical University, e-mail: istratova@mail.ru

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТА

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR ASSESSMENT OF OVERHEAD CONTACT LINE PYLONS TECHNICAL STATE BY EXPERIMENTAL RESULTS ANALYSIS

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и исследования программного обеспечения для проведения процесса оценивания технического состояния опор контактной сети на основе полученных экспериментальных данных. К ключевым функциональным возможностям программы относятся: удобный пользовательский интерфейс, позволяющий за минимальное количество действий получить необходимую информацию о техническом состоянии конструкции; а также база данных для хранения сведений о проведенных экспериментах. Разработанное программное обеспечение позволяет формировать различные статистические отчеты по конструкциям и их характеристикам.

Abstract. The article presents the results of the development and research of software for the technical state assessing process of overhead contact line pylon structures based on the experimental data obtained. The key functional capabilities of the program include: a user-friendly interface that allows us to obtain the necessary information about the technical state of the structure in a minimum number of steps; as well as a database for storing information about the experiments performed. The developed software allows generate various statistical reports on structures and their characteristics.

Ключевые слова: программное обеспечение, разработка, оценка, опоры контактной сети, эксперимент.

Key words: software, development, evaluation, overhead contact line pylon, experiment.

Последние несколько десятилетий связаны с увеличением интереса к более активному применению информационных технологий для задач сбора, обработки и визуализации информации, что дает возможность не только повысить качество, но и сократить время на обработку экспериментальных данных.

Поэтому в настоящее время различные программные продукты используются в разных отраслях промышленности. Например, ведущие нефтегазодобывающие компании применяют информационные системы при обработке и интерпретации

данных сейсмических исследований и разведочного бурения, а также при проводке сложных скважин через тонкослоистые нефтенасыщенные пропластки [1-3].

В энергетике методы математического моделирования и автоматизация расчетов используются для выполнения прочностных расчетов и оценки работоспособности различных конструкций, в том числе и опор воздушных линий электропередачи при их динамическом деформировании в процессе эксплуатации [4,5].

В других областях использование программ позволяет просчитать характеристики готового сырья, скорректировать параметры технологического процесса в зависимости от продукции, поступающей на предприятие [6].

Таким образом, разработка и модернизация программного обеспечения предоставляет возможности для совершенствования системы оценки качества исходных данных, прогнозирования показателей работы оборудования, а также для регулирования операционных процессов в режиме реального времени в случае отклонения их от заданных режимов работы. Все это в итоге стимулирует выход на качественно новый уровень развития производства в целом.

Цель исследования заключалась в разработке и тестировании программного обеспечения для осуществления оценки технического состояния опор контактной сети городского электрифицированного транспорта на основе получаемых экспериментальных данных.

Актуальность данной задачи подтверждается тем, что при проектировании подобных конструкций современным направлением является применение прогрессивных материалов, позволяющих существенно повысить эксплуатационную надежность как отдельных элементов, так и объекта в целом. Под прогрессивным материалом при этом понимается материал с повышенными эксплуатационными характеристиками или принципиально иным составом. В качестве опытных образцов прогрессивных материалов в проводимом исследовании были определены механические свойства композиционного волокнистого и послойно синтезированного металлического материалов.

Для оценки технического состояния готовой конструкции и прогнозирования ее поведения на всех этапах жизненного цикла целесообразно применение программного обеспечения для учета экспериментальных данных об особенностях используемых материалов. Скорость и качество обработки поступающей информации позволит при этом получить значительные результаты и во многом упростить работу специалистов в рамках производственных процессов, связанных с обработкой большого количества поступающих данных [7].

Для реализации указанной цели исследования были сформулированы и решены задачи, связанные с анализом предметной области, разработкой базы данных и интерфейса программного обеспечения.

В результате выполнения задач исследования, программный продукт был разработан на основе клиент-серверной архитектуры, что позволяет использовать его в учебных и научно-исследовательских целях одновременно нескольким пользователям. Отличительной особенностью разработанного программного обеспечения является возможность корректирования его параметров на любом этапе работы по результатам натурных испытаний для повышения качества процесса проектирования.

На рисунках 1 и 2 представлены основные разделы разработанного приложения для ввода результатов экспериментальных исследований и вывода обработанных величин в табличном виде.

My Application Эксперименты Результаты Вход Регистрация

Ввод данных

Номер опоры

Диаметр опоры

Номер эксперимента

Рисунок 1 – Форма для ввода данных

My Application Эксперименты Результаты Вход Регистрация

Результаты расчета

Расчетные значения	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅
Минимальное значение	1.215	1.921	1.064	1.870	1.656
Максимальное значение	2.096	3.614	2.108	2.071	3.013
Среднее значение	1.880	2.648	1.713	2.006	2.051
Медиана	2.0215	2.0561	1.8549	2.033	1.8694

Рисунок 2 – Результат вывода данных в виде таблицы

Программа позволяет проводить статистическую обработку экспериментальных данных и выводить информацию в виде таблицы и графиков с указанием минимального, максимального и среднего значений измеряемого показателя по ряду проведенных тестов.

Процесс обработки экспериментальных данных представлен на рисунке 3 и начинается с их ввода в программу и записи в базу данных, следующим этапом является их статистическая обработка и вычисление требуемых величин, к которым относятся: среднее, минимальное и максимальное значения, а также медиана. Вывод обработанных экспериментальных данных осуществляется в виде таблиц и графиков.

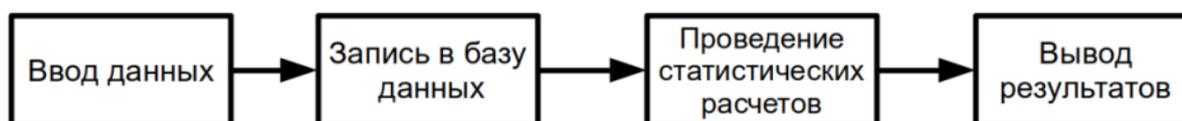


Рисунок 3 – Схема процесса обработки экспериментальных данных

Для тестирования разработанного программного обеспечения было проведено исследование по определению спектров частот собственных колебаний опор контактной сети линии городского электрифицированного транспорта города Новосибирска. Для собранных данных по 56 опорам контактной сети были рассчитаны статистические показатели, проведен анализ и построены графики зависимости спектров частот собственных колебаний опор контактной сети от их диаметра (рисунок 4). В рамках исследования были рассмотрены наиболее распространенные типы опор контактной сети, включающие следующие обхваты: 0,88, 0,96, 1,04 и 1,36 метров.

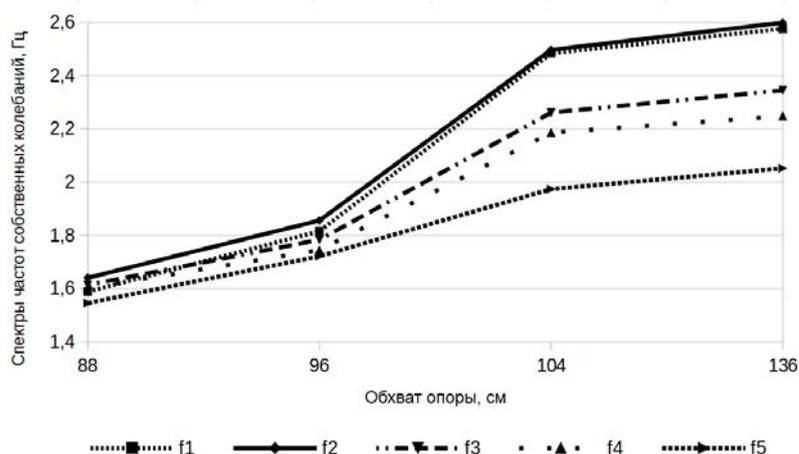


Рисунок 4 – Результаты тестирования программного обеспечения

В результате анализа полученных данных было установлено, что отклонения от ожидаемых величин спектров частот собственных колебаний опор контактной сети линии городского электрифицированного транспорта города Новосибирска распределены по закону, близкому к нормальному. Минимальная разница между средними значениями и медианами свидетельствует о равномерности распределения полученных оценок.

Данная работа выполнена в рамках гранта, по итогам конкурса мэрии города Новосибирска на предоставление грантов в форме субсидий в сфере научной и инновационной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кудинов А. В. Информационные технологии для повышения ресурсоэффективности энергокомплексов нефтегазодобывающих компаний / А. В. Кудинов, Н. Г. Марков // Векторы благополучия: экономика и социум. — 2019. — № 2 (3). — С. 64-73.

2 Разманова С. В. Нефтесервисные компании в рамках цифровизации экономики: оценка перспектив инновационного развития / С. В. Разманова, О. В. Андрухова // Записки горного института. — 2020. — Т. 244. — С. 482-492.

3 Бучаев А. Г. Перспективы развития аутсорсинга в нефтегазовой отрасли России в современных условиях / А. Г. Бучаев, А. С. Абдулкадыров, И. В. Рыжов // Журнал прикладных исследований. — 2021. — № 2. — С. 13-18.

4 Кожевников А. Н. Применение методов моделирования в расчетах на прочность опор воздушных линий электропередачи при динамическом деформировании / А. Н. Кожевников, Т. В. Бурнышева // Научно-технический вестник Поволжья. - 2020. - № 10. - С. 66–68.

5 Кожевников А. Н. Экспресс-оценка работоспособности опор воздушных линий электропередачи по динамическим параметрам / А. Н. Кожевников, О. Н. Сафонов, А. Г. Тарасов. // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2021. – № S3 (22). – С. 27-29.

6 Патачаков И. В. Применение информационной системы при управлении горными выработками / И. В. Патачаков, Е. А. Руденко // Московский экономический журнал. — 2021. — № 2. — С. 363-370.

7 Левенцов В. А. Разработка интегрированного стандарта обеспечения цифровыми двойниками наукоемкого производства / В. А. Левенцов, Д. Ю. Костецкий, К. Г. Аркина // Известия СПбГЭУ. — 2021. — № 1 (127). — С. 105-115.

УДК 62-131.3

Колесник Максим Борисович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kolmax2001@mail.ru

Kolesnik Maxim Borisovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kolmax2001@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДА ГЕРМЕТИЧНОЙ ЗАДВИЖКИ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE SEALED VALVE DRIVE

Аннотация. Предложен способ повышения эффективности магистральных задвижек путем внедрения электропривода с линейным перемещением исполнительного элемента в их конструкцию. Разработана модель привода герметичной задвижки на основе результатов проведенных исследований по анализу напряженно-деформированного состояния асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при осевых нагрузках в пакете SolidWorks Simulation.

Abstract. A method is proposed to increase the efficiency of trunk valves by introducing an electric drive with linear displacement of the executive element into their design. A model of a sealed gate valve drive has been developed based on the results of studies conducted to analyze the stress-strain state of an asynchronous motor with a short-circuited rotor under axial loads in the SolidWorks Simulation package.

Ключевые слова: магистральная задвижка, напряженно-деформированное состояние, SolidWorks Simulation, статический анализ, напряжения.

Key words: main gate valve, stress-strain state, SolidWorks Simulation, static analysis, stresses.

Введение

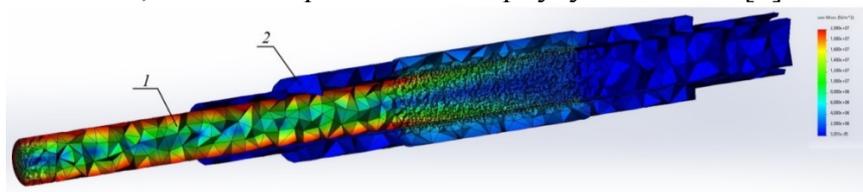
В статье предлагается способ повышения эффективности герметичной задвижки путем внедрения асинхронного двигателя с линейным перемещением исполнительного элемента в конструкцию задвижки, конструктивное исполнение и принцип действия которого описаны в [1-2].

Статический анализ

В результате исследования, проведенного ранее в пакете SolidWorks и направленного на выявление способности конструкции двигателя выдерживать осевые нагрузки, были сделаны следующие выводы:

1. Наиболее нагруженной частью является исполнительный элемент. На рисунке 2 видно, что нагрузка по виткам резьбы распределяется неравномерно и основная нагрузка приложена к первой половине витков, там же и возникают наибольшие напряжения во всей конструкции [3].

2. Менее нагруженной частью является корпус двигателя, но наибольшие напряжения в его конструкции проявляются в местах затяжки болтовых соединений, а также на лапах, в местах крепления к корпусу двигателя [4].



1 – исполнительный элемент (тяги); 2 – втулка ротора

Рисунок 1 – Статический анализ передаточного механизма типа «винт-гайка»

Проведённые вычислительные эксперименты показали, что стандартный двигатель может выдерживать осевые нагрузки, но запас прочности по всей конструкции различный, в частности, максимальный запас прочности у корпуса двигателя, существенно меньший – у передаточного механизма. Для обеспечения принципа равнопрочности и повышения эффективности использования рассматриваемой конструкции электропривода необходимо, чтобы весь двигатель имел примерно одинаковый запас прочности, соответственно, его конструкция требует внесения изменений [5].

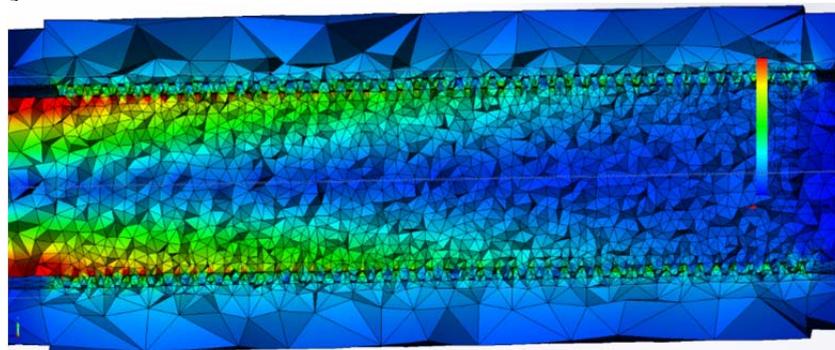


Рисунок 2 – Витковая область

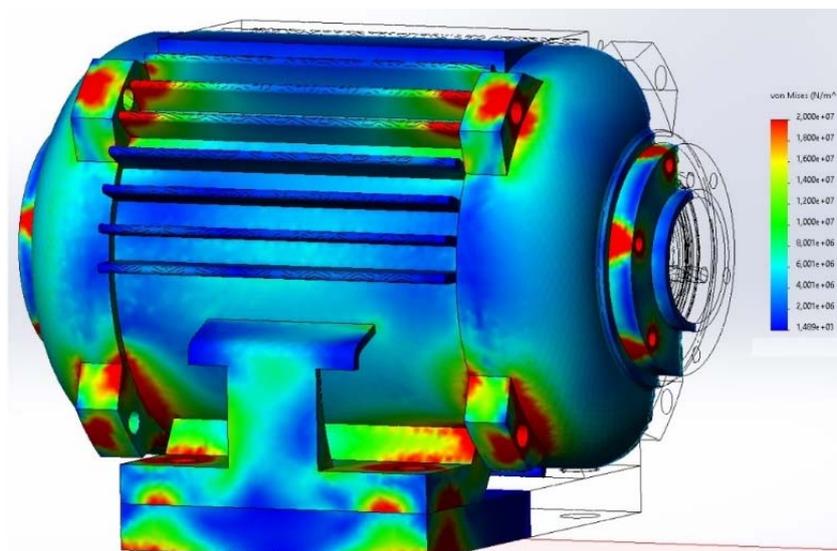
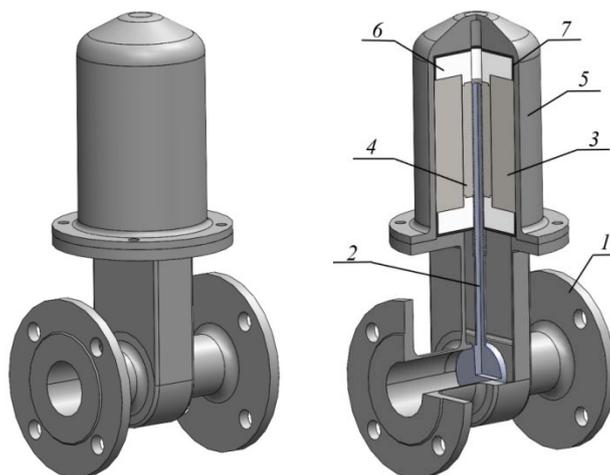


Рисунок 3 – Результаты статического анализа корпуса двигателя

Таким образом, асинхронный двигатель пригоден для применения в конструкциях с осевыми нагрузками. Одной из таких является магистральная задвижка. Внедрение в ее конструкцию электродвигателя с линейным перемещением исполнительного элемента позволит повысить эффективность герметичной задвижки по массогабаритным, экономическим показателям, по показателям технической и эксплуатационной надежности за счет простоты конструкции по сравнению с другими образцами [6].

Конструкция привода герметичной задвижки

Модель привода герметичной задвижки, представленной на рисунке 4, была спроектирована в пакете SolidWorks. Выбор программы обусловлен тем, что далее планируется также проводить прочностные и тепловые исследования над данной конструкцией. На данный момент привод представлен с мокрым ротором, статор с обмоткой, капсулируемой эпоксидным компаундом, и в качестве подшипников используются подшипники скольжения из фторопласта [7].



1 – корпус задвижки; 2 – шпindelь; 3 – статор; 4 – ротор; 5 – корпус двигателя;
6 – подшипники из фторопласта; 7 – резиновая прокладка
Рисунок 4 – Модель привода герметичной задвижки

Заключение

В статье приведены результаты прочностного анализа конструкции асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, разработана модель привода герметичной задвижки, сформулирован план для дальнейшего ее исследования, с целью обеспечения принципа равнопрочности и повышения эффективности использования конструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Колесник, М. Б. Определение потерь в передаточных механизмах специальных электромеханических приводов / С. Н. Иванов, М. Б. Колесник, В. А. Макаренко, Т. К. Фискова // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного университета. Науки о природе и технике. – 2020. – № V-1 (45). – С. 44-50.
- 2 Колесник, М. Б. Анализ совместимости в задаче управления безредукторным приводом стрелочного перевода / М. Б. Колесник, Ю. Б. Колошенко, А. А. Просолович // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного университета. Науки о природе и технике. – 2020. – № IV-1 (47). – С. 14-19.
- 3 Ivanov, S. N. Synthesis Of The Control Device Of The Electromechanical Drive Of The Main Valve / S. N. Ivanov, K.K. Kim, A. V. Gorbunov // 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 18-22 May. 2020, DOI: 10.1109/ICIEAM48468.2020.911 2086.
- 4 Автоматизированный электромеханический привод вагонных дверей / К. К. Ким, С. Н. Иванов, А. В. Горбунов, Т. С. Титова, В. В. Никитин, И. Г. Киселев // Электротехника. – 2019. – № 10. – С. 11-16.
- 5 Постановка задачи выбора и алгоритм определения параметров передаточных элементов электромеханических преобразователей с учётом действующих напряжений / М. Б. Колесник, С. Н. Иванов, Ю. Б. Колошенко, А. А. Просолович, К. К. Ким // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного университета. Науки о природе и технике. – 2021. – № I-1 (49) – С. 29-36.
- 6 Биргер, И. А. Расчёт на прочность деталей машин: справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
- 7 Колесник, М. Б. Обеспечение эксплуатационной совместимости асинхронных двигателей с линейным перемещением исполнительного элемента / М. Б. Колесник, С. Н. Иванов, Ю. Б. Колошенко // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного университета. Науки о природе и технике. – 2021. – № V-1 (53). – С. 24-29.

УДК 621.33:656.222(571.6)

Константинов Андрей Михайлович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: kams@festu.khv.ru

Konstantinov Andrey Mikhaylovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: kams@festu.khv.ru

Константинова Юлия Андреевна – старший преподаватель кафедры «Системы электроснабжения», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: praktika_pochta@mail.ru

Konstantinova Yuliya Andreyevna – Senior Lecturer of Power Supply Systems Department, Far Eastern State Transport University, e-mail: praktika_pochta@mail.ru

Кольцов Василий Игоревич – студент, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», e-mail: vasil45678@outlook.com

Koltsov Vasiliy Igorevich – student, Far Eastern State Transport University, e-mail: vasil45678@outlook.com

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА КОМСОМОЛЬСК – ВАНИНО НА ВНЕШНЮЮ СЕТЬ С ОЦЕНКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM ON THE QUALITY OF ELECTRICITY

Аннотация. В статье рассмотрена электрификация участка Комсомольск – Ванино, а именно влияние системы тягового электроснабжения этого участка на первичную энергосистему с проверкой ее пропускной способности при учете роста грузооборота в направлении Ванино-Совгаванского транспортно-промышленного узла. В исследовании осуществлены следующие этапы: во-первых, анализ исходных данных участка; во-вторых, разработка схемы подключения тяговых подстанций к линиям электропередачи с чередованием наиболее загруженных фаз; в-третьих, тяговые расчеты; в-четвертых, моделирование в программе MATLAB/Simulink пропуска тяжеловесных составов с оценкой пропускной способности системы электроснабжения при учете внешней сети; в-пятых, анализ результатов моделирования и выбор мероприятий для обеспечения пропускной способности.

Abstract. The article is devoted to checking the throughput of the AC traction power supply system of the Far Eastern Railway. A model of the MATLAB / Simulink system was created, indicators of the quality of electricity in the electric power network were calculated.

Ключевые слова: электрификация, система тягового электроснабжения, пропускная способность, несимметрия напряжений, коэффициент загрузки силового трансформатора.

Key words: electrification, traction power supply system, throughput, voltage asymmetry, load factor of a power transformer.

Введение

Электрификация участка Байкало-Амурской магистрали, относится к числу задач федерального значения. Проект электрификации подразумевает строительство шестнадцати тяговых подстанций (ТП). Центрами питания (ЦП) ТП будут подстанции: (ПС) 500 кВ Хабаровская, ПС 500 кВ Комсомольск, а также ТЭЦ в городе Советская Гавань и ПС Старт. Электрифицируемый участок располагается в грани-

цах Комсомольской дистанции электроснабжения (ЭЧ-5). Целью данного исследования является проверка пропускной способности системы тягового электроснабжения участка Комсомольск – Ванино при учёте внешней сети.

Этапы исследовательской работы

Первый этап исследовательской работы – это анализ исходных данных о рассматриваемом участке, результатом которого стало создание интерактивной географической онлайн карты. Интерактивная географическая карта, содержащая следующую информацию: линия железнодорожного пути, железнодорожные станции, населенные пункты и сведения о населении, действующие энергообъекты, проектируемые тяговые подстанции, диспетчерские пункты контактной сети (ДПКС) и районы контактной сети (ЭЧК). Второй этап исследовательской работы – разработка схемы подключения ТП к воздушным линиям электропередачи (ЛЭП) 220 кВ с чередованием наиболее загруженных фаз. ЛЭП 220 кВ на протяжении всего участка электрификации согласно схеме РДУ выполнены проводами АС-240, АС-300 и АС-400. Существующие подстанции ПС Селихино, ПС Ванино, ПС Старт и Комсомольская являются опорными, а ПС Уктур и ПС Высокогорная - транзитными. Подключение ТП производится в рассечку или на ответвлениях от двух одноцепных ЛЭП между двумя опорными подстанциями, только если после подключения ТП общее количество подстанций, подключённых к данной ЛЭП, составит не более пяти. Проект электрификации (первый из рассмотренных вариантов) предполагает исполнение ПС Оунэ и ПС Высокогорная в качестве отпаечных подпитывающих подстанций с форсированными трансформаторами. Подпитывающие подстанции в настоящее время применяются на ДВЖД в качестве средств усиления системы тягового электроснабжения (СТЭ), при этом показатели качества электроэнергии в питающих их сетях превышают допустимые значения [2]. Поэтому второй вариант электрификации подразумевает подключение ТП вместо подпитывающих на указанных выше подстанциях. Выбраны следующие типы ТП для обеспечения надежности электроснабжения при варианте-1: две опорных, четыре транзитных и четыре отпаечных подстанции; при варианте-2: одна опорная, пять транзитных и четыре отпаечных. Результатом второго этапа исследовательской работы является разработка программы для ЭВМ «Фаза» (Свидетельство регистрации ЭВМ № 2021619380), которая автоматически подключает группу ТП переменного тока к линии внешнего электроснабжения. Функциональные возможности программы «Фаза» заключаются в определении фаз на каждой подстанции исходя из введенных исходных данных, графическом отображении последовательности подключения ТП, отображении и фильтрации информации на карте, содержащей в себе названия подстанций и отображении данных проведенного подключения для каждого энергообъекта во всплывающем окне по нажатию (при условии ввода в исходные данные списка подстанций и их координат).

Третий этап исследования связан с выполнением тяговых расчетов в программе КОРТЭС. На основании тяговых расчетов составлены мгновенные схемы для межпоездных зон целевого участка. Число поездов в пакете в соответствии с нормативами составило восемь пар поездов, интервал движения в пакете - 8 минут, а межпоездной интервал вне пакета - 50 минут. Результаты третьего этапа являются исходными данными для имитационной модели. Четвертый этап – имитационное моделирование СТЭ. Моделирование выполнялось в программе MATLAB/Simulink, что связано с тем, что в программном комплексе КОРТЭС связь между подстанциями по сетям 220 кВ не учитывается, что приводит к существенным погрешностям расчета. Фрагмент созданной имитационной модели системы электроснабжения представлен на рисунке 1.

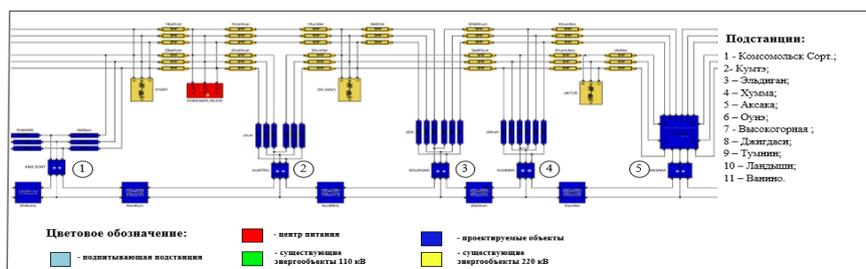


Рисунок 1 – Фрагмент имитационной модели системы электроснабжения в среде MATLAB/Simulink

Основными элементами рассмотренной имитационной модели системы электроснабжения являлись ЛЭП, ЦП, подстанции общего назначения, участки контактной и рельсовой цепи, силовые трансформаторы ТП и электроподвижной состав (ЭПС) [2]. Созданная модель системы электроснабжения участка, рассчитывает следующие параметры системы: K_{u2} – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности; K_3 – коэффициент загрузки трансформаторов ТП; $I_{ВЛ}$ – токи в проводах воздушных линий электропередачи; I_{ϕ} – токи фидеров контактной сети; $U_{ПЛ}$ – напряжение плеч подстанций; $U_{ЭПС}$ – напряжение на токоприемнике ЭПС. Рекомендованное значение коэффициента несимметрии по напряжению обратной последовательности находится в пределах $0 < K_{2U} < 2\%$, а его допустимое значение находится в пределах $2\% < K_{2U} < 4\%$. Результаты моделирования показали отклонение от допустимых значений при проезде пакета поездов межподстанционных зон (МПЗ) Эльдиган – Хумма (t_1), Хумма – Аксака (t_2), Аксака – Оунэ (t_3), Оунэ – Высокогорная (t_4), Джигдаси – Тумнин (t_5). Значения коэффициента несимметрии по обратной последовательности (на ПС 220/110 кВ Ванино) при двух сравниваемых вариантах представлены на рисунке 2.

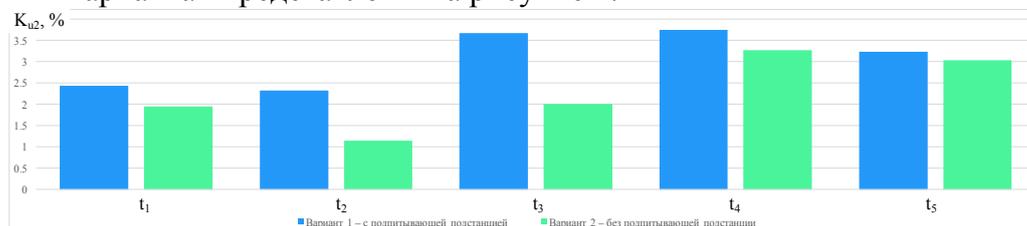


Рисунок 2 – Значения коэффициентов несимметрии по напряжению обратной последовательности подстанции ПС 220 кВ Ванино

Исходя из полученных данных следует, что коэффициент несимметрии в обоих случаях превышает рекомендуемые пределы, но ниже допустимого, что свидетельствует о симметрировании тяговой нагрузки в линиях за счет чередования подключения наиболее нагруженных фаз. Проектом электрификации предусмотрена установка на подпитывающих подстанциях Высокогорная и Оунэ трансформаторов типа ТДЦТНФЖ с форсированным охлаждением и повышенной нагрузочной способностью [3]. Поэтому коэффициент загрузки фазных обмоток трансформаторов ТП не превышает допустимых значений. Токи в линиях на протяжении всего участка по результатам моделирования не превышают максимально допустимый ток 690 А, а на шинах ТП наблюдается падение напряжение, соответствующее нормативным значениям. Но на ТП Высокогорная напряжение на шинах меньше номинального более, чем на 22,5 %. Величина токов фидеров контактной сети левого плеча ТП Высокогорная превышает при обоих вариантах допустимый максимальный ток. Сравнивая результаты расчетов напряжения на токоприемнике ЭПС, выяснили, что

отклонение от допустимого напряжения наблюдается при проезде пакета поездов МПЗ Эльдиган-Хумма и Оунэ-Высокогорная. При варианте электрификации с подпитывающими подстанциями предельное отклонение ниже допустимого значения почти на 29 %, а без подпитывающих подстанций превышение допустимых параметров выявилось на участках Эльдиган-Хумма и Оунэ-Высокогорная. Завершающим этапом работы явился выбор и моделирование мероприятий по обеспечению пропускной способности во время прохождения пакетом поездов участка Оунэ – Высокогорная при установке компенсирующих устройств реактивной мощности (УКРМ) и регулировки напряжения под нагрузкой (РПН). Коэффициенты несимметрии напряжений K_{2U} для случая с подпитывающими подстанциями после применения УКРМ и РПН уменьшились на диапазон 0,3-0,8 %, а на ТП Тумнин значение составило 4 %. В случае с ТП после применения УКРМ и РПН коэффициенты несимметрии напряжений снизились до нормативных значений. Применение УКРМ и РПН с подпитывающими подстанциями привело к снижению нагрузки (коэффициентов загрузки K_3) на фазу ВС подпитывающей подстанции Высокогорная с 120 % до 12 %. Для случая с ТП после применения УКРМ и РПН привело к снижению коэффициента загрузки до 20 % самой загруженной фазы СА на ТП Высокогорная. Превышение параметров загрузки силовых трансформаторов допустимо вследствие применения по проекту на них форсированного охлаждения. Уровень напряжения на токоприёмнике ЭПС при двух вариантах электрификации, но без применения УКРМ и РПН был менее 20 кВ, а при применении мер по повышению напряжения без подпитывающих подстанций показал наилучший вариант и напряжение соответствовало нормативным значениям. Таким образом, применение УКРМ и РПН обуславливается обеспечением пропускной способности МПЗ Оунэ-Высокогорная. Нагрузка на этом участке определяется сложным профилем пути.

Выводы

Результаты исследования внедрены в филиале ОАО «РЖД» ТРАНСЭНЕРГО Дальневосточной дирекции по энергообеспечению, а также в учебный процесс кафедры «Системы электроснабжения» ДВГУПС. В программной среде MATLAB/Simulink на основании собранных данных созданы имитационные модели двух вариантов системы электроснабжения участка. Вариант электрификации без подпитывающих подстанций технически наиболее приемлемый. Тяговая нагрузка при данном варианте оказывает меньшее влияние на несимметрию напряжений во внешней сети. Предложены мероприятия для обеспечения пропускной способности системы электроснабжения участка, предусматривающих установку УКРМ на ТП Высокогорная и изменение коэффициентов трансформации на ТП: Высокогорная, Оунэ, Эльдиган, Хумма, Тумнин, Ландыши.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Григорьев, Н. П. Снижение потерь электрической энергии в системе тягового электроснабжения переменного тока [Текст] / Н. П. Григорьев, Ю. А. Давыдов, А. П. Парфианович, П. Н. Трофимович // Электротехнические системы и комплексы – Магнитогорск: ФГБОУ ВО МГТУ им Г.И. Носова, 2018, №4(41). – С. 36-40.
- 2 Konstantinova, Y. Simulation of Devices for Voltage Regulation in 25 kV AC Electric Traction Network / Y. Konstantinova, V. Li, A. Konstantinov // Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). – 2020. – Vol. 1115 AISC. – P. 15-24. – DOI 10.1007/978-3-030-37916-2.
- 3 Новые трансформаторы УЭТМ для тяговых подстанций железных дорог // Евразия вести, 2019, №9. – С. 16.

УДК 621.311.182

Никонов Сергей Андреевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: dante_4-ever@inbox.ru

Nikonov Sergey Andreevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: dante_4-ever@inbox.ru

Кузьмин Роман Вячеславович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»; e-mail: romadres@mail.ru

Kuzmin Roman Vyacheslavovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University; e-mail: romadres@mail.ru

СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

BACKUP POWER SUPPLY SYSTEMS

Аннотация. Рассмотрены виды систем резервного электроснабжения. Приведены примеры внедрения в резерв топливных электростанций и возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер, вода.

Abstract. The types of backup power supply systems are considered. Examples of the introduction of fuel power plants and renewable energy sources, such as solar, wind, and water, into the reserve are given.

Ключевые слова: система резервного электроснабжения, электростанция.

Key words: backup power supply system, power plant.

Основной задачей системы резервного электроснабжения является обеспечение качественной и бесперебойной сети. Но не каждый объект нуждающийся в постоянном и бесперебойном электроснабжении может позволить себе тот или иной источник энергии. У каждой электростанции есть свои особенности расположения и требования к местности. Опираясь на них, предприятие анализирует какой вид резервного электроснабжения для них подходит больше всего.

Виды систем резервного электроснабжения:

- бензиновые и дизельные станции, АБ (агрегат бензиновый) и АД (агрегат дизельный) работают на жидком топливе;
- солнечные панели (вид установки которая преобразует энергию солнца в электричество);
- ветряные генераторы (установка использующая силу ветра для выработки электричества);
- гидроэлектростанция (электростанция, в качестве источника энергии использующая энергию воды).

Реализация систем резервного электроснабжения.

Генераторная система резервного электроснабжения. Для реализации необходим человек (дежурный механик) запускающий агрегат при пропадании промышленной сети, на запуск агрегата дается 2 минуты и 5 минут на прогрев двигателя. В случае если в агрегате установлено предпусковое устройство для прогрева, то время сокращается на 2-3 минуты.

С системой автозапуска агрегата, автозапуск производится через 3-10 секунд после пропадания промсети. Исключает человеческий фактор, но только в том случае если своевременно проводится техническое обслуживание.

К минусам бензиновых и дизельных агрегатов можно отнести повышенный уровень шума. Так же если не запастись достаточным количеством топлива, то можно остаться без альтернативной энергии на неопределенный срок, пока не восстановят подачу электроэнергии по промышленной сети, либо не произведут заправку агрегатов.

Солнечные панели. Бесплатный ресурс, полная автономность, без вреда экологии, длительный срок эксплуатации. Преобразование энергии этим способом имеет свои минусы. Приобретение установки потребует немалых инвестиций. В темное время суток не вырабатывает электричество. Размещение комплекса потребует большой площади. Его можно разместить на земле, крыше дома, стене здания, и в целом на любой устойчивой поверхности. Из недостатков можно отметить постоянную необходимость чистки поверхности солнечной панели от пыли, загрязнений, снега. Мощность тока, которую преобразует комплекс солнечных панелей, напрямую зависит от внешних факторов, таких как величина дневного солнцестояния и облачность.

Ветряные генераторы. Энергия ветра, применяемая для ветряных электростанций, является бесплатной, как и солнце. Ветряная установка не оказывает вредных воздействий на окружающую среду. Объем выработанной энергии зависит от частоты вращения лопастей. Среди ветряных электростанций можно выделить несколько типов:

- наземный комплекс, самый распространенный;
- прибрежный комплекс, устанавливается недалеко от берега моря или океана. Работа зависит от морского ветра, который днем дует в направлении берега, а ночью обратно;
- шельфовые ветряки, располагаются на расстоянии 11-13 километров от берега и используют постоянный морской ветер.

Из минусов можно отнести сложность развертывания ветряка, не везде есть большая площадь без помех на прилегающей территории. Следует учитывать погодные условия и сложность проведения технического обслуживания, а так же близость к населенным пунктам. Шум и звуковые волны на низких частотах, которые издают ветряные установки, превышает допустимые нормы и иногда опасны для здоровья.

Что касается гидроэлектростанции, то она использует для выработки электроэнергии энергию воды. Главным условием работы является соблюдение нескольких факторов:

- сильный напор воды, текущий под определенным углом;
- обеспечение круглогодичного доступа к воде;
- устойчивая почва.

Малые ГЭС разделяются на виды по принципу работы:

- водяное колесо, погруженное на половину в реку и приведенное в движение напором воды;
- гиляндная конструкция, с двух берегов прокладывается трос с роторами, поток воды приводит в движение роторы и трос, который равным образом передает движение на генератор;
- пропеллер, аналог работы ветрогенератора;
- ротор Дарье, напоминает принцип работы силы воздействующей на крыло самолета из-за разницы давлений.

Энергия воды является возобновляемой и экологически чистой. Надежность и продолжительный срок эксплуатации при своевременном техническом обслужи-

вании. Из минусов можно отнести ограниченную возможность установки гидроэлектростанции и возможную опасность для обитателей рек и водоемов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГЭС: принцип работы, схема, оборудование, мощность [Электронный ресурс] // Карта москвича. URL: <https://cardmoscow.ru/ges-printsip-raboty-shema-oborudovanie-moshhnost/> (дата обращения 24.11.2021).

2 Мини ГЭС [Электронный ресурс] // Alter220.ru, портал про альтернативную энергию. URL: <https://alter220.ru/voda/mini-ges.html> (дата обращения 26.11.2021).

3 Потехин В., Гидроэлектростанция, принцип работы, конструкция и составляющие [Электронный ресурс] // Вторая индустриализация России. URL: <https://втораяиндустриализация.рф/gidroelektrostantsiya> (дата обращения 21.11.2021).

4 Электро 2022 : официальный сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://www.elektro-expo.ru> (дата обращения 26.11.2021).

5 Электрика: официальный сайт. – 2021. – URL: <https://evrikann.ru/interesno/nedostatki-ves.html> (дата обращения 26.11.2021).

УДК 621.928.9

Протско Дмитрий Сергеевич – Инструктор практического обучения, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», (Россия, Воронеж), e-mail: protsko_dmitriy@mail.ru

Protsko Dmitrij Sergeevich – Practical Training Instructor Military Education and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin» (Russia, Voronezh), e-mail: protsko_dmitriy@mail.ru

Панов Сергей Юрьевич – д-р техн. наук, профессор кафедры «Математика», Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», (Россия, Воронеж), e-mail: su-panov@yandex.ru

Panov Sergey Yurievich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of Mathematics Department, Military Education and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin» (Russia, Voronezh), e-mail: su-panov@yandex.ru

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

COMBINED SYSTEMS FOR CLEANING GAS EMISSIONS FROM POWER PLANTS

Аннотация. Приведены результаты исследования перспектив комбинированных систем для очистки отходящих газов энергетических установок сжигания топлива (котлов, тепловых электростанций ит.д.). Для рассмотрения были определены следующие комбинации методов очистки газовых выбросов от твердых частиц: скруббер - фильтр, электрофильтр фильтр, циклон – фильтр. Особое внимание уделено совместному действию фильтрования и электрического поля. По результатам экспериментальных исследований подтверждено количественное увеличение эффективности улавливания и качественное улучшение условий эксплуатации.

Abstract. The results of a study of the prospects of combined systems for cleaning the exhaust gases of fuel combustion power plants (boilers, thermal power plants, etc.) are presented. The following combinations of methods for cleaning gas emissions from solid particles were identified for consideration: scrubber - filter, electrofilter - filter, cyclone - filter. Special attention is paid to the joint action of filtration and electric field. According to the results of experimental studies, a quantitative increase in the efficiency of trapping and a qualitative improvement in operating conditions have been confirmed.

Ключевые слова: тепловые электростанции, очистка газов, циклоны, скрубберы, фильтры, электрофильтры.

Key words: thermal power plants, gas purification, cyclones, scrubbers, filters, electrofilters.

Вектор развития современного общества требует все более и более увеличивающиеся объемы генерации энергии, что влечет за собой повышение нагрузки на экологию, в большей степени за счет выбросов дымовых газов [1].

Для очистки отходящих газов энергетических установок, например тепловых электростанций, от твердых частиц в основном используют аппараты центробежной (циклоны), мокрой (скрубберы), электрической (электрофильтры) очистки и фильтрования (рукавные и патронные фильтры) [2].

Длительная эксплуатация оборудования очистки газов на ТЭЦ при производстве тепловой энергии показала целесообразность комбинирования различных механизмов улавливания золы и реализующих их устройств газоочистки.

Наиболее перспективными являются следующие коллаборации методов очистки:

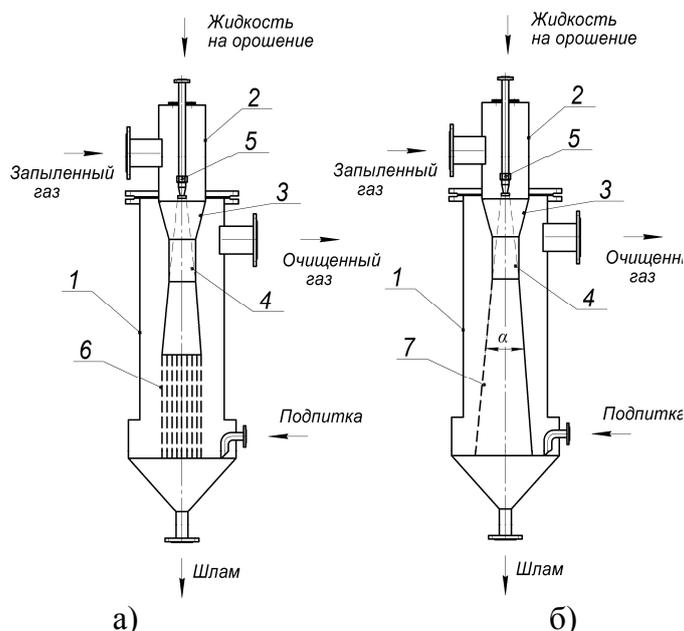
1. Одновременное действие электрических и центробежных сил (электроциклоны). Электроциклоны компактны и обладают большей эффективностью чем традиционные циклоны [3].

2. Сочетание мокрой очистки и фильтрования. Применяется в схемах с полусухой очисткой отходящих газов от вредных газов впрыскиванием в поток раствора реагента с последующим улавливанием продуктов на фильтровальной перегородке [4-6].

3. Комбинация электрической очистки и фильтрования (электрофильтр + рукавный фильтр). Данная схема позволит снизить затраты на оборудование электрофильтра из-за уменьшения габаритов, а также увеличения срока службы и эффективности очистки дымовых газов [7].

4. Совмещение центробежной очистки и фильтрования. Фильтр-циклоны эффективно работают при высокой зольности сжигаемого угля за счет упрощения и снижения затрат на регенерацию фильтровальной перегородки [8,9].

Представляет интерес совмещение в корпусе одного аппарата пылеуловителя мокрого типа (эжекторный скруббер) и фильтра - каплеуловителя (рисунок 1 а,б) [4,5]. Отличия двух модификаций состоит в том, что в первом случае фильтровальный слой сформирован гирляндой цепей, а во втором случае в качестве каплеуловителя выступает перфорированная или щелевая фильтровальная перегородка. Экспериментальные исследования показали высокую эффективность улавливания твердых частиц (95 - 98,6 %). Кроме того, за счет образования дополнительной поверхности контакта фаз, в виде стекающей по цепной гирлянде или щелевой перегородке пленки жидкости, увеличивается так же степень очистки от газообразных загрязняющих веществ. Так степень очистки от оксида азота повысилась до 90-94 %, а оксидов серы до 80-90 % [6].



а) б)
 1 - корпус, 2 - камера смешения, 3 - конфузор, 4 - горловина, 5 - сопло,
 6 - цепной каплеуловитель, 7 - щелевой фильтр- каплеуловитель
 Рисунок 1 – Аппарат мокрой очистки [4,5]

При работе пористых фильтров актуальной проблемой является необходимость периодической регенерации фильтровальных перегородок с целью удаления с их поверхности уловленной пыли и восстановления пропускной способности. За счет установки в корпусе циклона фильтровального элемента образующиеся в процессе работы вихревые потоки способствуют частичному или полному сдуванию с поверхности осажденных частиц. Можно добиться проведения процесса с постоянным перепадом давления, когда количество поступающих и осажденных частиц будет равно количеству удаленных частиц[9].

Схемы очистки дымовых газов комбинированными аппаратами в настоящее время используются недостаточно широко. Использование данных схем аппаратов очистки дымовых газов позволит повысить степень улавливания золы до максимальных величин (до 99,98 %.), снизить затраты на систему золоулавливания, уменьшить нагрузку на фундамент каркаса газоочистки, повысить надежность работы рукавов и электродов срок их использования из-за снижения запыленности потока на входе в отдельные улавливающие секции.

- 1 - цилиндрический корпус, 2 - коническое днище,
- 3 - штуцер удаления уловленной пыли,
- 4 - фильтровальный элемент,
- 5 - тангенциальный патрубок, 6 – лопасти,
- 7 - подшипнико- уплотнительное устройство,
- 8 - выходной патрубок, 9 – крепление обечайки,
- 10 - эллиптическая обечайка

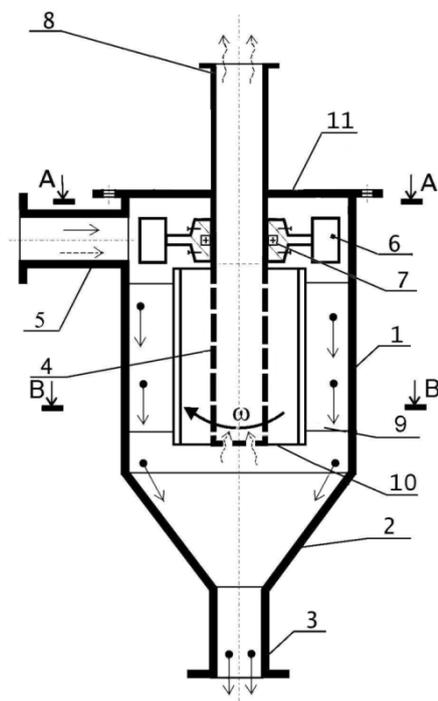


Рисунок 2 – Циклон - фильтр [8]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС./ В.В.Жабо. М.: Энергоатомиздат, 2012. 240с
- 2 Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г. Очистка газов: Справочное издание / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. - М.: Теплоэнергетик, 2002. - 640 с.
- 3 Петров В. А., Инюшкин Н. В., Ермаков С. А. Об осаждении частиц пыли в электроциклоне. Вестник Тамбовского государственного технического университета, . 2010. №1. 16 (1), С. 44-53.
- 4 Химвинга М., Панов С.Ю. Интенсификация процесса абсорбционной очистки газов в аппаратах распылительного типа//Вестник ТГТУ. 2016. Том 22. № 1. С. 58-67
- 5 Заявка № 202109282/04(020023) Российская Федерация, МКИ кл5 В01D46/02 (2006.01) В01D46/24 (2006.01) В04С9/00 (2006.01). Мокрый аппарат очистки / Д. С. Процко, А. А. Хвостов, А.А. Бобков, С. В. Шахов, С. Ю. Панов (РФ); заявитель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».;– № 202109282/04(020023); заявл. 05.04.2021.
- 6 Complex Flue Gas Cleaning of Thermal Power Plants/Protsko D.S., Panov S.Y., Lobachova N.N., Lavrov S.V., Belozercev A.S.//В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection. Сер. «III International Scientific and Practical Conference «Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection»» 2021. С. 012017.
- 7 Гаак В. К., Финиченко А. Ю., Гаак А. В. Основные направления повышения экологической эффективности тепловой энергетики // Известия Транссиба. 2019. №4 (40). С. 120-128.
- 8 Патент РФ № 2150988, С1, МКИ 7 В 01D 50/00, В 04 С 9/00. Циклон-фильтр для очистки запыленных газов / А.П. Зотов, Ю.В. Красовицкий, В.И. Ряжских, Е.А. Шпилова. - Оpubл. 20.06.2000, Бюл. № 17.
- 9 Изучение процесса тангенциального фильтрования с низкой движущей силы при разделении пылегазовых потоков/Панов С.Ю., Шаповалов Ю.Н., Красовицкий Ю.В., Никитенко Д.В., Панова О.А.// Хим. и нефтегазовое машиностроение 2007. №3. – С. 11-12.

УДК 004.056

Рахматуллин Самат Султанович – студент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», e-mail: samatrakhmatullin@gmail.com
Rakhmatullin Samat Sultanovich – student, Kazan State Power Engineering University, e-mail: samatrakhmatullin@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

MODERN CYBERSECURITY SOLUTIONS FOR INTELLIGENT POWER SYSTEMS

Аннотация. В виду особых требований к высокому уровню киберзащиты современных интеллектуальных электроэнергетических систем, в работе поднимается проблема необходимости новых эффективных способов повышения их кибербезопасности и предотвращения совершенствующихся с каждым днем кибер-рисков, а

также представляются современные методы и мероприятия по обеспечению надлежащей информационной безопасности в умной электроэнергетике, базирующейся на Smart Grid.

Abstract. In view of the special requirements for a high level of cyber security of modern smart electric power systems, the paper raises the problem of the need for new effective ways to improve their cyber security and prevent cyber risks evolving every day, and presents modern methods and measures to ensure proper information security in the smart power industry based on Smart Grid.

Ключевые слова: киберзащита, электроэнергетика, информационная безопасность.
Key words: cybersecurity, electric power industry, information security.

Введение

Современные интеллектуальные электроэнергетические системы (ИЭЭС), базирующиеся на технологиях умных сетей электроснабжения (Smart Grid) проектируются таким образом, чтобы все их участки были связаны между собой информационными каналами передачи данных. Такая архитектура системы необходима для того, чтобы центр управления имел возможность в режиме практически реального времени получать различные показатели, наблюдающиеся в процессе генерации, передачи, распределения и потребления электроэнергии, фиксировать соответствующие события и, при необходимости, регулировать и управлять режимом работы ИЭЭС. Однако упомянутая структурная особенность в рамках рассмотрения информационной безопасности (ИБ) уязвима и представляет угрозу кибербезопасности ИЭЭС [1].

Умная электроэнергетика подвержена различного рода кибератакам. Сегодня хакерские атаки на ИЭЭС осуществляются и в экономических, и в политических, и даже в развлекательных целях [2]. Чтобы обеспечить их надлежащую киберзащиту с каждым годом требуются все более сложные и усовершенствованные решения кибербезопасности, которые представлены в данной работе и, по мнению исследователей, способны значительно повысить ИБ ИЭЭС.

Квантовая криптография (Qubitekk)

Квантовая криптография использует запутанные фотоны, защищенные законами квантовой физики от незамеченного вмешательства. Стартап Qubitekk разрабатывает решения в области квантовой криптографии для рынка межмашинных коммуникаций, в том числе для защиты электросетей. Компания сотрудничает с крупными коммунальными предприятиями (КП) Калифорнии для тестирования квантово-безопасной аутентификации и шифрования автоматизированных устройств в полевых условиях [3].

Оценка уязвимости промышленных сетей (Nozomi Networks)

Промышленные сети КП содержат тысячи устройств от различных производителей, защиты большинства из которых недостаточно в рамках безопасности критической инфраструктуры (КИ). Платформа кибербезопасности для оценки уязвимости промышленных сетей позволяет электроэнергетическим предприятиям (ЭП) выявлять кибер-риски устройств операционных технологий (ОТ) и интернета вещей. Стартап Nozomi Networks разрабатывает решения для защиты сетей генерации, передачи и распределения электроэнергии, которые автоматически идентифицируют уязвимости коммунальных систем, а также классифицируют кибер-риски по потребителям и уровню опасности с целью оповещения специалистов по ИБ о приоритетных проблемах киберзащиты [4].

Мониторинг промышленных сетей (Rhebo)

Современные промышленные платформы кибербезопасности обеспечивают

мониторинг состояния сети, обнаружение аномалий и определение их приоритетности в режиме реального времени, Например, система мониторинга Rhebo Industrial Protector сообщает о любых формах коммуникации в энергосистемах, в том числе об известных и неизвестных вредоносных кодах, профессиональных кибератаках, внутренних манипуляциях, а также технических ошибках в сети, что помогает КП своевременно решать проблемы защиты от киберугроз [5].

Защита критической инфраструктуры (CyberDesk)

ЭП всего мира переводят свои электросетевые активы и операции в цифровой формат для повышения эффективности и предоставления более качественных услуг своим клиентам. Такая цифровизация требует защиты КИ ЭП от киберрисков. CyberDesk – стартап, который использует многочисленные стратегии обнаружения, предотвращения и смягчения последствий кибератак, а также разрабатывает многоуровневые решения и услуги в области кибербезопасности КИ, в том числе для систем диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) в электроэнергетической отрасли [6].

Кибербезопасность операционных технологий (Claroty)

С одной стороны, взаимосвязь ИТ и ОТ дает ЭП огромные бизнес-преимущества, но, с другой стороны, конкурирующие приоритеты и ряд несовместимых по кибербезопасности компонентов в среде обеих технологий создает проблемы возникновения киберугроз и увеличивает кибер-риски. Стартап Claroty предлагает платформу для устранения уязвимостей между ИТ и ОТ в электроэнергетике. Их решения позволяют обеспечивать комплексную видимость электросетевых активов, обнаружение и сегментацию киберугроз, оценку кибер-рисков, а также удаленный доступ, необходимый ЭП для поддержания ИБ [7].

Заключение

Как показал анализ, ключевые решения в сфере кибербезопасности ЭЭС сосредоточены в области квантовой криптографии, оценки и выявления кибер-рисков устройств ОТ и интернета вещей, мониторинга киберугроз и состояния электросетей, защиты КИ, а также наблюдения и устранения уязвимостей между взаимосвязанными между собой внедренными интеллектуально-операционными технологиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ali S., Choi B. State-of-the-art artificial intelligence techniques for distributed smart grids: A review // Electronics. 2020. № 1. P. 1030.
- 2 Gandhi R. et al. Dimensions of cyber-attacks: Cultural, social, economic, and political // IEEE Technology and Society Magazine. 2011. № 1. P. 28–38.
- 3 Amer O., Garg V., Krawec W. An Introduction to Practical Quantum Key Distribution // IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine. 2021. № 3. P. 30–55.
- 4 Caldwell T. Plugging IT/OT vulnerabilities—part 1 // Network Security. 2018. № 8. P. 9–14.
- 5 Mochalski K. Cybersicherheit der Netzleittechnik: Ergebnisse aus Stabilitäts- und Sicherheitsaudits // Realisierung Utility 4.0 Band 1. 2020. № 1. P. 739–756.
- 6 Asters and CyberDesk to hold first Cybersecurity Legal Conference in Ukraine [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eba.com.ua/en/asters-ta-cyberdesk-provedut-pershu-v-ukrayini-cybersecurity-legal-conference/>, – свободный (дата обращения: 22.11.2021).
- 7 Guevara I., Fradkin C. Growing ICS vulnerabilities mandate prioritization: Use vulnerability management at the convergence of information and operational technologies to lower risk to industrial control systems // Control Engineering. 2021. № 2. P. 31–34.

УДК 621.314.222.6

Сериков Александр Владимирович – д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: em@knastu.ru

Serikov Aleksandr Vladimirovich – Doctor of Engineering Sciences, Docent, Head of Electromechanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: em@knastu.ru

Иванов Виктор Викторович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: viktorxgv@gmail.com

Ivanov Viktor Viktorovich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: viktorxgv@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ СИЛОВОМ МАСЛЯНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ

MATHEMATICAL MODEL OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN AN ENERGY-EFFICIENT POWER TRANSFORMER

Аннотация. В работе рассмотрена модель энергоэффективного силового масляного трансформатора. Представлен способ полезного использования электрических потерь трансформатора для нагрева воды в децентрализованных системах теплоснабжения. Описана конструкция трансформатора с блоком нагрева теплоносителя. Приведено математическое описание электромагнитных процессов, протекающих в энергоэффективном трансформаторе.

Abstract. This paper investigates a model of energy-efficient power transformer. A way to use its electrical losses for heating water in decentralised heating systems is presented. Design of the transformer with a heating unit is described. A mathematical description of electromagnetic processes in the energy-efficient transformer is given.

Ключевые слова: энергоэффективный трансформатор, конструкция трансформатора, математическая модель, электромагнитные процессы.

Key words: energy-efficient transformer, design of the transformer, mathematical model, electromagnetic processes.

Приоритетным направлением развития энергетики на сегодняшний день является повышение энергоэффективности при преобразовании и использовании различных видов энергии. Один из способов для решения этой задачи заключается в повышении энергосберегающих свойств широко распространенных силовых трансформаторов. Полезное использование тепловых потерь, выделяющихся в элементах конструкции силовых трансформаторов, для нагрева или поддержания температуры теплоносителя в децентрализованных системах теплоснабжения, относится к перспективным направлениям [1].

Для повышения энергосберегающих свойств силового масляного трансформатора предложено в конструкцию активной части трансформатора (рисунок 1) добавить нагревательный блок (позиция 1), представляющий собой герметичную камеру в виде трубы из немагнитного электропроводного материала, через который циркулирует теплоноситель. Этот блок присоединяется к системе отопления и горячего водоснабжения отапливаемых помещений и предназначен для поддержания стабильной температуры теплоносителя, поступающего из нагревательного блока в систему отопления.

Часть потерь холостого хода и короткого замыкания передается с помощью нагревательного блока от трансформаторного масла теплоносителю. Для включения нагревательного контура в работу используются управляемые силовые тиристоры (позиция 2). Они позволяют не только осуществлять коммутацию, но и обеспечивать возможность регулирования мощности нагревательного контура. В результате теплоноситель нагревается как за счет потерь холостого хода и короткого замыкания трансформатора, так и из-за протекания тока по нагревательному блоку.

При коммутации тиристоров в нагревательном блоке происходят переходные электромагнитные процессы, которые оказывают влияние на работу силового трансформатора и электрической нагрузки, подключенной к обмоткам. Математическая модель позволит выполнить анализ электромагнитной совместимости.

Основной проблемой при исследовании такого устройства является сложность учета нелинейности параметров силового трансформатора и учета динамических режимов при частых коммутациях тиристоров в цепи нагревательного блока [2, 3]. Существует множество методов моделирования переходных процессов, возникающих в электротехнических устройствах, но они не позволяют оценить электромагнитную совместимость [4-7].

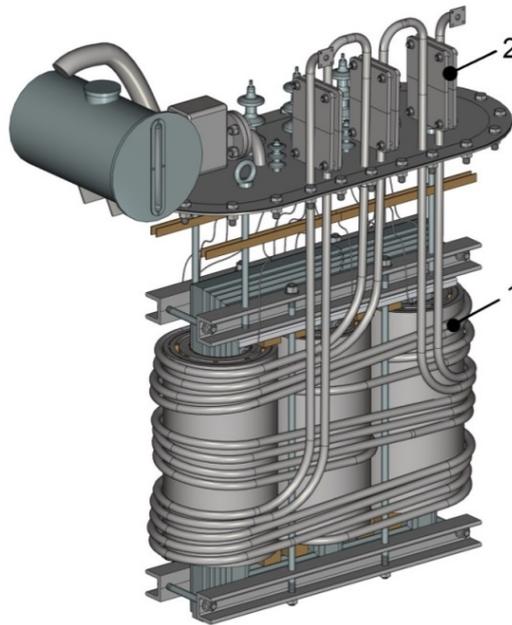


Рисунок 1 – Активная часть трансформатора с блоком нагрева жидкости

Математическая модель исследуемого трансформатора состоит из уравнения равновесия напряжений для трехфазных контуров первичной обмотки, вторичной обмотки и нагревательного блока:

$$\begin{cases} u_A = r_1 i_A + \frac{d\Psi_A}{dt}; & u_a = r_2 i_a + \frac{d\Psi_a}{dt}; & 0 = r_{aНБ} i_{aНБ} + \frac{d\Psi_{aНБ}}{dt}; \\ u_B = r_1 i_B + \frac{d\Psi_B}{dt}; & u_b = r_2 i_b + \frac{d\Psi_b}{dt}; & 0 = r_{bНБ} i_{bНБ} + \frac{d\Psi_{bНБ}}{dt}; \\ u_C = r_1 i_C + \frac{d\Psi_C}{dt}; & u_c = r_2 i_c + \frac{d\Psi_c}{dt}; & 0 = r_{cНБ} i_{cНБ} + \frac{d\Psi_{cНБ}}{dt}, \end{cases} \quad (1)$$

где $u_A, u_B, u_C, u_a, u_b, u_c$ – фазные напряжения первичной и вторичной обмоток; $i_A, i_B, i_C, i_a, i_b, i_c, i_{aНБ}, i_{bНБ}, i_{cНБ}$ – фазные токи первичной обмотки, вторичной обмотки, нагревательного блока; $\Psi_A, \Psi_B, \Psi_C, \Psi_a, \Psi_b, \Psi_c, \Psi_{aНБ}, \Psi_{bНБ}, \Psi_{cНБ}$ – полные потокосцепления фаз первичной обмотки, вторичной обмотки и нагревательного блока; $r_1, r_2, r_{aНБ}, r_{bНБ}, r_{cНБ}$ – активные электрические сопротивления фаз первичной обмотки, вторичной обмотки и нагревательного блока.

Взаимная магнитная связь между всеми электрическими контурами трансформатора описывается с помощью уравнений для потокосцеплений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Psi_A = x_A i_A + x_{Aa} i_a + x_{aНБА} i_{aНБ}; \quad \Psi_a = x_a i_a + x_{Aa} i_A + x_{aНБа} i_{aНБ}; \\ \Psi_B = x_B i_B + x_{Bb} i_b + x_{bНБВ} i_{bНБ}; \quad \Psi_b = x_b i_b + x_{Bb} i_B + x_{bНБb} i_{bНБ}; \\ \Psi_C = x_C i_C + x_{Cc} i_c + x_{cНБС} i_{cНБ}; \quad \Psi_c = x_c i_c + x_{Cc} i_C + x_{cНБс} i_{cНБ}; \\ \Psi_{aНБ} = x_{aНБ} i_{aНБ} + x_{aНБа} i_A + x_{aНБа} i_a; \\ \Psi_{bНБ} = x_{bНБ} i_{bНБ} + x_{bНБВ} i_B + x_{bНБb} i_b; \\ \Psi_{cНБ} = x_{cНБ} i_{cНБ} + x_{cНБС} i_C + x_{cНБс} i_c, \end{array} \right. \quad (2)$$

где $x_A, x_B, x_C, x_a, x_b, x_c, x_{aНБ}, x_{bНБ}, x_{cНБ}$ – полные индуктивные сопротивления фаз первичной обмотки, вторичной обмотки, нагревательного блока;

$x_{Aa}, x_{Bb}, x_{Cc}, x_{aНБа}, x_{aНБb}, x_{aНБс}, x_{aНБа}, x_{aНБВ}, x_{aНБс}$ – индуктивные сопротивления взаимоиндукции соответствующих фаз.

Для учета нелинейности параметров трансформатора используются зависимости индуктивных сопротивлений от потоков взаимной индукции обмоток и нагревательного блока:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{Aa} = f(\Psi_{Aa}); \quad x_{Bb} = f(\Psi_{Bb}); \quad x_{Cc} = f(\Psi_{Cc}); \\ x_{aНБа} = f(\Psi_{aНБа}); \quad x_{bНБВ} = f(\Psi_{bНБВ}); \quad x_{cНБС} = f(\Psi_{cНБС}); \\ x_{aНБа} = f(\Psi_{aНБа}); \quad x_{bНБb} = f(\Psi_{bНБb}); \quad x_{cНБс} = f(\Psi_{cНБс}); \\ \Psi_{Aa} = \Psi_A - x_{\sigma 1} i_A; \quad \Psi_{Bb} = \Psi_B - x_{\sigma 1} i_B; \quad \Psi_{Cc} = \Psi_C - x_{\sigma 1} i_C; \\ \Psi_{aНБа} = \Psi_{aНБ} - x_{\sigma 3} i_{aНБ}; \quad \Psi_{bНБ} = \Psi_{bНБВ} - x_{\sigma 3} i_{bНБ}; \\ \Psi_{cНБС} = \Psi_{cНБ} - x_{\sigma 3} i_{cНБ}; \quad \Psi_{aНБа} = \Psi_{aНБ} - x_{\sigma 3} i_{aНБ}; \\ \Psi_{aНБb} = \Psi_{aНБ} - x_{\sigma 3} i_{aНБ}; \quad \Psi_{aНБс} = \Psi_{aНБ} - x_{\sigma 3} i_{aНБ}, \end{array} \right. \quad (3)$$

где $\Psi_{Aa}, \Psi_{Bb}, \Psi_{Cc}, \Psi_{aНБа}, \Psi_{aНБb}, \Psi_{aНБс}, \Psi_{aНБа}, \Psi_{aНБВ}, \Psi_{aНБс}$ – потокосцепления фаз с потоками взаимной индукции соответствующих фаз ;

$x_{\sigma 1}, x_{\sigma 2}, x_{\sigma 3}$ – индуктивные сопротивления рассеяния фаз первичной обмотки, вторичной обмотки и нагревательного блока.

Таким образом, в работе представлены конструкция трансформатора с нагревательным блоком и системы уравнений для моделирования электромагнитных процессов. Разработанная математическая модель позволяет исследовать особенности работы трансформатора при частых коммутациях в цепи нагревательного блока, оценить влияние переходных процессов на качество электрической энергии и на работу потребителей этой энергии, а также в целом оценить электромагнитную совместимость исследуемого трансформатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Литовец, А.В. Анализ потенциала использования тепловых потерь силового масляного трансформатора / А. В. Литовец, А. В. Сериков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 48–54.

2 Иванов, В.В. Электромагнитные процессы в специальном силовом масляном трансформаторе / В. В. Иванов, А. В. Сериков // Актуальные вопросы энергетики : материалы Всеросс. науч. - технич. конф., Омск, 14–15 мая 2021 г. – Омск : ФГБОУ ВО «ОмГТУ», – 2021. – С. 117-120.

3 Иванов, В.В. 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 : сб. науч. тр. Всеросс. науч. - технич. конф. / ФГБОУ ВО «ДВГУПС», 2020. – С. 53-56.

4 Иванов, С.Н. Моделирование комбинированного электропривода / С.Н. Иванов, К.К. Ким // Изв. вузов. Электромеханика.– 2019. – Т. 62. – № 3. – С. 44-50.

5 Иванов, С. Н. Анализ электромеханических систем методами имитационного моделирования / С. Н. Иванов, К. К. Ким, А. А. Просолович, М.И. Хисматулин // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета – 2021. – № 3 (51). – С. 29-38.

6 Иванов, С.Н. 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.

7 Иванов, С. Н. Моделирование электромагнитных и тепловых процессов в теплогенерирующих перекачивающих электромеханических преобразователях / К.К. Ким, С.Н. Иванов, М.И. Хисматулин // Транспорт шёлкового пути. – 2020. – № 3. – С. 3-14.

УДК 621.313.84

Смирнова Татьяна Александровна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: tanya_smirnova_99@mail.ru
Smirnova Tatyana Aleksandrovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: tanya_smirnova_99@mail.ru

Шестопалько Дмитрий Константинович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: em@knastu.ru
Shestopalko Dmitriyi Konstantinovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: em@knastu.ru

Янченко Андрей Вячеславович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ayanchenko@mail.ru
Yanchenko Andrey Vyacheslavovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electromecanics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ayanchenko@mail.ru

МЕТОД РАСЧЁТА МАГНИТНОГО ПОДВЕСА ИНЕРЦИОННОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ

METHOD FOR CALCULATING THE MAGNETIC SUSPENSION OF THE INERTIAL ENERGY STORAGE

Аннотация. В работе рассмотрен инженерный метод расчета магнитного подвеса ферромагнитного маховика для инерционного накопителя энергии на постоянных магнитах. Приведены результаты расчета для маховика массой 100 кг с вертикальной осью вращения. При расчете использовался программный продукт Axial Magnetic System V1.0.

Abstract. The paper considers an engineering method for calculating the magnetic suspension of a ferromagnetic flywheel for an inertial energy storage device based on permanent magnets. The calculation results are given for a flywheel weighing 100 kg with a vertical axis of rotation. The calculation was performed using the Axial Magnetic System V1.0 software product.

Ключевые слова: магнитный подвес, инерционный накопитель, ферромагнитный маховик, постоянные магниты, магнитные опоры.

Key words: magnetic suspension, inertial storage, ferromagnetic flywheel, permanent magnets, magnetic bearings.

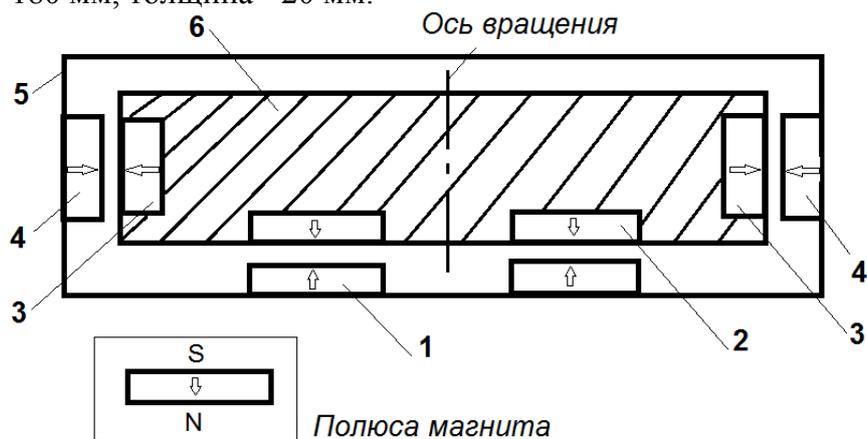
Введение

Использование современных постоянных магнитов (ПМ) в электромеханических системах определяется рядом преимуществ: это – повышение энергетических характеристик по сравнению с традиционными электромеханическими системами при одинаковых массогабаритных показателях, отсутствие необходимости во внешних источниках энергии для возбуждения, простота конструкции. Все это обуславливает значительный интерес к данному классу электромеханических систем как научного, так и промышленного сообщества [1].

Доклад

Известно, что механические дисковые накопители вращения по объемной удельной энергоёмкости занимают первую позицию [2]. Ряд работ рассматривает повышение эффективности работы инерционных накопителей энергии при использовании встроенных ЭМС [3]. Наиболее эффективным способом «накачки» маховика энергией можно считать электромагнитное раскручивание. Специальная конструкция маховика в виде гибридной магнитоэлектрической машины (рисунок 1) позволит в режиме двигателя запастись энергией, а в режиме генератора – ее отдавать. Потери первичной энергии в процессе ее преобразования из электрической в кинетическую и наоборот могут составить до 10 %. Потери кинетической энергии маховика на трение могут быть существенными. Силы трения можно минимизировать путем использования магнитных подшипников на постоянных магнитах и создания вакуума внутри оболочки, в которой будет вращаться маховик.

Для создания магнитного подвеса диска ферромагнитного маховика предложена схема с двумя кольцевыми постоянными магнитами из самарий-кобальта с аксиальной намагниченностью [4]. Расчетная схема магнитного подвеса маховика представлена на рисунке 1. Для осевой стабилизации достаточно пять ПМ, четыре в виде сегментов и один в виде кольца с радиальной намагниченностью. Основной метод оценки силы взаимодействия двух соосных кольцевых магнитов в осесимметричной системе - использование программного продукта Axial Magnetic System V1.0 [5]. Внешний вид окна программы представлен на рисунке 2. На основании произведенных расчетов был получен график (рисунок 3) зависимости силы взаимодействия магнитов от величины рабочего зазора между ними. При этом была выбрана следующая геометрия кольцевых магнитов: внутренний диаметр - 280 мм, наружный - 180 мм, толщина - 20 мм.



- 1 – нижний кольцевой ПМ, 2 – верхний кольцевой ПМ,
3 – сегментарный ПМ, 4 – кольцевой ПМ с радиальной намагниченностью,
5 – герметичный корпус, 6 – маховик.

Рисунок 1 – Схема магнитного подвеса маховика

На графике видно, что при рабочем зазоре в 2 сантиметра сила взаимодействия магнитов (сила отталкивания) составляет 1035 Н. Этой силы достаточно для удержания в магнитном поле маховика массой 100 кг.

■ Axial Magnetic System V1.0 Demo

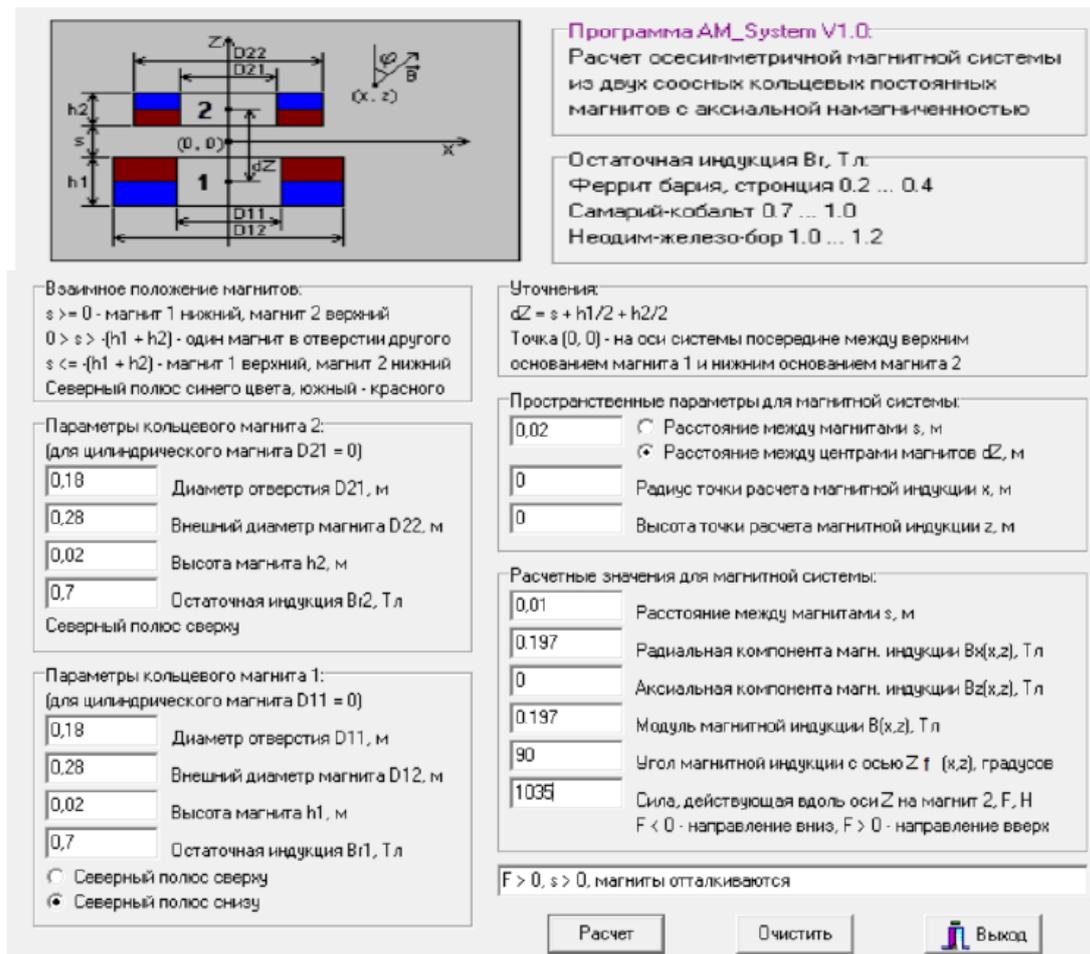


Рисунок 2 – Внешний вид окна программы Axial Magnetic System V1.0

Последовательность расчета можно представить в следующем виде:

- оценка действующих статических и динамических сил для вращающегося маховика;
- выбор типа и материала ПМ;
- расчет силы магнитного подвеса подбором геометрии и объема кольцевых ПМ с помощью программы Axial Magnetic System V1.0;
- расчет силы осевой стабилизации положения маховика (расчет сил радиального взаимодействия ПМ) на той же программной базе.
- оценка механических напряжений в кольцевых ПМ.

При разработке магнитного подвеса следует учитывать взаимодействие МП с ферромагнитными деталями маховика. Основным видом взаимодействия является одностороннее магнитное тяжение. Выражением для оценки силы магнитного тяжения является формула Максвелла. Данное взаимодействие может проявляться при эксцентриситете оси вращения маховика. Осесимметричность конструкции маховика и схема осевой стабилизации минимизирует это взаимодействие. Также можно рассматривать изготовление маховика из немагнитного материала, например, из немагнитной аустенитной стали.

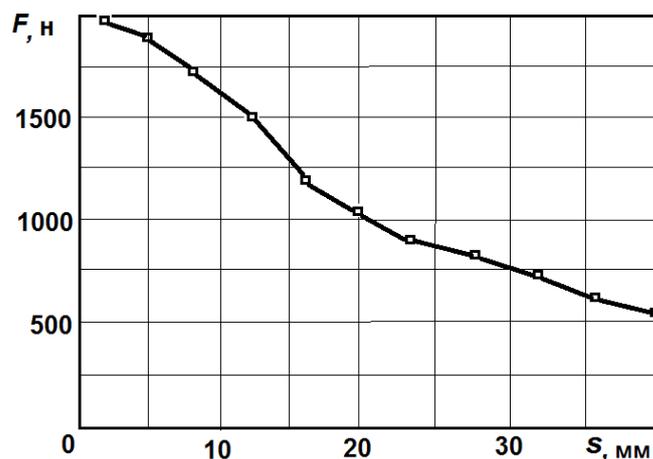


Рисунок 3 – График зависимости силы взаимодействия между кольцевыми магнитами от зазора для ПМ ($D_1 = 0,18$ м, $D_2 = 0,28$ м) подвеса маховика $M = 100$ кг

Заключение

Программный продукт Axial Magnetic SystemV1.0 позволяет достаточно точно оценить осевые и радиальные силы магнитного подвеса маховика. Для маховика массой 100 кг получен хороший коэффициент жесткости магнитной опоры. В процессе расчета магнитного подвеса необходимо учитывать рекомендации из источника [1]. Это эффект оптимального рабочего зазора между ПМ, который зависит от типа и габаритов ПМ. Также надо учитывать соотношение объемов магнитов и рабочего зазора между ними. Оптимальный объем зазора составляет 50 - 80 % от объема магнитов. На динамические свойства системы зазор - магнит влияет магнитная жесткость ПМ. Следующий шаг - проверка точности полученных данных с помощью численных и натуральных экспериментов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Исмагилов Ф.Р., Герасин А.А., Хайруллин И.Х., Вавилов В.Е. Электромеханические системы с высококоэрцитивными постоянными магнитами.–М.: Машиностроение, 2014. –267 с.
- 2 Какой накопитель энергии самый энергоемкий [Электронный ресурс]: Электронная библиотека - Режим доступа: <https://econet.ru/articles/109310-kakoy-nakopitel-energii-samyu-energoyemkiy>, свободный
- 3 Шестопалько Д.К., Янченко А.В. Электромеханическая система с инерционным накопителем энергии: материалы 3-й Всерос.нац.науч.конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», Ч.1. – 484с.
- 4 Постоянные магниты: Справочник / Альтман А. Б., Герберг А. Н., Гладышев П. А. и др.; Под ред. Ю. М. Пятинина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1980. - 488 с., ил.
- 5 Лаборатория независимых исследований [Электронный ресурс]:Электронная библиотека - Режим доступа: <https://imlab.narod.ru> , свободный

УДК 621.314.58

Соколовский Михаил Александрович – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: socel@mail.ru

Sokolovskii Mikhail Aleksandrovich – postgraduate, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: socel@mail.ru

Климаш Владимир Степанович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: klimash@yandex.ru

Klimash Vladimir Stepanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Industrial Electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: klimash@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

INCREASING EFFICIENCY OF POWER CONSUMPTION BY ELECTRIC DRIVE COMPLEX OF PROCESS ELECTRIC INSTALLATIONS

Аннотация. Рассмотрена проблема снижения энергетической эффективности существующих комплексов электроприводов технологических электроустановок промышленных предприятий. Предложено новое техническое решение для обеспечения синусоидальности тока питающей сети и снижения энергопотребления. Кроме этого, предложены алгоритмы смещения энергопотребления технологических электроустановок в заданные интервалы времени, без снижения производительности непрерывных технологических операций.

Abstract. The problem of reduction of energy efficiency of existing electric drive complexes of technological electric installations of industrial enterprises is considered. A new technical solution is proposed to ensure sinusoidity of the current of the supply network and reduce power consumption. In addition, algorithms are proposed for shifting power consumption of process electrical installations at given time intervals, without reducing the efficiency of continuous process operations.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, частотно-регулируемый электропривод

Key words: energy efficiency, frequency-controlled electric drive

Введение

Технологические электроустановки современных промышленных предприятий преимущественно оборудованы частотно-регулируемым асинхронным электроприводом на основе автономного инвертора напряжения. Рост объемов производства ведет к снижению энергетической эффективности системы электроснабжения предприятия, вызванной увеличением потерь в распределительных сетях и силовых трансформаторах в результате увеличения суммарной мощности нелинейной нагрузки [1]. Также, потери в частотно-регулируемых электроприводах возникают при торможении механизма с большим моментом энергии на валу и переходе асинхронной машины в генераторный режим. Кроме этого, множество производственных процессов функционирует в непрерывном, круглосуточном режиме. Сложность управления графиком нагрузки таких процессов, в соответствии с требованиями оператора единой электроэнергетической системы, дополнительно ведет к снижению эффективности существующих комплексов технологических электроустановок [2].

Таким образом, снижение потерь в системе электроснабжения и рациональное управление графиком нагрузки существующих комплексов электроприводов технологических электроустановок, является актуальной задачей.

Комплекс электроприводов технологических электроустановок

Усовершенствованный комплекс электроприводов технологических электроустановок изображен на рисунке 1 и предназначен для технологического процесса, который состоит из отдельных технологических операций (ТО1 – ТОn), в каждую из которых входят электроприводы технологических электроустановок (ЭП1 – ЭПn) и технологический накопитель (ТН).

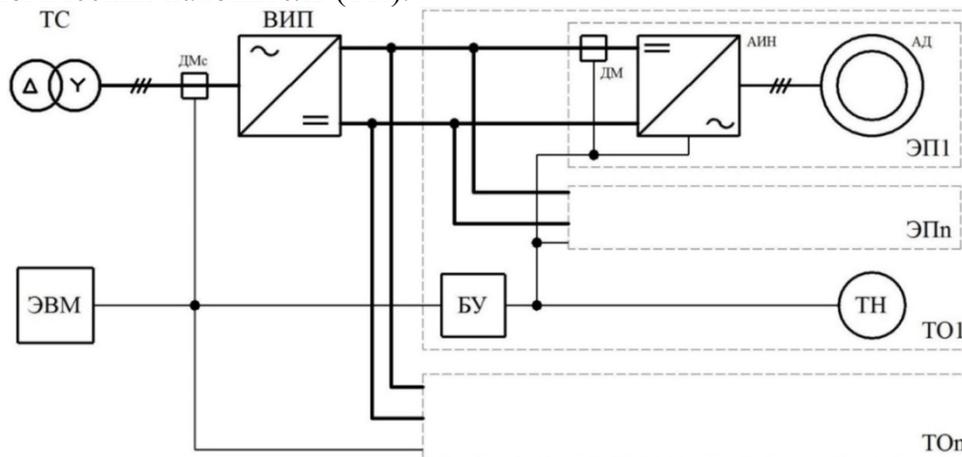


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса технологического оборудования

Электроприводы состоят из асинхронного двигателя (АД) и автономного инвертора напряжения (АИН), подключенного к сети постоянного напряжения через датчик мощности (ДМ). Датчик предназначен для измерения мгновенной мощности и количества потребляемой электроприводом электрической энергии. Для повышения эффективности использования потребляемой энергии и снижения искажений тока, сеть постоянного напряжения подключена к трехфазной сети переменного синусоидального напряжения, питаемой от силового трансформатора (ТС), через выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП). Датчик мощности сети (ДМС) выполняет измерения мгновенной мощности и количества потребленной комплексом электрической энергии. Электронно-вычислительная машина (ЭВМ), предназначена для обмена информацией между датчиками и блоками управления технологическими операциями.

Выпрямительно-инверторный преобразователь в составе комплекса технологического оборудования, разработан для обмена электрической энергией между частотно-регулируемыми электроприводами по сети постоянного напряжения, а также между питающей сетью и объединенным звеном постоянного напряжения с формированием синусоидального тока питающей сети, и сниженным энергопотреблением. Подробное описание разработанного устройства опубликовано в научных изданиях [3, 4, 5].

Устройство управления (БУ) в составе комплекса технологического оборудования, предназначено для изменения режимов энергопотребления электроприводов технологической операции в соответствии с разработанными алгоритмами, в зависимости от состояния технологического накопителя и информации получаемой от ЭВМ и датчиков мощности электроприводов. Подробное описание технического решения и применяемых алгоритмов снижения энергопотребления на заданных интервалах времени опубликовано в ряде научных изданий [6, 7, 8].

Заключение

В настоящей научно-исследовательской работе, предложено решение актуальной задачи по повышению эффективности энергопотребления, комплексом технологического оборудования промышленного предприятия. Разработано новое устройство для двухстороннего обмена электрической энергией между звеном постоянного и сетью переменного напряжения, с формированием синусоидального тока сети и сниженным энергопотреблением. При этом, в зависимости от режима работы, в питающей сети поддерживается величина суммарного коэффициента гармонических искажений тока на уровне от 2,3 до 2,8 %, а коэффициента мощности в пределах от 0,995 до 0,999. Кроме этого, предложены алгоритмы управления графиком нагрузки комплекса технологического оборудования для смещения энергопотребления технологических электроустановок в заданные интервалы времени, без снижения производительности непрерывных технологических операций. По результатам исследований в условиях промышленной эксплуатации, величина снижения нагрузки в пиковые часы энергосистемы, составила 88,9 % от суммарной нагрузки исследуемых технологических процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Коверникова Л.И., Суднова В.В., Шамонов Р.Г., и др. Качество электрической энергии: современное состояние, проблемы и предложения по их решению / Под общей редакцией Н.И. Воропай. Новосибирск: Наука, 2017. 219 с.
- 2 Соловьева, И.А. Управление спросом на электроэнергию в России, состояние и перспективы / И.А. Соловьева, А.П. Дзюба // Вестник Самарского государственного экономического университета. -2017. -№3(149). -С. 53-62.
- 3 Климаш, В.С. Повышение энергетической эффективности комплекса подъемных кранов / В.С. Климаш, М.А. Соколовский // Электротехнические системы и комплексы. -2020. -№ 1(46). -С. 34-40. DOI:10.18503/2311-8318-2020-1(46)-34-40»
- 4 Климаш, В.С. Повышение эффективности комплекса электроприводов технологического оборудования горноперерабатывающего предприятия / В.С. Климаш, М.А. Соколовский // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. -2021. -№2. -С. 575-580.
- 5 Пат. 2713493. Российская Федерация, МПК H02J 5/00 (2006/01). Выпрямитель с активным фильтром / В.С. Климаш, М.А. Соколовский, А.В. Петухов; опубл. 05.02.2020, Бюл. №4.
- 6 Климаш, В.С. Система рационального управления энергопотреблением промышленного предприятия / В.С. Климаш, М.А. Соколовский // Горное оборудование и электромеханика. -2017. -№4. -С. 25-31.
- 7 Sokolovsky, M.A. Power Management of a Continuous Mining Process / M.A. Sokolovsky, V.S. Klimash // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon); 1-4 Oct. 2019; -Vladivostok, Russia; -2019. -pp. 1-3. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934200.
- 8 Пат. 2625729. Российская федерация, МПК H02J 13/00. Устройство управления и контроля энергопотребления / В.С. Климаш, М.А. Соколовский; опубл. 18.07.2017, Бюл. №20.

УДК 621.396.62 + 621.391.82

Сочинский Владимир Вячеславович – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pe@knastu.ru

Sochinskiy Vladimir Viacheslavovich – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pe@knastu.ru

Киба Дмитрий Анатольевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: dakiba@gmail.com

Kiba Dmitriy Anatolevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Industrial electronics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: dakiba@gmail.com

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФАЗОВОГО ПОДАВЛЕНИЯ РАДИОПОМЕХ

SYNTHESIS OF THE STRUCTURE OF A MULTICHANNEL SYSTEM OF PHASE SUPPRESSION OF RADIO INTERFERENCE

Аннотация. В данной работе приводится обобщенная блок-схема обработки радиосигнала в устройстве многоканального подавления радиопомех.

Abstract. This paper presents a generalized block diagram of radio signal processing in a multichannel radio noise suppression device

Ключевые слова: радиосигнал, радиопомехи, подавление помех, фазовое подавление помех, радиоприемные устройства.

Keywords: radio signal, radio noise, noise suppression, phase noise suppression, radio receivers.

Радиоприем в промышленных зонах, в городской застройке, или в условиях радиоэлектронного противодействия осложняется помехами, в том числе на частоте приёма. Помехи могут полностью скрывать полезный сигнал, либо искажать его, разрушая информацию. Среди методов борьбы с помехами при радиоприеме выделяется фазовый метод подавления помех, основанный на вычитании помехи из принятого сигнала. Известны радиолобительские и промышленные устройства, использующие две антенны – основную и вспомогательную, разнесённые в пространстве. Недостатком таких устройств является способность подавлять помеху, приходящую только с какого-то одного ракурса. В случае работы нескольких источников помех на частоте приёма двухканальный фазовый подавитель помех становится неэффективным. Этот недостаток может быть в значительной степени компенсирован за счёт применения двух вспомогательных антенн вместо одной. При этом у фазового подавителя должно быть три, а не два канала приёма сигнала. Однако, настройка фазового подавителя, имеющего три канала, представляет собой сложную для оператора задачу. Предлагается трёхканальное устройство фазового подавления помех с микропроцессорным управлением, обеспечивающим автоматизированную настройку каналов.

Структура предлагаемого устройства подавления радиопомех представлена на рисунке 1.

Антенна WA1 является основной, антенны WA2 и WA3 – вспомогательными. На схеме показано три канала: верхний – основной, нижние – вспомогательные. Количество вспомогательных каналов может быть увеличено. Это обеспечит возможность подавления помех от большего числа сосредоточенных источников.

Основной канал содержит в своём составе управляемый радиочастотный нормализатор УС1, выполняющий функции усиления и ослабления сигнала, а также модули суммирования МС1 и МС2. Эти модули также выполняют функции усиления сигнала для компенсации его затухания в цепях устройства. Количество модулей суммирования соответствует количеству вспомогательных каналов.

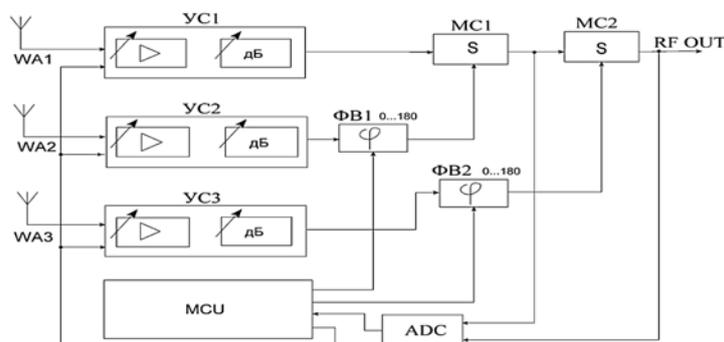


Рисунок 1 – Структура многоканальной системы фазового подавления радиопомех

Во вспомогательных каналах – нормализаторы УС2 и УС3. Сигнал от вспомогательных антенн с отрегулированными в нормализаторах уровнями поступает с нормализаторов на управляемые фазовращатели ФВ1 и ФВ2. Задача фазовращателей состоит в том, чтобы изменить фазу сигнала во вспомогательном канале так, чтобы сигнал помехи в основном и во вспомогательном каналах оказались в противофазе. Сигналы основного канала и сигнал вспомогательного канала, обработанный так, как это описано выше, суммируются в соответствующем модуле суммирования. При этом сигналы помехи (от одного сосредоточенного источника) в основном и одном из вспомогательных каналов взаимовычитаются, а полезный сигнал или суммируется с одинаковым знаком, или вычитается с ненулевым результатом. Последовательное повторение суммирования сигналов основного и вспомогательных каналов ведёт к тому, что помехи, поступающие на основную антенну от разных источников, подавляются в значительной мере, а полезный сигнал усиливается или ослабевает. Ослабление полезного сигнала может быть скомпенсировано не только модулями суммирования, как было описано выше, но и за счёт усилительных свойств радиоприёмного устройства, на вход которого подаётся итоговый сигнал.

Работой нормализаторов и фазовращателей управляет микроконтроллер MCU. Для обеспечения обратной связи сигнал после каждого сумматора поступает на быстродействующий аналого-цифровой преобразователь ADC и после оцифровывания – в микроконтроллер. Это решение позволяет программе микроконтроллера оценивать достигнутую степень подавления помехи каждым из каналов и вырабатывать управляющие сигналы для нормализаторов и фазовращателей.

Алгоритмическое обеспечение работы описываемого устройства осложняется тем, что помеховые сигналы, как правило, имеют сложный и непредсказуемый характер. Задача управления нормализаторами и фазовращателями существенно облегчается, если работа алгоритма будет направлена на увеличение соотношения сигнал-шум в отношении сигнала с известными характеристиками, например, в отношении пилот-тона от радиопередатчика корреспондента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Радиотехнические системы передачи информации./ В.А. Борисов, В.В. Калмыков, Я.М. Ковальчук и др.; Под ред. В.В. Калмыкова. – М.: Радио и связь, 1990.
- 2 Способ подавления шума путем спектрально вычитания. Авторы: Хендел Петер (SE), Патентообладатели: ЛМ Эрикссон (SE), Заявка :97116274/09,

1996.01.12 Дата начала отчета срока действия патента: 1996.01.12, Дата подачи заявки: 1996.01.12, Конвенционный приоритет 1995.01.30, Опубликовано: 2000.02.20

3 Перфилов О.Ю. Радиопомехи. Учебное пособие для вузов. Изд. «Горячая линия – Телеком» 2017 г.-110 стр.

4 Киселев А.В. Радиопомехи и помехоустойчивый прием: учебное пособие / А.В. Киселев, И.С. Савиных. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 88 с.

5 Комарович В.Ф. и Сосунов В.Н. Случайные радиопомехи и надежность КВ связи, Москва: Связь, 1977. — 136 с.

6 Сочинский, В. В. Разработка и исследование автоматического фазового подавителя помех / В. В. Сочинский, Д. А. Киба // 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. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 349-352. – DOI 10.17084/978-5-7765-1478-4-2021-349.

УДК 656.2

Файзибаев Шерзод Собирович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: rusherzod_fayzibaev@mail.ru

Fayzibaev Sherzod Sobirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Wagons and wagon facilities», Tashkent State Transport University, Tashkent, Republic of Uzbekistan, e-mail: rusherzod_fayzibaev@mail.ru

Хисматулин Марат Ильдусович – ассистент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: lokomotivlar@gmail.com

Hismatulin Marat Ildusovich – assistant of the Department «Wagons and wagon facilities», Tashkent State Transport University, Tashkent, Republic of Uzbekistan, e-mail: lokomotivlar@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

THE USE OF AN ELECTROMECHANICAL CONVERTER FOR HEATING A PASSENGER VEHICLE

Аннотация. Рассмотрены вопросы использования инновационной электромеханической системы отопления для железнодорожного транспорта с использованием электромеханического преобразователя. Приведены результаты анализа систем управления тепловым режимом пассажирского вагона на основе традиционных и интеллектуальных подходов. В результате решения задачи синтеза управляющих воздействий получены зависимости тепловых характеристик от управляющих параметров.

Abstract. We considered the issues of using an innovative electromechanical heating system for railway transport. An electromechanical converter was used in it. The results of the analysis of the control systems of the thermal regime of the passenger vehicle on the basis of traditional and intelligent approaches are presented. We obtained the dependences of thermal characteristics on control parameters as the result of solving the problem of synthesis of control actions.

Ключевые слова: пассажирский вагон, отопление, электромеханическая система, система управления.

Key words: passenger vehicle, heating, electromechanical system, control system.

Объектом исследования является пассажирский железнодорожный вагон, состоящий из десяти купе, коридора, тамбуров, служебного и двух санитарных помещений. План вагона с теплопроводами и отопительными модулями, а также аксонометрическая схема системы отопления с узлом привязки теплогенератора приведены на рисунках 1 и 2.

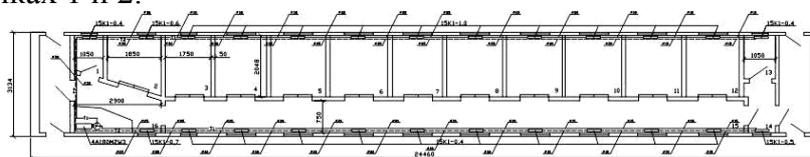


Рисунок 1 – План вагона



Рисунок 2 – Схема системы отопления с узлом привязки теплогенератора

В настоящее время в основном используется комбинированная (электроугольная) система отопления. При отсутствии электроэнергии вода нагревается за счет теплоты сжигаемого топлива, на электрифицированных участках используются электрические нагревательные элементы. В качестве электронагревательных могут применяться отличающиеся конструкциями, условиями эксплуатации, режимами работы устройства [1-3].

На основе анализа как эксплуатируемых, так и перспективных видов электронагревательных устройств выбран электромеханический теплогенерирующий преобразователь, обеспечивающий не только нагрев, но и перемещение рабочего хладагента [4].

Расчет необходимой установленной мощности теплогенератора производится с учетом коэффициентов теплопередачи основных ограждающих конструкций, тепловосприятости внутренней поверхности ограждающей конструкции, условий влажности, сопротивлений теплопередачи, теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, толщины слоев ограждающей конструкции, коэффициента теплопроводности материала соответствующего слоя и других определяющих тепловое состояние объекта исследования параметров [5].

Для вагона принята двух трубная система водяного отопления с нижней разводкой. Расчетная мощность системы отопления составила 22,55 кВт, принятая номинальная мощность электромеханической системы - 30 кВт. Отопительные приборы – радиаторы типа 10x Siemens Simatic 6ES7 134-4GB11-0AB0.

В гидравлическом расчете системы определен диаметр труб с обеспечением суммарных потерь напора в системе, не превышающих циркуляционное давление. Для упрощения расчета средние удельные потери давления определены по расчетному циркуляционному кольцу. Полученные данные даны в таблице 1.

Потери давления при суммарной длине 44.1 м составили 343,7 Па.

Анализ систем управления показал, что ввиду сложности теплообменных процессов наиболее эффективным является применение нечетких систем. Нечеткие принципы регулирования температуры требуют введения в структурную схему нечеткого логического регулятора (НЛР). НЛР содержит два входа и два выхода. На один вход подается сигнал пропорциональный температуре, другой вход – сигнал пропорциональный ее производной.

Результаты моделирования нечеткого логического регулятора по алгоритму Мамдани представлены на рисунке 3.

Зависимости от давления и температуры теплоносителя от напряжения и частоты питающего напряжения электромеханический преобразователь являются решением задачи синтеза управляющих воздействий.

Таблица 1 – Ведомость гидравлического расчета теплопроводов системы отопления для первоциркуляционного кольца

Номер участка	Тепловой поток, Вт	Длина участка, м	Расход теплоносителя, кг/м	Диаметр трубы, мм	Скорость движения воды, м/с	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Потери давления, Па			
							на 1 м трубы R	на длину участка	в местных сопротивлениях	суммарные по участку
1	633	1,45	16,7	15	0,023	6,4	1,45	2,1	1,95	4,05
2	1108	1,8	29,3	15	0,040	1,5	2,50	4,5	1,17	5,67
3	1583	1,8	41,8	15	0,047	1,5	3,70	6,67	1,59	8,26
4	2058	1,8	54,4	15	0,073	2,5	8,20	14,76	4,00	18,76
5	2533	1,8	66,9	20	0,051	1,5	2,40	4,32	1,76	6,08
6	3008	1,8	79,5	20	0,062	1,5	3,90	7,02	2,66	9,68
7	3483	1,8	92,0	20	0,070	1,5	5,60	10,08	3,59	13,67
8	3958	1,8	104,6	20	0,080	1,5	7,10	12,78	4,68	17,46
9	4433	1,8	117,1	20	0,089	1,5	8,60	15,48	5,86	21,34
10	4908	1,8	129,7	20	0,098	2,5	10,20	18,36	12,12	30,48
11	5383	1,55	142,2	25	0,066	1,5	3,60	5,58	3,16	8,74
12	6352	3,1	167,8	25	0,077	6,0	4,80	14,88	15,40	30,28
13	20466	0,1	540,7	32	0,144	1,5	10,60	1,06	0,16	1,22
14	20466	0,1	540,7	32	0,144	4,0	10,60	1,06	0,42	1,48
15	6352	2,4	167,8	25	0,077	5,0	4,80	11,52	14,50	26,02
16	5383	1,55	142,2	25	0,066	2,0	3,60	5,58	4,20	9,78
17	4908	1,8	129,7	20	0,098	1,5	10,20	18,36	7,56	25,92
18	4433	1,8	117,1	20	0,089	1,5	8,60	15,48	5,86	21,34
19	3958	1,8	104,6	20	0,080	1,5	7,10	12,78	4,68	17,46
20	3483	1,8	92,0	20	0,070	1,5	5,60	10,08	3,59	13,67
21	3008	1,8	79,5	20	0,062	1,5	3,90	7,02	2,66	9,68
22	2533	1,8	66,9	20	0,051	2,0	2,40	4,32	2,30	6,62
23	2058	1,8	54,4	15	0,073	1,5	8,20	14,76	3,80	18,56
24	1583	1,8	41,8	15	0,047	1,5	3,70	6,67	1,59	8,26
25	1108	1,8	29,3	15	0,040	1,5	2,50	4,5	1,17	5,67
26	404	1,45	16,7	15	0,023	5,4	1,45	2,1	1,40	3,50

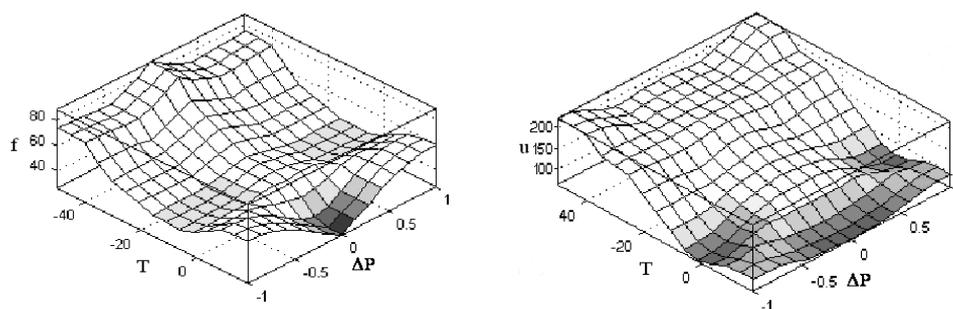


Рисунок 3 – Зависимости поверхностей напряжения и частоты от давления и температуры

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ким, К.К. Моделирование электромагнитных и тепловых процессов в теплогенерирующих перекачивающих электромеханических преобразователях / К. К. Ким, С. Н. Иванов, М.И. Хисматулин // Транспорт шёлкового пути. – Ташкент.: ННО НИИЦ, 2020. – Выпуск №3, 2020 с.3-14.
- 2 Ким, К.К. Электромеханическая система отопления пассажирского вагона / С. Н. Иванов, К. К. Ким, М.И. Хисматулин. –СПб.: ПГУПС, 2020. – Т. 17. – Вып. 4. – С. 566–574. DOI: 10.20295/1815-588X-2020-2-161-169.
- 3 Ким, К.К. Электромеханические генераторы тепловой энергии [Электронный ресурс]: монография / К. К. Ким, С. Н. Иванов. – Электрон. текстовые данные. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 289 с.
- 4 Ким, К.К. Теплогенерирующий электромеханический преобразователь / К.К. Ким, С.Н. Иванов, И.М. Карпова // Электротехника. – 2008. - № 9. – С.46-52.
- 5 Ким, К.К. Энергосберегающая система электроотопления пассажирского вагона / К. К. Ким, С.Н. Иванов, М. Т. Никифоров // Электрификация, инновационные технологии, скоростное и высокоскоростное движение на железнодорожном транспорте: тезисы докладов Пятого Международного симпозиума; Санкт-Петербург, 20-23 октября 2009 г. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2009.- С.94.
- 6 Амосов, О.С. Синтез нечеткой системы управления герметичным приводом комплексной системы безопасности / О.С. Амосов, С.Г. Баена, С.Н. Иванов, К.К. Ким // XX Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2017). Сборник докладов в 3-х томах. Т.1. Санкт-Петербург. 24–26 мая 2017 г. - С.275-278.

УДК 621.311

Шаломов Вячеслав Иванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Тепловые энергетические установки», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: shalomov2012@ayndex.ru
Shalomov Vyacheslav Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Thermal Power Installations Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: shalomov2012@ayndex.ru

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ТУРБОУСТАНОВКИ НА СВЕРХКРИТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ПАРАМЕТРОВ СВЕЖЕГО ПАРА

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF A HEATING TURBINE FOR SUPERCRITICAL PRESSURE WITH INCREASING PARAMETERS OF FRESH STEAM

Аннотация. В работе представлены некоторые результаты численного исследования влияния повышения начальных параметров пара на тепловую экономичность теплофикационной паровой турбины, работающей на сверхкритических параметрах пара.

Abstract. The paper presents some results of a numerical study of the effect of increasing the initial parameters of steam on the thermal efficiency of a heating steam turbine operating on supercritical steam parameters.

Ключевые слова: турбина, сверхкритические начальные параметры пара, тепловая схема, электрическая мощность, тепловая экономичность.

Key words: turbine, supercritical initial parameters of steam, thermal circuit, electrical power, thermal efficiency.

В настоящее время в России продолжается эксплуатация паротурбинных установок (ПТУ) на сверхкритические параметры пара 24 МПа и 540-560 °С (крити-

ческие параметры: давление $221,29 \cdot 10^5$ Па, температура $374,15$ °С). Конденсационные и теплофикационные энергоблоки сверхкритического давления производят 33 % всей электроэнергии России [1]. Разрабатывая перспективные энергоблоки, учёные и инженеры-энергетики считают, что важным направлением является освоение новой ступени параметров: начального давления 28-32 МПа и температуры свежего пара и пара промежуточного перегрева – 580-620 °С. Такие параметры принято называть суперсверхкритическими (ССКП). Переход к ССКП повышает экономичность (сокращает расход топлива на производство 1 кВт·ч электроэнергии) паротурбинных энергоблоков 10 – 12 % [1].

Расчётный анализ влияния повышения параметров свежего пара на тепловую эффективность турбоустановки (ТУ) проведён на базе отечественной теплофикационной паровой турбины на сверхкритическое давление пара Т-250/300-240 Уральского турбинного завода (УТЗ). Первая турбина была изготовлена в 1971 году.

Паровая турбина Т-250/300-240 [2] представляет собой одновальный четырёхцилиндровый агрегат с промежуточным перегревом пара после цилиндра высокого давления и двумя регулируемые теплофикационными отборами. Номинальная электрическая мощность 250 МВт, номинальная тепловая нагрузка 384 Гкал/ч. Номинальный расход свежего пара 980 т/ч. Параметры свежего пара: $p_0 = 23,5$ МПа, $t_0 = 540$ °С. Температура промежуточного перегрева пара $t_{\text{пр}} = 540$ °С (далее 23,5/540/540). Структурная формула регенеративной системы: три подогревателя высокого давления (ПВД) + деаэратор (Д) + пять подогревателей низкого давления (ПНД). Давление в деаэраторе поддерживается постоянным (0,69 МПа) с помощью регулирующего клапана. Температура питательной воды 265 °С. Температура охлаждающей воды 20 °С. Подогрев сетевой воды осуществляется последовательно в сетевых подогревателях низкого и высокого давлений. Максимальную мощность 300 МВт турбина развивает в конденсационном режиме, при этом удельный расход теплоты составляет не более 8145 кДж/(кг·К). Привод главного питательного насоса осуществляется от противодавленной паровой турбины. Рабочий пар к приводной турбине подводится из третьего отбора турбины, а выхлоп осуществляется в линию пятого отбора.

Для численной оценки влияния повышения начальных параметров на энергетические показатели турбоустановки (ТУ) проведён вариативный расчёт тепловой схемы турбины при её работе в теплофикационном режиме (Т-режиме). В Т-режиме ТУ работает по тепловому графику, вырабатывая тепловую и электрическую энергию. Исследование изменения энергетических показателей тепловой схемы проводилось методом расчёта тепловых и материальных балансов на базе сопряжённых компьютерных программ Mathcad и XStiem. Алгоритм расчёта и компьютерная программа были адаптированы под тепловую схему турбины Т-250/300-240.

На первом этапе вариативный расчёт тепловой схемы выполнен для случая повышения начальной температуры пара при постоянном начальном давлении 23,5 МПа. Температура промежуточного перегрева пара изменялась согласованно с начальной температурой в том же диапазоне. Выбран диапазон повышения температур от значений 540/540 до 620/620 °С. Расход пара в турбину, температура питательной воды и давление в конденсаторе в ходе расчёта выдерживались постоянными величинами. Искомыми величинами являлись электрическая мощность и технико-экономические показатели ТУ. Результаты расчётного исследования представлены в таблице 1.

Анализ итоговых числовых данных показывает, что при повышении температуры свежего пара от 540 до 620 °С электрическая мощность увеличивается на 51 МВт, что связано с ростом использованного теплоперепада в турбине. Пропор-

ционально мощности растёт и тепловая нагрузка турбины, её превышение над исходным уровнем составляет 22 МВт. КПД ТУ по производству электроэнергии увеличивается на 9,6 % в абсолютном выражении, при этом удельный расход условного топлива на производство электроэнергии уменьшается на 30 г/(кВт·ч) или на 13,5 % в относительном выражении. Видим, что ступенчатое увеличение начальной температуры пара на каждые 5 °С приводит к росту мощности примерно на 3,2 МВт. Повышение параметров ТУ надо начинать с возврата к проектным значениям температуры свежего пара и пара промежуточного перегрева. Головной образец турбины Т-250/300-240 был создан на параметры свежего пара 23,52 МПа и 560 °С с промежуточным перегревом пара 565 °С. Если снова обратиться к таблице 1, то можно увидеть, что переход с параметров 540/540 °С на 560/560 °С позволяет повысить мощность на 13 МВт и увеличить КПД по выработке электроэнергии на 3 % в абсолютном выражении.

Таблица 1 – Итоги расчётного исследования

Технико-экономические показатели	Температура пара, °С				
	540/540	560/560	580/580	600/600	620/620
Электрическая мощность, МВт	250	263	276	289	301
Тепловая нагрузка, МВт	235	246	252	256	257
Удельный расход пара, кг/(кВт·ч)	3,6	3,44	3,27	3,13	3,0
КПД ТУ по выработке эл. энергии	0,614	0,644	0,668	0,691	0,71
Удельный расход теплоты на выработку эл. энергии, кДж/(кВт·ч)	5863	5593	5390	5210	5072
Удельный расход условного топлива на выработку эл. энергии, г/(кВт·ч)	222	212	204	197	192

В мировой практике создания паровых турбин со сверх- и суперкритическими начальными параметрами пара имеются модели турбин, у которых температура промежуточного перегрева пара выше начальной на 10-50 °С.

На втором этапе исследования выполнены расчёты тепловой схемы ТУ при повышении температуры промежуточного перегрева в условиях постоянных значениях параметров свежего пара. Расчёты проведены для вариантов изменения температуры промперегрева от 2 до 10 °С (через 2 °С). Графики зависимости КПД по производству электроэнергии от прироста температуры промперегрева при различных значениях начальной температуры пара показаны на рисунке 1.

На графике линия голубого цвета - это увеличение КПД ТУ по выработке электроэнергии при повышении начальной температуры и температуры промперегрева пара от значений 560/560 °С до 560/570 °С. Рост температуры промперегрева на 10 °С даёт увеличение КПД на 0,9 % в абсолютном выражении. Такое же повышение КПД (на 0,9 %) происходит при изменении температур пара от 620/620 °С до 620/630 °С (верхняя кривая). На каждые 2 °С КПД прирастает в среднем на 0,2 %.

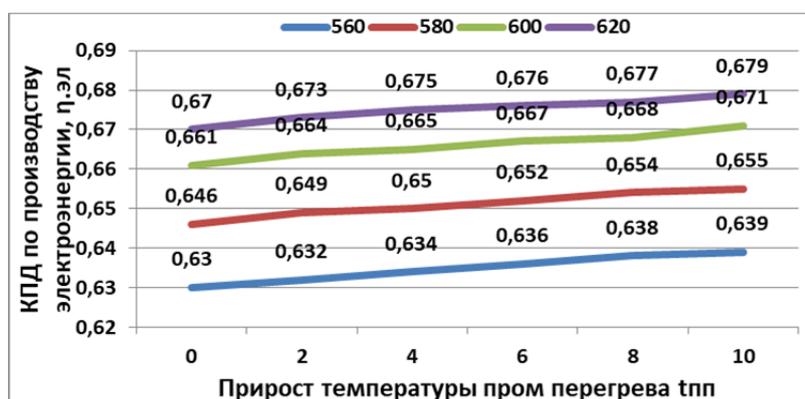


Рисунок 1 – Графики изменения КПД по производству электроэнергии

Таким образом, результаты расчёта показателей энергетической эффективности теплофикационных энергоблоков на сверхкритические параметры свежего пара, выполненные на базе ТУ Т-250/300-240, показали, что повышение только начальной температуры пара позволяет увеличить мощность энергоблока при работе в Т-режиме на 51 МВт. При этом КПД ТУ по выработке электроэнергии возрастает на 9,6 %. Нужно ещё учитывать, что с ростом начальной температуры пара повышается его степень сухости за турбиной, а это ведёт к увеличению внутреннего относительного КПД турбины. Повышение температуры промперегрева является дополнительной возможностью увеличения тепловой экономичности ПТУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Костюк А.Г. Андрей Владимирович Щегляев и его роль в развитии отечественной теплоэнергетики / А.Г. Щегляев, А.Е. Булкин – Теплоэнергетика № 6, 2003. - с. 2 – 5.

2 Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов /А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.

УДК 681.7.068

Шилова Ирина Владимировна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность и производственный дизайн», Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», e-mail: irina.schilova@tut.by

Shilova Irina Vladimirovna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Technosphere Safety and Manufacturing Design Department, Belarusian-Russian University, e-mail: irina.schilova@tut.by

Шульга Александр Васильевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Физика», Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», e-mail: ashulga@tut.by

Shulga Aleksandr Vasilevich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Associate Professor of Physics Department, Belarusian-Russian University, e-mail: ashulga@tut.by

МИКРОИЗГИБНЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫМ СВЕТОВОДОМ КАК ОСНОВА ДАТЧИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

FIBER OPTIC MICROBEND TRANSDUCER OF DISPLACEMENT WITH MICROSTRUCTURED OPTICAL FIBER AS A BASIS FOR MECHANICAL VALUES SENSORS

Аннотация. Приведены результаты исследования потерь излучения в микроизгибном преобразователе перемещения с использованием микроструктурированных волоконных световодов в качестве чувствительного элемента. Показано, что чувствительность к изменению потерь излучения в зависимости от перемещения для микроструктурированных волоконных световодов в 12...20 раз выше, чем для стандартного одномодового световода.

Abstract. Losses of the radiation in fiber optic microbend transducer of displacement with microstructured optical fibers as a sensor element was investigated. It is shown that the sen-

sitivity to changes of radiation losses depending on the displacement for microstructured optical fibers is 12...20 times higher than for a standard single-mode optical fiber.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик, микроструктурированный волоконный световод.

Key words: fiber optic sensor, microstructured optical fiber.

Введение

Высокий уровень электромагнитных полей от высоковольтного оборудования в энергетике делает затруднительной работу датчиков механических величин (давления, перемещения, деформации, силы) с электрическим выходным сигналом вследствие высокого уровня помех и наводок. В качестве основы таких датчиков могут служить волоконно-оптические преобразователи, обладающие малыми габаритами и весом, нечувствительностью к воздействию высокого уровня электромагнитных полей, коррозионной стойкостью, искро- и взрывобезопасностью.

Экспериментальная часть.

В данной работе представлен микроизгибный преобразователь перемещения, который состоит из волоконного световода, зажато между двумя профилированными пластинами, наводящими микроизгибы в волокне (рисунок 1). Вследствие изгиба световода с малым радиусом часть вводимого в световод излучения лазера выходит в оболочку пропорционально воздействующей физической величине (давление, деформация, сила), вызвавшей перемещение профилированных пластин. Сигнал на фотоприемнике соответственно уменьшается. [1-3]

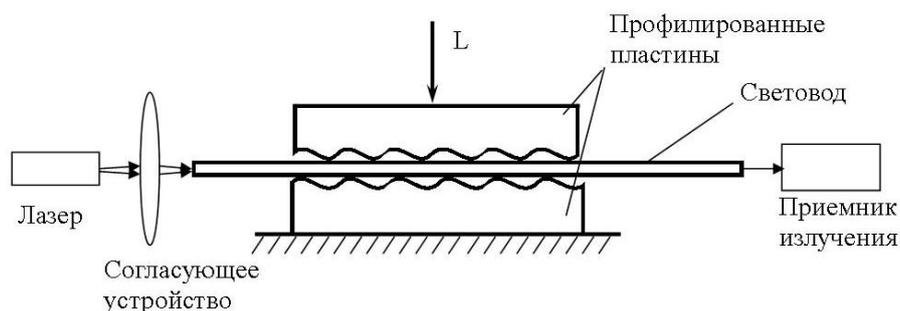


Рисунок 1 – Схема микроизгибного волоконно-оптического датчика

Для повышения чувствительности волоконно-оптических преобразователей к воздействию перемещению возможно применение микроструктурированных волоконных световодов. Они создаются путем вытяжки при высокой температуре из заготовки, содержащей кварцевые сплошные стержни и кварцевые полые цилиндры, причем для исследуемых световодов кварцевые полые цилиндры укладывались в виде шестигранника вокруг сердцевинки из кварцевых сплошных стержней. Таким образом, вокруг световедущей сердцевинки из плавленного кварца образовалась особая структура из воздушных цилиндрических полостей, параллельных оси волоконного световода, в связи с чем, световоды приобрели новые функциональные возможности.

На рисунках 2,а и 2,б представлены поперечные сечения трехслойного и четырехслойного микроструктурированных волоконных световодов соответственно, которые использовались для исследования в данной работе. Диаметр кварцевой оболочки обоих микроструктурированных световодов равен 127,5 мкм.

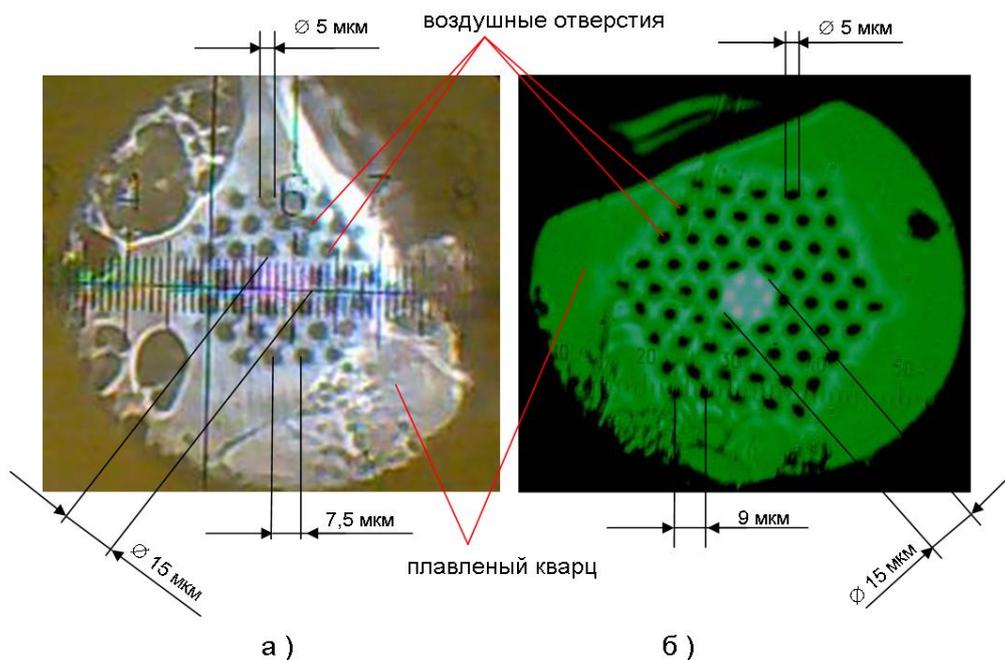


Рисунок 2 – Поперечное сечение исследуемых световодов:
 а – трёхслойный микроструктурированный волоконный световод;
 б – четырёхслойный микроструктурированный волоконный световод

Для сравнения был также взят обычный одномодовый волоконный световод с диаметром кварцевой световедущей сердцевины 8,2 мкм, диаметром кварцевой оболочки 125 мкм. Все световоды, используемые в эксперименте, имели поверх кварцевой оболочки полимерную оболочку диаметром 245...250 мкм, которая защищает световоды от микротрещин при механическом воздействии на них.

Источником излучения в экспериментальной схеме служил гелий-неоновый лазер с рабочей длиной волны 632,8 нм, в качестве приемника излучения использовался ваттметр оптический поглощаемой мощности ОМЗ-65.

Зависимость выходного сигнала фотоприемника $\Phi_{\text{вых}}$ от величины перемещения профилированных пластин L показана на рисунке 3.

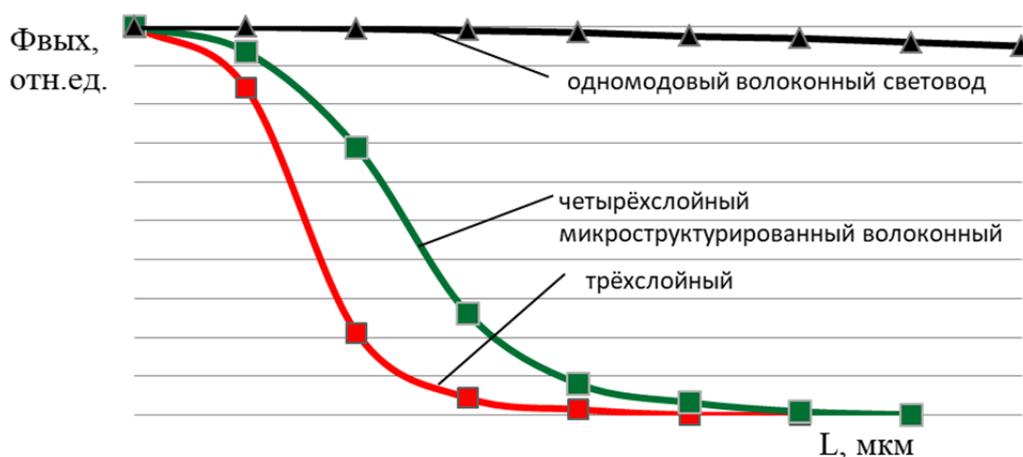


Рисунок 3 – Зависимость выходного сигнала фотоприемника от величины перемещения профилированных пластин

Заключение

Проведенные эксперименты показали, что чувствительность к наводимым микроизгибами потерям излучения в зависимости от величины перемещения для микроструктурированных волоконных световодов в 12...20 раз выше, чем для одномодового световода. Необходимо также отметить, что потери излучения при использовании трехслойного микроструктурированного волоконного световода в 1,5...2 раза выше, чем четырехслойного, т.е. предпочтительно использовать трехслойный световод для построения преобразователей перемещений с высокой чувствительностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Буймистряк, Г. Я. Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем / Г. Я. Буймистряк. – СПб. : ГРОЦ Минатома, 2004. – 198 с.

2 Lumholt, O. Simple fiber-optic low-temperature sensor that uses microbending loss / O. Lumholt [et al.]. // Optics Letters. – 1991. – Vol.16, № 17. – P.1355-1357.

3 Donladic, D. Fiber-optic microbend sensor structure / D. Donladic, M. Završnik. // Optics Letters. – 1997. – Vol 22, №11. – P. 837-839.

СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ

УДК 004.415.2

Бажеряну Виктория Васильевна – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: uipp@knastu.ru

Bazheryanu Viktoriya Vasilevna – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: uipp@knastu.ru

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРОВ

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODELING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE PROCESS OF MANUFACTURING PARTS FROM POLYMERIC MATERIALS

Аннотация. Данная работа посвящена структурно-функциональному моделированию технологического процесса изготовления деталей из полимерных материалов с использованием методологии *SADT/IDEF0* по всему жизненному циклу изделий.

Abstract. This work is devoted to structural and functional modeling of the technological process of manufacturing parts from polymer materials using the SADT / IDEF0 methodology throughout the entire life cycle of products.

Ключевые слова: декомпозиция, структурно-функциональное моделирование, инновации, технологии.

Keywords: decomposition, structural and functional modeling, innovation, technology.

Структурное и функциональное моделирование инновационных проектов для обоснования информационных и производственных технологий в настоящее время рекомендуется осуществлять с использованием методологии *SADT/IDEF0* по всему жизненному циклу изделий. Метод SADT (Structured Analysis and Technique) и его более современная разновидность IDEF0 (Integrated Definition) считается классическим методом процессного подхода к управлению.

В данной работе в качестве объекта моделирования рассматривается процесс изготовления деталей из полимерных материалов с применением автоматизированного оборудования и программного обеспечения для послойного проектирования. Структурно-функциональное моделирование подразумевает построение модели в виде блок-схемы, в которой система разделяется на «черные ящики». Между блоками необходимо отразить взаимосвязи и их иерархичность. Таким образом, модель будет отвечать принципам, на которых основаны методы структурно-функционального моделирования.

На рисунке 1 представлена укрупненная модель, или так называемая контекстная диаграмма, представляющая наиболее общее описание процесса изготовления деталей из ПКМ с применением средств автоматизации.

На входе модели электронная модель детали (ЭМ), ресурсы, необходимые в технологическом цикле изготовления: конструкторские, технологические, материальные. На выходе результаты технологического цикла: комплекты конструкторской и технологической документации, средства технологического оснащения (СТО) для изготовления детали, сама готовая деталь из ПКМ.

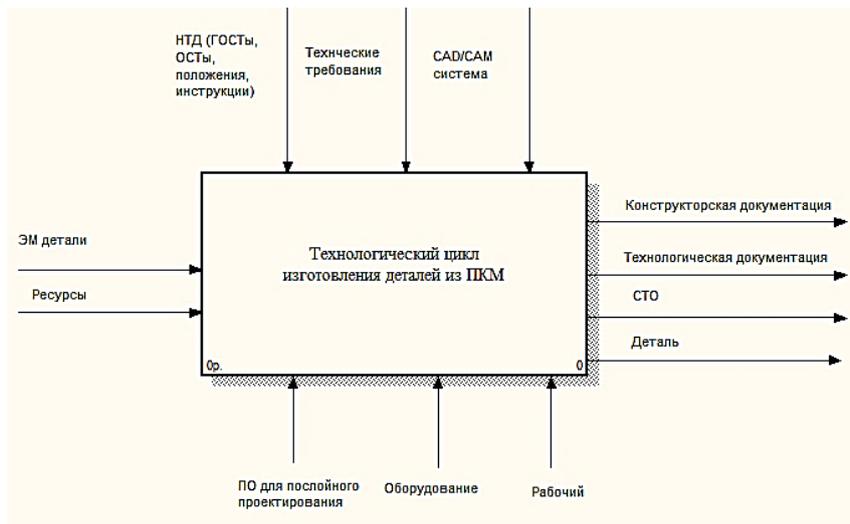


Рисунок 1 – Укрупненная модель процесса

На данный процесс оказывают управляющие воздействие нормативно-техническая документация и технические требования конструкторской документации, которые задают технологию изготовления, а также используемая CAD/CAM система для проектирования и сопровождения жизненного цикла ЭМ детали. Механизмами процесса являются программное обеспечение для послойного проектирования, используемое оборудование и рабочий-исполнитель.

На рисунке 2 общая функция была разделена на семь блоков, осуществляющих процесс изготовления. Доминирующим процессом является блок «Проектирование деталей», в рамках которого разрабатываются габаритная ЭМ с данными укладки, без которых невозможно применение автоматизированного оборудования. Следующим по порядку доминирования является блок «Технологическая подготовка», его выходом будут: ЭМ болванки для выклейки и технологическая ЭМ с послойными данными. После блока «Технологическая подготовка» процесс распараллеливается, и технологический цикл изготовления становится последовательно-параллельным, что было невозможно ранее без ПО для послойного проектирования. Пока идет изготовление болванки для выклейки, продолжается процесс технологической подготовки и создается ТЭМ и файлами для управления автоматизированным оборудованием для раскроя и проецирования при выкладке.

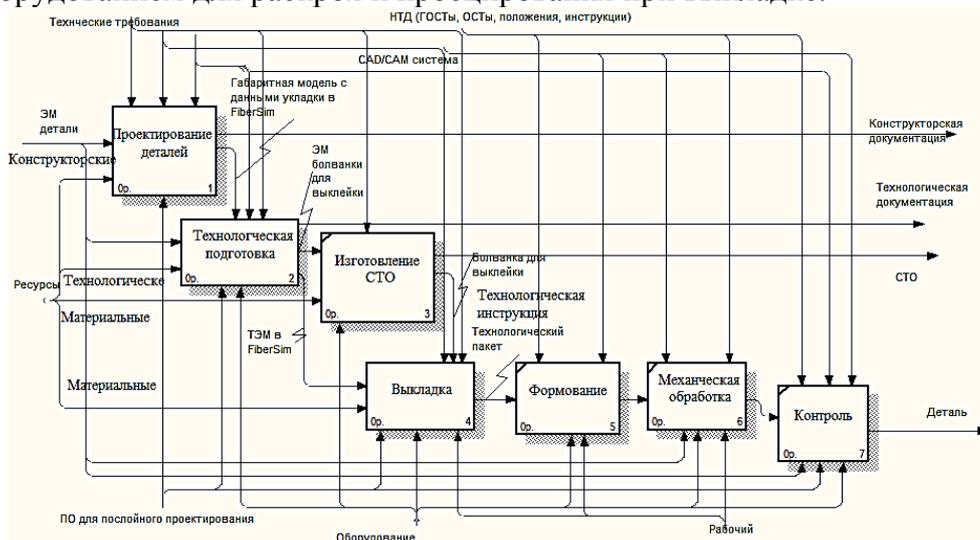


Рисунок 2 – Декомпозиция контекстной диаграммы модели процессореализации проекта

Следующие блоки «Выкладка», «Формование», «Механическая обработка» и «Контроль» являются традиционными в процессе изготовления.

Анализ контекстной диаграммы модели процесса изготовления деталей из полимерных материалов позволил выявить в процессе необходимые объекты для улучшения:

- проектирование деталей из ПКМ;
- технологическая подготовка производства (проектирование и изготовление СТО);
- раскрой и выкладка слоев;
- разметка и контроль деталей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Егорова В.П., Горькавый М.А. Сравнительный анализ нотаций структурной и функциональной декомпозиции в задачах моделирования роботизированных производственных процессов / Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Комсомольск-на-Амуре, 2021.

2 Zaychenko I.V., Bazheryanu V.V., Gordin S.A. Improving the energy efficiency of autoclave equipment by optimizing the technology of manufacturing parts from polymer composite materials / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019». 2020. С. 032069.

3 Bazheryanu V.V., Zaychenko I.V., Zharikova E.P. Local repair of parts from polymer composite material with the use of portable hot bonder control systems / Materials Science Forum. 2020. Т. 992 MSF. С. 347-352.

4 Зайченко И.В., Бажеряну В.В., Соколова В.С. Управление технологическим процессом ремонта деталей из полимерных композиционных материалов в составе изделия и оценка энергозатрат / Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2019. Т. 1. № 4 (40). С. 16-21.

УДК 004.23

Болдырев Владислав Вячеславович – старший преподаватель кафедры «Управление инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: Boldurev16@gmail.com

Boldyrev Vladislav Vyacheslavovich – Senior Lecturer of Management of Innovative Process and Projects Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: Boldurev16@gmail.com

AGILE МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННЫМ ПРОЕКТОМ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

AGILE METHODS IN MANAGING AN INNOVATIVE SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT

Аннотация. В статье предложено применение Scrum в управлении итерациями в ходе реализации инновационного проекта при создании MVP на основе принципов Lean.

Abstract. The article proposes the use of Scrum in iteration management during the implementation of an innovative project when creating an MVP based on lean principles.

Ключевые слова: гибкое управление проектами, agile, Scrum, инновационный проект, программное обеспечение, бережливое мышление, lean.

Key words: agile project management, agile, scrum, innovative project, software, lean thinking, lean.

Введение

Разработка инновационного проекта программного обеспечения (далее ПО) включает классические этапы жизненного цикла инноваций. Для минимизации экономических рисков на поздних этапах проекта, результаты инициации и разработки должны быть адаптированы к потребностям рынка на момент выпуска продукта. Но в условиях современной глобальной экономики потребности пользователей продукта непрерывно прогрессируют, т.к. каждый новый продукт улучшает существующий опыт использования продукта и формирует новые сложно прогнозируемые требования. Особенно остро проблема осушается в сегменте программного обеспечения, где сроки поставки новых конкурирующих инновационных продуктов имеют тенденцию к сокращению.

По этой причине водопадный подход к управлению инновационным проектом на этапах инициации и разработки малоэффективен. Диаграмма Ганта и командно-административный стиль управления плохо справляются с управлением изменениями, т.к. изменения в проекте с четкой последовательностью работ могут вызвать эффект домино при необходимости оперативно переопределить ресурсы, а культура «закрытого» плана у руководителя не позволяет корректировать план работ силами участников, владеющих информацией о узких местах проекта, что недопустимо приводит к увеличению длительности этапов, предшествующих производству.

Работающее ПО должно как можно быстрее поставляться пользователю – это условие, при котором продукт инновационного проекта может быть актуальным. Цикл взаимодействия с пользователем, через регулярную и непрерывную поставку работающих решений для получения обратной связи способствует снижению экономических рисков за счет адаптации под динамически меняющиеся потребности пользователей. В настоящее время инкрементальная архитектура продукта наиболее эффективна для большинства бизнес-моделей, т.к. выпущенное рабочее ядро продукта начинает удовлетворять запросам потребителя и привлекать дополнительные финансовые ресурсы в проект, что способствует лучшей адаптации продукта и увеличению экономической эффективности.

Scrum при разработке MVP

Подробное техническое задание на разработку не всегда раскрывает все потребности конечного пользователя, особенно если оно составлено на основе косвенных данных о потребностях, а не анализе больших данных или опросов фокус групп. Для инновационных проектов, где адаптация результата под запросы потребителя целесообразно сформировать начальную базу потребностей в формате Backlog наполненную «историями» потребителя, где каждая история — это абстрактное описание требований пользователя к функционалу нового ПО или продукта. Этот формат позволит команде самостоятельно распределять приоритет выполнения частей проекта для скорейшей поставки работающего элемента пользователю и получению обратной связи для актуализации состояния проекта. На рисунке 1 представлена Scrum – доска инновационного проекта по разработке ПО.

На рисунке отображен Backlog в которых входят «истории» заказчика, каждая из которых сформирована в результате интервью. На рисунке 2 представлена детализация истории.

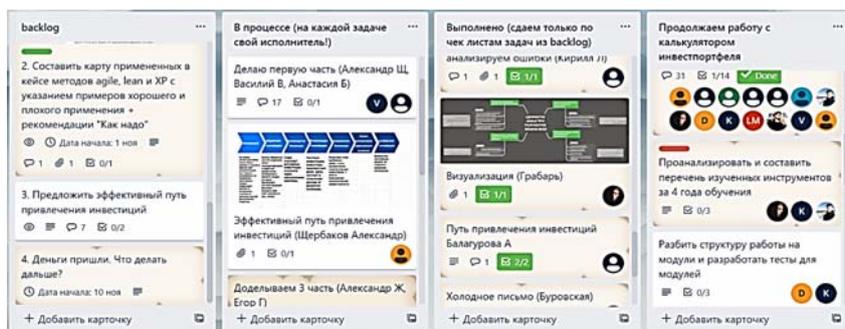


Рисунок 1 - Scrum – доска проекта разработки авторизованного инвестиционного портфеля

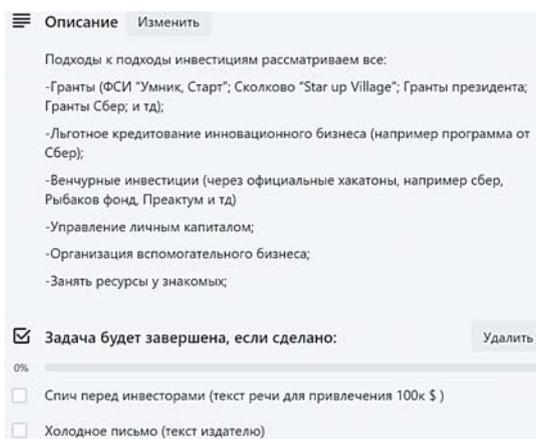


Рисунок 2 – Детализация истории «3. Предложить эффективный путь привлечения инвестиций»

По требованию заказчика задача будет завершена, если сделаны два пункта чек-листа. Члены команды при выполнении приняли решение разделить историю на две категории задач: выполнение чек-листа и визуализация процесса формирования инвестиционного портфеля на основе изучения кейса заказчика. В результате анализа визуализации, был сформулирован паттерн поведения заказчика при формировании инвестиционного портфеля и предложен для оценки эффективный путь привлечения инвестиций. После обсуждения с заказчиком, было выявлено, что паттерн поведения соответствует действительности и его программная реализация расширит и усовершенствует функционал ПО, находящегося в разработке.

Таким образом, применение метода Scrum при разработке MVP инновационного проекта способствует формированию эффекту синергии позволяющему синтезировать новую ценность для продукта, не обозначенную заказчиком на этапе согласования требований к продукту. Гибкий метод управления проектом обеспечивает поставку актуального работающего продукта в приемлемые для заказчика сроки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Финогеев, М. А. Разработка методики ведения проектной деятельности ориентированной на сокращение временных ресурсов при планировании и распределении задач проекта / М. А. Финогеев, Д. А. Полохова, М. А. Горькавый // 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. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – с. 255-258.

2 Горькавый, М. А. Интеллектуальные системы в задачах управления техническими и организационно-технологическими процессами / М. А. Горькавый, А. И. Горькавый. – Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2016. – 117 с. – ISBN 978-5-7765-1203-2.

3 Горькавый, А. И. Математические основы элементов, систем и процессов управления : Учебное пособие / А. И. Горькавый, М. А. Горькавый ; . – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – 68 с. – ISBN 978-5-7765-1199-8.

4 Михайлов, Н. Ю. Центр интеграции инновационных решений / Н. Ю. Михайлов, В. П. Егорова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09–20 апреля 2018 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2018. – С. 368-370.

5 Пугачева, А. И. Исследование методов эффективной организации и оптимизации баз данных промышленного предприятия / А. И. Пугачева, М. А. Горькавый // 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. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 329-331.

УДК 665.6/.7:536

Глебов Михаил Борисович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Кибернетика химико-технологических процессов», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», e-mail: glebov@muctr.ru

Glebov Mikhail Borisovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Cybernetics of Chemical and Technological Processes Department, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, e-mail: glebov@muctr.ru

Лазарев Валерий Михайлович – канд. хим. наук, доцент, профессор кафедры «Общая и неорганическая химия», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», e-mail: termolaz@yandex.ru

Lazarev Valery Mikhailovich – Candidate of Chemical Sciences, Docent, Professor of General Inorganic Chemistry Department, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, e-mail: termolaz@yandex.ru

Глебов Василий Борисович – канд. техн. наук, доцент, доцент, ФГАОУ ВО «Научно-исследовательский ядерный университет «МИФИ», e-mail: VBGlebov@mephi.ru

Glebov Vasily Borisovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor, National Research Nuclear University MEPHI, e-mail: VBGlebov@mephi.ru

Налетов Владислав Алексеевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Кибернетика химико-технологических процессов», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», e-mail: jacen23@yandex.ru

Naletov Vladislav Alekseevich – Candidate of of Engineering Sciences, Associate Professor of Cybernetics of Chemical and Technological Processes Department, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, e-mail: jacen23@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ РЕАГИРУЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ РАЗОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOME REACTING COMPOSITIONS FOR HEATING HIGH-VISCOSITY OIL RESERVOIRS

Аннотация. Рассмотрена задача разогрева пластов высоко вязких нефтей с помощью проведения в пласте химических реакций с большим тепловыделением. С тер-

динамиических позиций проведена сравнительная оценка четырех химических состава, отвечающих требованиям безопасности, экологичности и невысокой стоимости. Для сравнения рассмотрены аналогичные показатели широко применяемого в настоящее время перегретого водяного пара.

Abstract. The problem of heating of oil reservoir of high-viscosity oils by conducting chemical reactions in the formation with high heat release is considered. From the thermodynamic standpoint, a comparative assessment of four chemical compositions meeting the requirements of safety, environmental friendliness and low cost was carried out. For comparison, similar indicators of the currently widely used superheated water vapor are considered.

Ключевые слова: фосфид кальция, аммиачная селитра, перегретый водяной пар, греющая смесь, нефтяной пласт.

Keywords: calcium phosphide, ammonium nitrate, superheated water vapor, heating mixture, oil reservoir.

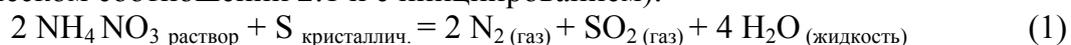
В большинстве нефтяных месторождений сибирских регионов Российской Федерации встречаются вязкие и высоковязкие нефти. Как известно, их добыча требует применения специальных высоко затратных технологий извлечения углеводородов из недр. К наиболее распространенным в настоящее время технологиям добычи тяжелых нефтей относится закачка перегретого водяного пара самостоятельно либо в сочетании с другими компонентами (растворителями, дымовыми газами и т.д.). Совершенно очевидно, что в таком случае затраты на добычу многократно возрастают. Поэтому, исследователями ведутся постоянные поиски других альтернативных способов прогрева нефтяного пласта. Весьма перспективным видится химический способ прогрева нефтяного пласта. В этом случае подбирается возможная химическая реакция с большим тепловым эффектом, обеспечивающая достаточный подъем температуры в пласте и, как следствие, снижение вязкости нефти для реализации ее рентабельной добычи. Задача оказывается очень сложной в силу ограничений, накладываемых на реагенты и продукты реакции, ее тепловой эффект, стоимость реагентов, их безопасность и экологичность. Поэтому до настоящего времени химический способ разогрева нефтяного пласта не получил распространения.

В данной работе нами рассмотрен ряд химических превращений с большим тепловым эффектом на основе термодинамического рассмотрения протекающих процессов. Проведение такой оценки целесообразно для предварительного отбора возможных кандидатов в реакциях разогрева пласта.

Нами рассматривались некоторые потенциально возможные химические превращения в нефтяном пласте с большим тепловым эффектом. Для примерных расчетов бралась нефтяная скважина глубиной 1700 метров с песчаным коллектором с температурой внутри скважины 65⁰С. Отметим, что каждый из рассмотренных методов требует соблюдения особых мер безопасности, исключающих нарушения технологического режима добычи нефти.

1. Для сравнения рассматривался прогрев пласта путем подачи перегретого водяного пара с температурой 400⁰С. Суммарная энтальпия при конденсации греющего пара в скважине составила 16,3 кДж/моль.

2. Далее рассматривался прогрев пласта аммиачной селитрой с серой (в стехиометрическом соотношении 2:1 и с иницированием):



Тепловой эффект реакции составил 38083 кДж.

3. Прогрев пласта нитратом аммония с магнием (в соотношении 1:1) по реакции:



дал значение теплового эффекта реакции 845,1 кДж.

4. Рассматривалось применение реакции нитрата аммония с алюминием:
$$3\text{NH}_4\text{NO}_3_{\text{раствор}} + 2\text{Al}_{\text{кристаллич.}} = 3\text{N}_2_{\text{газ}} + 2\text{Al}(\text{OH})_3_{\text{крист.}} + 3\text{H}_2\text{O}_{\text{жидкость}} \quad (3)$$

Тепловой эффект данной реакции составил 78048 кДж.

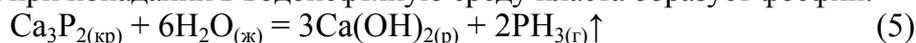
5. Представлялось интересным оценить тепловой эффект взаимодействия калийной селитры с углем по следующей реакции:



Однако тепловой эффект этой реакции оказался довольно малым. Для 10 кг смеси он составил 772 кДж.

6. Рассматривалась возможность применения фосфида кальция и воды как разогревающей смеси с точки зрения термодинамики протекающих процессов. Надо отметить, что использование фосфида кальция целесообразно как с экологической, так и экономической точек зрения.

Фосфид кальция при попадании в водонефтяную среду пласта образует фосфин:



Тепловой эффект этой реакции составляет: -1284,2 кДж/моль. При подаче воздуха фосфин сгорает:



Тепловой эффект последней реакции составляет: 4722 кДж.

Следовательно, суммарно на 1 моль Ca_3P_2 будет выделяться 3645 кДж тепла.

В расчете на 10 кг фосфида кальция тепловой эффект составил $2 \cdot 10^5$ кДж тепла, а подъем температуры был выше 500 °С.

С учетом стоимости реагентов и экологического воздействия на окружающую среду можно заключить, что из представленных химических способов разогрева нефтяного пласта наиболее целесообразным является использование фосфида кальция.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2-х томах. Т.2 / Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. – 2-ое изд., перераб. и доп., - М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. – 670 с.

УДК 62-52

Гречушкина Нина Владимировна – доцент кафедры «Информатика и информационные технологии», Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», e-mail: gnv@rimsou.ru

Grechushkina Nina Vladimirovna – Associate Professor of Computer Science and Information Technologies Department, Ryazan Institute of Moscow Polytechnic University, e-mail: gnv@rimsou.ru

Романюта Максим Александрович – студент, Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», e-mail: maksim.romanyuta@gmail.com

Romanyuta Maksim Aleksandrovich – student, Ryazan Institute of Moscow Polytechnic University, e-mail: maksim.romanyuta@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОКРАСКИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

THE USE OF AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TO ASSESS THE QUALITY OF PAINTING THE SURFACE OF THE PART

Аннотация. Искусственные нейронные сети являются универсальным инструментом, применяемым для решения задач различной сложности в разных отраслях, в том числе в машиностроении в условиях его цифровизации. В статье рассмотрено применение искусственной нейронной сети для решения задачи оценки качества покраски поверхности детали.

Abstract. Artificial neural networks are a universal tool used to solve problems of varying complexity in different industries, including mechanical engineering in the conditions of its digital transformation. The article considers the use of an artificial neural network to solve the problem of assessing the quality of painting the surface of the part.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное обучение, машиностроение, программирование.

Key words: neural networks, machine learning, mechanical engineering, programming.

Введение

Одним из современных трендов развития отрасли машиностроения является ее цифровизация, то есть внедрение цифровых технологий на всех этапах производства и управления им. Цифровизация отрасли приводит к стремительному росту объема накапливаемой информации о разных аспектах и этапах производственного процесса. Информация, получаемая при обработке этих больших массивы неструктурированных данных (Big Data), позволяет оценивать эффективность процессов и может быть основой для их дальнейшего совершенствования. Однако обработка таких данных требует применения современных цифровых технологий, таких как технологии на основе использования искусственных нейронных сетей, широко применяемые для решения задач распознавания образов и создания систем прогнозирования [1], [2]. Целью данной статьи является изучение возможности применения искусственной нейронной сети для решения задачи оценки качества покраски поверхности детали.

Основная часть

Рассмотрим следующую задачу. По конвейеру движется деталь, на которую наносится слой краски. Необходимо разработать технологию контроля качества покраски поверхности детали.

Применение искусственной нейронной сети для решения этой задачи предполагает получение растровых изображений поверхности детали, разбиение их на точки – пиксели и анализ полученного множества точек с целью выявления среди них точек, отличающихся по цвету от заданного стандарта.

Для решения данной задачи введем следующее упрощение: будем считать, что интенсивность (насыщенность) цвета всех точек в наборе одинакова. Таким образом, дефекты окрашивания, связанные с более толстым / тонким слоем нанесенной краски, не учитываются. Стандартом является цвет окрашивания, отклонение от стандарта – цвет поверхности детали до окрашивания или цвет базового покрытия детали. Пусть стандартом является красный цвет точки, а отклонением от стандарта – синий. Тогда для решения поставленной задачи необходимо обучить ИНС определять и разделять красные и синие точки из набора (рисунок 1).

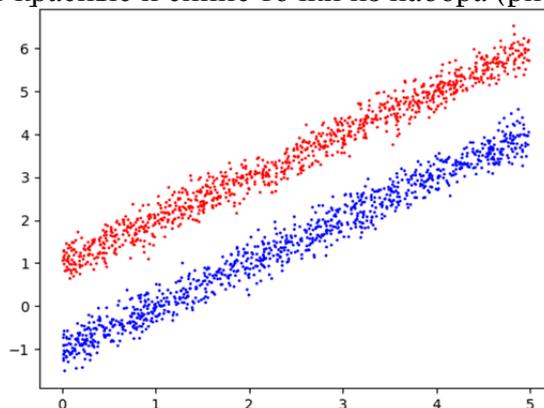


Рисунок 1 – Набор точек для обучения ИНС

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – это модель и её программная и/или аппаратная реализация, имитирующие устройство и принцип действия биологической нейронной сети. ИНС представляет собой набор взаимодействующих между собой вычислительных элементов (нейронов), способных отправлять или получать сигналы. На вход искусственного нейрона поступает некоторое множество сигналов, каждый из которых является выходом другого нейрона. Каждый вход X умножается на соответствующий вес W , аналогичный синаптической силе, и все произведения суммируются, определяя уровень активации нейрона. Вся информация конвертируется в сигнал NET, который затем преобразуется активационной функцией F (ступенчатой, линейной, сигмоидой, гиперболическим тангенсом или линейным выпрямителем ReLu) и дает выходной нейронный сигнал OUT [3], [4].

Для программной реализации применения ИНС для решения поставленной задачи будем использовать Python, а также его библиотеку TensorFlow (открытая программная библиотека для машинного обучения, для решения задач автоматического нахождения и классификации образов) и открытую подбиблиотеку Keras, которая написана на языке Python и обеспечивает взаимодействие с ИНС.

```
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
import pandas as pd
import numpy as np
```

На данном этапе импортируются также другие необходимые для работы нейронной сети библиотеки на языке Python: Pandas – программная библиотека для обработки и анализа данных, которая используется для обработки точек с файла csv, и библиотека NumPy, обеспечивающая корректную работу Pandas и поддерживающая высокоуровневые математические функции и методы обработки многомерных массивов.

```
train_df = pd.read_csv('./data/train.csv')
np.random.shuffle(train_df.values)
```

Эти строчки кода считывают тренировочный файл с набором точек и перемешивают точки в случайном порядке.

```
model = keras.Sequential([
    keras.layers.Dense(4, input_shape=(2,), activation='relu'),
    keras.layers.Dense(2, activation='sigmoid')])
```

Таким образом, создается модель ИНС. Функция sequential отвечает за то, что ИНС будет прямой и последовательной. На вход она получает лист из слоев ИНС. Функция layers.Dense задает параметры слоя. Dense означает то, что все нейроны в этом слое будут связаны друг с другом последовательно. Входными параметрами для этой функции являются количество нейронов на данном слое (в данном случае 4), вид и количество входных данных (в этом случае – по 2 координаты x и y для каждой точки) и вид активации нейрона (в этом случае лучшим методом активации будет ReLu). Второй слой будет выдавать цвет точки (красный или синий) с сигмоидной активацией. Metrics=['accuracy'] будет подсчитывать успешность ИНС с помощью точности:

```
model.compile(optimizer='adam',
              loss=keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
              metrics=['accuracy']))
```

Функция model.compile компилирует модель ИНС. В качестве входных параметров указываются оптимизатор (используется метод Adam стохастического градиентного спуска, основанный на адаптивной оценке моментов первого и второго порядка), loss – задает метод определения потерь при обучении, в данном случае

keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy вычисляет потерю перекрестной энтропии между входными данными и прогнозами. From_logits=True означает, что выходные значения, сгенерированные моделью, не нормализованы.

```
x = np.column_stack((train_df.x.values, train_df.y.values))
model.fit(x, train_df.color.values, batch_size=4, epochs=5)
```

Функция model.fit задает тренировку для ИНС. На вход требуются входные данные (координаты x и y точки), выходные данные (цвет точки), количество входных и выходных данных и количество поколений тренировки.

```
test_df = pd.read_csv('./data/test.csv')
test_x = np.column_stack((test_df.x.values, test_df.y.values))
```

Данные строки считывают данные с файла для тестирования ИНС и приводят выходные данные в вид пригодный для тестирования.

```
model.evaluate(test_x, test_df.color.values)
```

Оценивает выходные данные ИНС и сравнивает их с тестировочными данными выводя полученную точность.

Результат работы программы показан на рисунке 2.

ИНС обучалась в течение пяти поколений (Epoch), затем прошла тестирование (Evaluation) с точностью (accuracy) 1.0 и низкими потерями. Это означает, что данная программа корректно определяет цвет точки в 100 % случаев для случая различения двух контрастных цветов при допущении, что интенсивность и чистота цвета для всех точек одного типа одинакова. Следует отметить, что возможна незначительная корректировка программы для случая, когда цвета не являются контрастными (оттенки одного цвета) без существенного изменения ее рабочих характеристик.

```
Epoch 1/5
1000/1000 [-----] - 1s 780us/step - loss: 0.2785 - accuracy: 0.9760
Epoch 2/5
1000/1000 [-----] - 1s 733us/step - loss: 0.0979 - accuracy: 0.9998
Epoch 3/5
1000/1000 [-----] - 1s 726us/step - loss: 0.0451 - accuracy: 1.0000
Epoch 4/5
1000/1000 [-----] - 1s 749us/step - loss: 0.0241 - accuracy: 1.0000
Epoch 5/5
1000/1000 [-----] - 1s 737us/step - loss: 0.0140 - accuracy: 1.0000
Evaluation
32/32 [-----] - 0s 774us/step - loss: 0.0107 - accuracy: 1.0000
```

Рисунок 2 – Вывод нейронной сети

Заключение

ИНС широко применяются при решении задач в разных отраслях, в том числе в машиностроении. В то же время многие их возможности в настоящее время изучены не полностью, а их практическое применение находится в экспериментальной стадии. ИНС не являются универсальным средством решения интеллектуальных задач, но их применение целесообразно в случаях, когда имеется значительное число однотипных примеров, отражающих скрытые взаимосвязи. В данной статье мы рассмотрели возможность применения ИНС для решения задачи оценки качества окрашивания поверхности детали для случая, когда интенсивность цвета всех точек поверхности одинакова. Перспективы данного исследования связаны с приближением задачи к реальным условиям производственного процесса, когда точки в наборе могут иметь разную допустимую интенсивность окрашивания, а их обработка может быть осложнена искажениями в цветопередаче из-за особенностей освещения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Иващенко, А.В. Технологии интеллектуального контроля производственных процессов / А. В. Иващенко, П. В. Ситников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. – Т. 20, № 6-2 (86). – С. 321-327.

2 Кузнецова, Т. И. Нейросетевое моделирование производственных процессов в машиностроительной отрасли / Т. И. Кузнецова, А. В. Булаев // Гуманитарный вестник. 2018. – № 11 (73). – С. 9.

3 Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника : Теория и практика / Ф. Уоссермен; перевод с англ. Ю. А. Зуева, В. А. Точенова; под ред. А. И. Галушкина. – Москва : Мир, 1992. – 236 с.

4 Хайкин, С. Нейронные сети: Полный курс. / С. Хайкин; перевод с англ. Н. Н. Куссуль, А. Ю. Шелестова. – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2008. – 1103 с.

УДК 621.7.08

Григорьев Павел Александрович – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Наземные транспортно-технологические средства», ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», e-mail: grigorievpavel1996@yandex.ru

Grigorev Pavel Aleksandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer of Ground Transportation and Technological Means Department, Russian University of Transport, e-mail: grigorievpavel1996@yandex.ru

Коновалов Данила Алексеевич – студент, ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», e-mail: danila_konovalov01@mail.ru

Konovalov Danila Alekseevich – student, Russian University of Transport, e-mail: danila_konovalov01@mail.ru

УЛУЧШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ 3D СКАНИРОВАНИЯ И ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

IMPROVING THE LOAD-CARRYING CAPABILITY OF STRUCTURAL ELEMENTS OF GROUND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MEANS USING 3D SCANNING AND TOPOLOGICAL OPTIMIZATION METHODS

Аннотация. В условиях цифровизации всех технологических процессов необходимо усовершенствование существующих технологий при визуальном осмотре элементов конструкций. Использование 3D сканеров для осуществления визуального контроля элементов конструкции позволит не только улучшить качество проводимых операций, но и создать цифровой образ исследуемого объекта. Применительно для конструкций наземных транспортно-технологических средств, дефектация которых в большинстве случаев осуществляется с помощью визуального контроля, данная методика позволит существенно сократить время процесса. Полученная модель объекта в дальнейшем может быть использована для создания вариантов модернизации существующего объекта, что возможно реализовать прибегая к использованию современных программных комплексов, работающих на основе методов топологической оптимизации.

Abstract. In the conditions of digitalization of all technological processes, it is necessary to improve existing technologies during visual inspection of structural elements. The use of 3D scanners for visual inspection of structural elements will not only improve the quality of operations, but also create a digital image of the object under study. As applied to the structures of ground transport and technological means, the defect of which in most cases is carried out by visual inspection, this technique will significantly reduce the pro-

cess time. The resulting model of the object can later be used to create options for the modernization of an existing object, which can be implemented by resorting to the use of modern software systems operating on the basis of topological optimization methods.

Ключевые слова: визуальный контроль, несущая способность, 3D сканер, топологическая оптимизация.

Key words: visual control, load-carrying capability, 3D scanner, topological optimization.

Введение

В настоящее время технологии 3D моделирования и создания имитационных моделей реальных объектов нашли широкое применение в различных сферах науки и техники. Использование виртуальной копии объекта позволяет с достаточно высокой точностью проводить требуемые исследования его без значительных финансовых затрат.

Сейчас визуальный и измерительный контроль при техническом диагностировании состояния деталей в процессе эксплуатации осуществляется в соответствии с нормативным документом РД 34.10.130-96 [1]. Контроль поверхности деталей осуществляется невооруженным глазом и (или) с применением оптических приборов, что не всегда обеспечивает требуемую точность процесса контроля из-за погрешностей вносимых в результаты измерений, которые определяются квалификацией специалиста, проводящего исследования.

Для элементов конструкций наземных транспортно-технологических средств осуществление визуального контроля является важной задачей при дефектации несущих элементов. Например, при оценке остаточного ресурса металлических конструкций мостовых кранов осуществляется осмотр на наличие трещин в главной балке и узлах сочленения ее с концевыми, а также оценка прогиба главных балок при расположении тележки в центре пролета на соответствие установленным нормативам [2].

На наш взгляд наиболее перспективным средством для осуществления визуального контроля поверхности деталей является использование объемного сканирования, которое в настоящее время уже нашло широкое применение в различных областях промышленности. Сущность процесса 3D сканирования заключается в создании трехмерной модели по измеряемым геометрическим параметрам исследуемого объекта. Основным преимуществом такого метода является то, что получаемая модель отражает не только размеры исследуемой модели, но и структуру исследуемого материала [3]. Для реализации данного метода используются специальная подсветка и две камеры, которые улавливают испускаемые лучи и измеряют расстояние до точек объекта с различных ракурсов, что позволяет по полученным координатам построить цифровую модель в пространстве.

На данный момент существуют два базовых метода осуществления процесса 3D сканирования: контактный, бесконтактный. Сущность первого метода заключается в использовании перемещающегося специального щупа, который при соприкосновении с поверхностью объекта позволяет сформировать образ объекта. Основным недостатком такого метода является возможность создания моделей с несложной геометрией. Для реализации создания цифровых образов деталей со сложной геометрией были разработаны бесконтактные сканеры, которые посредством использования окружающего света или различных видов лучей позволяют создать с помощью специального программного обеспечения готовую модель объекта [4].

Предлагаемая концепция

Сущность предлагаемой нами концепции заключается в возможности усовершенствования процесса оптимизации и улучшения характеристик существую-

щих конструкций. На первом этапе проводится сканирование объекта, затем прочностной расчет полученной модели конструкции в заданном режиме нагружения и на основании данных осуществление топологической оптимизации конструкции. На основании результатов оптимизационной задачи в зависимости от текущего состояния конструкции принимается решения о возможной рационализации параметров существующего объекта.

Начальным этапом является процесса сканирования объекта, который в общем виде представлен на рисунке 1.

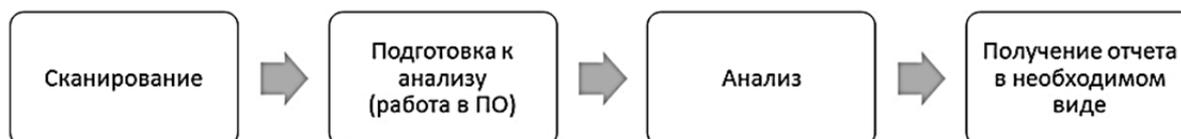


Рисунок 1 – Процесс сканирования объекта

Из всех представленных на рисунке 1 процессов первые три процесса выполняются вручную, а составление отчета выполняется с помощью специализированного ПО, таким образом, время затрачивается только на оцифровку. Наиболее значительным преимуществом использования методов 3D сканирования по сравнению со стандартными методами визуального контроля является обеспечения высокой точности снятия геометрических характеристик объекта, а также получение виртуальной модели объекта с использованием которой можно проводить различные виды исследований.

Одним из вариантов использования таких моделей является возможность прочностного расчета существующих элементов конструкций с помощью метода конечных элементов и последующая топологическая оптимизация с помощью специализированного ПО. Концепция использования такого метода приведена на рисунке 2, где на первом этапе проводится прочностной расчет полученной 3D модели детали, а затем решается оптимизационная задача на основе результатов анализа с выявлением наиболее рациональной формы конструкции в заданных условиях нагружения.

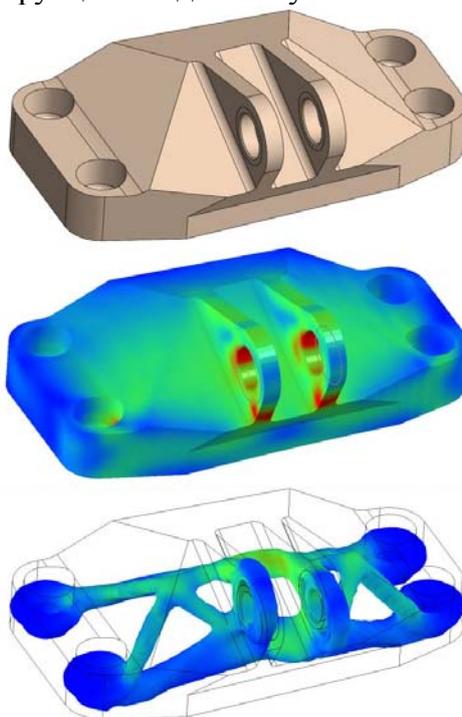


Рисунок 2 – Топологическая оптимизация конструкции детали

Общая концепция проведения модернизации конструкции с использованием метода топологической оптимизации для улучшения ее характеристик представлена на рисунке 3 [5].

Сущность процесса заключается в задании исходных нагрузок для 3D модели, полученной на этапе сканирования, с последующее топологической оптимизацией. Затем по полученной оптимизационной модели рассматриваются различные варианты модернизации нашей конструкций, которые могут осуществляется различными методами. Финальным этапом является оптимизация существующей формы с использованием различных технических средств, например, для деталей, которые подвержены значительному износу возможно применение методов наплавки, наварки усиливающих жесткостных элементов и другие.

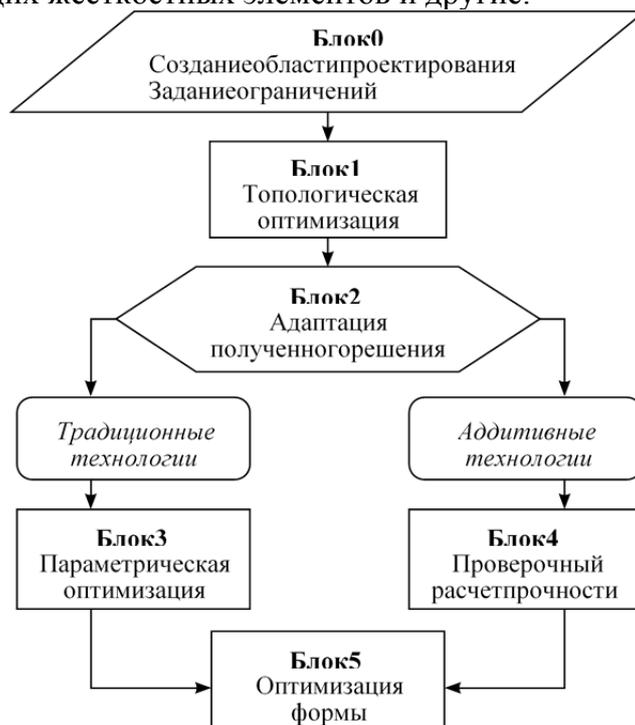


Рисунок 3 – Блок-схема процесса оптимизации конструкции

Заключение

При современной скорости научно-технического прогресса требуется использование технических средств, которые позволяют улучшить качество технологических процессов. На наш взгляд, применение методов 3D сканирования позволит существенно снизить время процесса визуального контроля элементов конструкций наземных транспортно-технологических средств для осуществления дефектации. Неоспоримым преимуществом данного метода является формирование цифровой модели объекта, которая может быть использована для дальнейшей топологической оптимизации элементов конструкции с целью улучшения их несущей способности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 РД 34.10.130-96 Инструкция по визуальному и измерительному контролю. – М.: Минтопэнерго РФ, 1996. – 52 с.
- 2 ГОСТ 33169-2014 Краны грузоподъемные. Металлические конструкции. Подтверждение несущей способности. – М.: Стандартинформ, 2015. – 55 с.
- 3 Что такое 3D-сканер и как он работает [Электронный ресурс] // © 2021 Vektorus URL: <https://vektorus.ru/blog/3d-skaner.html> (дата обращения: 25.11.2021).

4 Просолович, А.А. 3D- сканирование, 3D- моделирование, прототипирование и макетирование / А.А. Просолович // Перспективные средства организации инновационной проектной деятельности: сборник практических рекомендаций для педагогов / Министерство образования и науки Хабаровского края; Управление образования администрации города Комсомольска-на-Амуре; Муниципальное общеобразовательное учреждение «Инженерная школа города Комсомольска-на-Амуре». – Комсомольск-на-Амуре: Муниципальное общеобразовательное учреждение «Инженерная школа города Комсомольска-на-Амуре», 2020. – С. 35-67.

5 Крыжевич, Г.Б. Комплексный подход к топологической и параметрической оптимизации судовых конструкций / Г.Б. Крыжевич, А.Р. Филатов // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2020. – № 1(391). – С. 95-108. – DOI 10.24937/2542-2324-2020-1-391-95-108.

УДК 004.942

Егорова Валерия Павловна – старший преподаватель кафедры «Управления инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: Ler4ik_007_94@mail.ru

Egorova Valeria Pavlovna – Senior Lecturer of Innovation Process and Project Management Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: Ler4ik_007_94@mail.ru

Горькавый Михаил Александрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Управления инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: Mixkomsa@gmail.ru

Gorkavyu Mikhail Alexandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of of Innovation Process and Project Management Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: Mixkomsa@gmail.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

IDENTIFICATION AND SIMULATION OF ROBOTIC MANUFACTURING PROCESSES

Аннотация. В работе отражена концепция оптимизация роботизированного процесса. Отмечена перспективность применения создания цифрового двойника. Сделаны выводы о наличии высокого потенциала эффективности, при разработке интеллектуального вывода использующего нейро-нечеткие гибридные системы.

Abstract. The work reflects the concept of optimization of a robotic process. The prospects of using the creation of a digital twin are noted. Conclusions are made about the presence of a high potential for efficiency in the development of intelligent inference using neuro-fuzzy hybrid systems.

Ключевые слова: роботизированное производство, цифровой двойник, управление, интеллектуальный алгоритм, идентификация, нейро-нечеткие системы, оптимизация.

Key words: robotic production, digital twin, control, intelligent algorithm, identification, neuro-fuzzy systems, optimization.

Для инновационных технологических процессов высокотехнологичных производств характерен штучный или мелкосерийный выпуск продукции. В механообработывающих и сварочных производствах, задействованных в отладке выпуска пер-

вых партий продукции, преимущественно обладают универсальные механизмы такие, как промышленные роботы, способные реализовывать сложные пространственные траектории перемещения, свойственные процессам обработки изделий сложной конфигурации.

В связи с развитием высокотехнологичных промышленных предприятий и автоматизацией технологического процесса спрос на покупку роботоманипуляторов с каждым годом возрастает. Тенденция роста представлена на рисунке 1 [6].

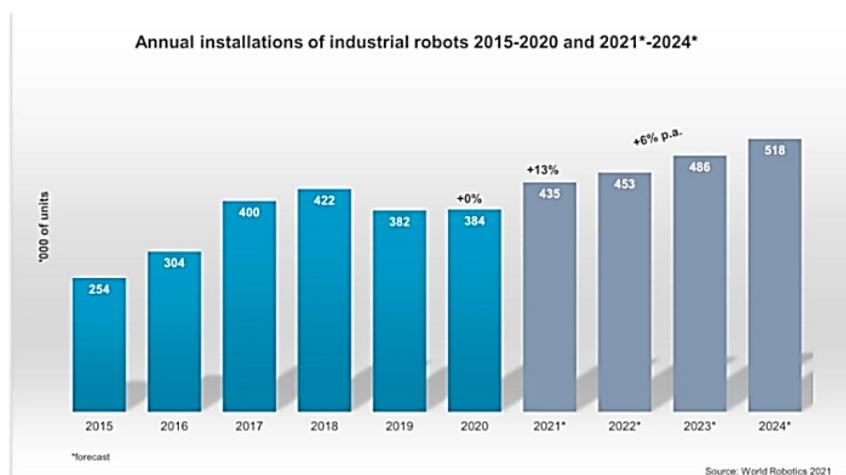


Рисунок 1 – График продажи промышленных роботов World Robotics 2021 в мире

Высокие темпы наращивания роботизированных производственных мощностей и необходимость частой переналадки технологических процессов влечет за собой частичную или полную потерю контроля над вопросами их оптимизации и сокращения ресурсоемкости продукции.

Таким образом, перспективным направлением проведения научных исследований является поиск путей оптимизации роботизированных процессов, для которых характерны частые смены технологических режимов, операций, требований и технологий [3]. Значительная величина потенциала ресурсосбережения в случае нахождения конструктивных решений определяет возможности снижения энергоемкости продукции, повышения ее качества, повышения быстродействия процессов, в условиях снижения величины управленческого ресурса.

Одной из серьезных проблем управления представленными процессами является нарушение принципа устойчивого и оптимального управления, зачастую, управленческие решения принимаются эмпирически, не подтверждены объективными данными и не согласованы с конкретными условиями рассматриваемого процесса. Частично, это объясняется отсутствием адекватных и полных моделей быстроменяющихся производственных процессов, в связи с использованием неэффективных в полной мере методов и технологии идентификации, технологических и производственных процессов. Вторым немаловажным условием может быть низкая эффективность взаимодействия между собой уровней управления в частности АСУПП и АСУТП (рисунок 2).

Эффективности и целесообразности применения классической схемы управления в детерминированных технологических процессах не вызывает сомнений. Применение же ее в условиях нестабильности значений достаточно большого числа параметров и, что хуже, в условиях возможных изменений структуры самого объекта управления (производственного или технологического процесса) может значительно снизить вышеупомянутые показатели качества, оптимальности и быстродей-

ствия реализации решений. Это вызвано серьезным рассогласованием между текущим состоянием объекта (процесса) и его представлении внутри блока управления. Отсутствие механизмов оперативной коррекции алгоритмов и критериев управления вместе с низкой производительностью управленческих процессов, закрепленных за сотрудниками (внутри человеко-машинной составляющей блока управления) не обеспечивают формирования в полной мере адекватного закона управления, что вызывает перерасход информационных, энергетических, материальных и управленческих ресурсов. Наличие в системе большого объема неоцифрованных данных снижает пропускную способность каналов управления и обратной связи, что также замедляет быстрое действие системы.

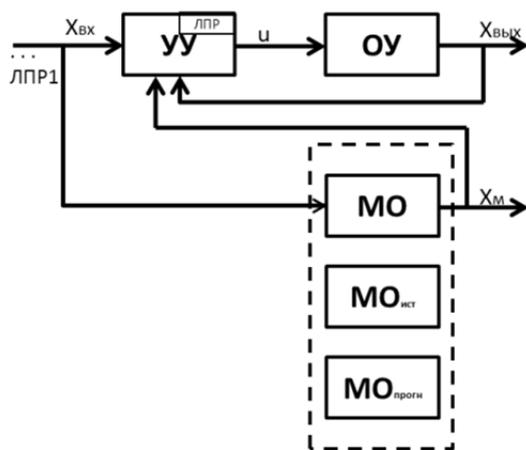


Рисунок 2 – Структурная схема управления производственным процессом

В работе предлагается (рисунок 2) для повышения эффективности управления роботизированными процессами с переменной структурой и параметрами использовать концепцию управления на базе «модель-эталон» [7]. Для ее реализации целесообразно использовать подходы технологий Digital Twin [2]. Модель может быть синтезирована на базе глубокой идентификации концепции производственного процесса и детальной декомпозиции его элементов. Основным предназначением модели является обеспечение блока управления параметрами текущего, прошлого и прогнозируемого состояния ключевым производственным параметрам и их взаимосвязей. При этом должны быть предусмотрены механизмы оперативной коррекции модели в случаях изменения состояния объекта, изменения системы критериев качества процесса, структуры процессов или технологии производства [4, 5].

Анализ состояние цифрового двойника обеспечивается интеллектуальными алгоритмами синтеза управленческих решений (в автоматизированном режиме или в режиме поддержки принятия решения), расширяющих блок управления представленной структуры. При помощи упомянутых алгоритмов производится имитационное моделирование роботизированного процесса и находится оптимальное состояние его параметров и формируется оптимальный закон управления.

Для создания модели цифрового двойника необходим алгоритм идентификации производственного процесса – технология, позволяющая в максимально редуцированной имитационной модели отразить максимально возможное количество ключевых структур, зависимостей и причинно-следственных связей. Идентификация процесса должна быть направлена на выявление структурных взаимосвязей, их параметризацию, декомпозицию подпроцессов, временных интервалов жизненного цикла продукции и процесса, а также формирование гибких систем критериев качества.

Перспективным и эффективным инструментом интеграции полученных в ходе идентификации знаний может выступать объектно-ориентированный подход [2].

Наделение интеллектуальных агентов модели свойствами интеллектуальности и обеспечения адекватной «внешней среды» их существования, позволяет выявить в ходе имитационного моделирования синергетические взаимосвязи и скрытые закономерности. Для интеллектуального вывода целесообразно использовать нейронечеткие гибридные системы [8], позволяющие формировать решения с достаточной степенью достоверности в условиях неопределенности. Для решения вышеуказанных проблем, предложена технология, создания имитационной модели, позволяющей адекватно и оптимально оценивать процесс идентификации, анализа и принятия решения в роботизированном производственном процессе. Таким образом, предложенное решение в создание Digital Twin в роботизированном производственном процессе позволит повысить эффективность за счет:

- 1) уменьшения процента брака;
- 2) ресурсосбережения;
- 3) обеспечения высокой эффективности взаимодействия между собой уровней управления;
- 4) внедрения интеллектуальной системы управления роботизированным комплексом.

Исследование выполнено в рамках научного проекта, финансируемого за счет средств ФГБОУ ВО КНАГУ № ВН002/2020 «Разработка методов повышения энергетической эффективности роботизированных технологических процессов».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Angerer, A., Hoffmann, A., Schierl, A., Vistein, M., Reif, W. (2013) «Robotics API: object-oriented software development for industrial robots», Journal of Software Engineering for Robotics, Vol. 4(1), pp.1-22/
- 2 Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Beklaryan G.L., Akopov A.S. (2021) «Digital plant: methods of discrete-event modeling and optimization of production characteristics», Business Informatics , vol. 15, no 2, pp. 7–20. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.2.7.20
- 3 Wenjun Xu, Hang Du, Jiayi Liu, Bitao Yao, Zude Zhou, Duc Truong Pham (2018) “Energy-Efficient Multi-Level Collaborative Optimization for Robotic Manufacturing Systems”, 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, V. 72, P. 316-321.
- 4 Зайченко, И.В., Особенности применения баз данных и систем управления базами данных в системах управления микроклиматом / Зайченко И.В., Соколова В.С. // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению, 2021. С. 207-211.
- 5 Зайченко, И.В., Параметрическая идентификация и математическое моделирование системы управления микроклиматом предприятия / Зайченко И.В., Соколова В.С., Гордин С.А., Бажеряну В.В. // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 3. С. 59-62.
- 6 Отчет World Robotics 2021: [сайт]. URL: <https://ifr.org/> (дата обращения: 20.11.2021)
- 7 Gorkavyu M.A., Egorova V.P., Efimov A.Y. (2021) «Process Automation for Robot-Based Manufacturing Components of Prospective Aviation Complexes», Lecture notes in networks and systems, vol. 200, pp. 187-195.
- 8 Болдырев, В.В. Анализ эффективности алгоритмов нечеткого вывода sugeno и mamdani в задачах оптимизации автоматизированных систем слежения / Болдырев В.В. // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению, 2021. С. 164-167.

УДК 004.896

Егорова Валерия Павловна – старший преподаватель кафедры «Управления инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: Ler4ik_007_94@mail.ru

Egorova Valeria Pavlovna – Senior Lecturer of Innovation Process and Project Management Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: Ler4ik_007_94@mail.ru

Горькавый Михаил Александрович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Управления инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: Mixkomsa@gmail.ru

Gorkavyu Mikhail Alexandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Innovation Process and Project Management Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: Mixkomsa@gmail.ru

РАЗРАБОТКА ОТДЕЛЬНОГО КЛАССА В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ РОБОТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

ROBOTIC PROCESS OBJECT-ORIENTED MODEL SEPARATE CLASS DEVELOPMENT

Аннотация. В работе отражена проблема недостаточной эффективности управляющих решений в роботизированном процессе. В качестве одного из возможных решений обозначен путь синтеза имитационных моделей повышенной степени адекватности. Отмечена перспективность применения объектно-ориентированного подхода разработки модели. Представлены отдельные элементы ее структуры, на примере класса «роботизированная оснастка».

Abstract. The paper reflects the problem of insufficient efficiency of control decisions in a robotic process. As one of the possible solutions, a way of synthesizing simulation models of an increased degree of adequacy is indicated. The prospects of using the object-oriented approach to model development are noted. The individual elements of its structure are presented, using the example of the class «robot end effector».

Ключевые слова: диаграмма классов, цифровой двойник, роботизированный производственный процесс, идентификация, моделирование, управление.

Key words: class diagram, digital twin, robotic process, identification, modeling, control.

В настоящее время решения в высокотехнологичных роботизированных производственных процессах не всегда принимаются эффективно и оптимально [4, 5]. Это обусловлено, в том числе низкой эффективностью взаимодействия между собой уровней управления АСУПП и АСУТП, а в особенных случаях, наблюдается отсутствие обратной связи [2]. Для повышения эффективности управленческих решений целесообразно разрабатывать систему принятия решений в роботизированном производственном процессе, которая позволяла бы улучшить качество канала связи между участниками производственного процесса, а также производить своевременный и качественный анализ состояния процесса [3, 8, 9]. Для получения аналитических и прогнозных данных различных ситуаций необходима адекватная модель производства, которая может быть построена на базе технологии Digital Twin [6, 7].

Для создания модели цифрового двойника и формирования улучшений функционирования производственного процесса необходимо идентифицировать и выявить ключевые особенности роботизированного производственного процесса. В работе предлагаются элементы цифровизации производственного процесса инструментами объектно-ориентированного подхода. Среди ключевых классов модели ро-

ботизированного процесса целесообразно выделить: классы отражающей специфику высокотехнологичного оборудования (например, роботы), персонала, вспомогательного оборудования и оснастки. В целях демонстрации структуры класса на рисунке 1 представлена диаграмма.

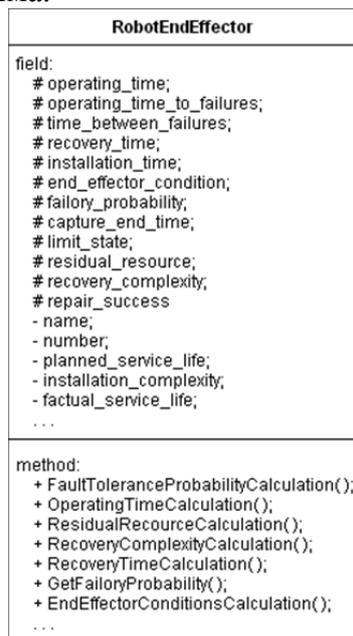


Рисунок 1 - Диаграмма класса «RobotEndEffector»

Диаграмма показывает поля и методы класса «RobotEndEffector» («Роботизированная оснастка») [1]. Краткая характеристика ключевых полей и методов класса представлена в таблице 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Характеристика полей класса «RobotEndEffector»

Имя поля	Спецификатор/тип	Краткая характеристика
end_effector_condition	Protected/struct	«Состояние» - позволяет оценить картину рабочего состояния оснастки
operating_time	Protected/float	«Наработка» - продолжительность работы объекта
failory_probability	Protected/int	«Вероятность отказа» - количественная оценка события
limit_state	Protected/bool	«Предельное состояние» - состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация невозможна
difficulty_recovery	Protected/float	«Сложность восстановления» - процесс перехода объекта из неработающего состояния в работающее

В таблице 1 представлены характеристики пяти ключевых классов, описание остальных полей формируется по аналогии.

Таблица 2 – Характеристика методов класса «RobotEndEffector»

Имя метода	Краткая характеристика
CalculationEndEffector ()	Метод определения индикатора состояния
GetFailoryProbability ()	Метод расчета вероятности отказа
RecoveryTimeColculation ()	Метод расчета времени i-го восстановления
RecoveryComplexityCalculation ()	Метод расчета сложности i-го восстановления
ResidualReourceCalculation()	Метод расчета остаточного ресурса
OperatingTimeCalculation ()	Метод расчета наработки
FaultToleranceProbabilityCalculation()	Метод расчета отказоустойчивости

Методы разрабатываемых классов должны обеспечить реализацию внутренней логики экземпляра класса, а также его взаимодействия (коммуникация) с дру-

гими экземплярами существующих в модели классов и внешней средой. В таблице 2 отражены только методы внутренней логики.

Объектно-ориентированная модель роботизированного-производственного процесса, базирующаяся на представлении классов, отражающих специфику декомпозиции производственного процесса, обладая повышенной степенью адекватности, позволит в процессе оптимизации получить более эффективные управленческие решения. Предложенная структура класса «RobotEndEffector» может быть экстраполирована при разработке остальных необходимых классов объектно-ориентированных моделей таких как: «Robot», «Staff», «TechnologicalProcess» и другие.

Исследование выполнено в рамках научного проекта, финансируемого за счет средств ФГБОУ ВО КнАГУ № ВН002/2020 «Разработка методов повышения энергетической эффективности роботизированных технологических процессов».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя [Электронный ресурс] / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. - 2-е изд.: Пер. с англ. Н. Мухин. - Москва : ДМК Пресс, 2008. - 496 с.

2 Горькавый, М.А., Горькавый, А. И., Гудим, А. С., Мельниченко М. А., Егорова, В. П. (2021), Внедрение интеллектуальных роботизированных систем в производственные процессы судостроительного предприятия, Морские интеллектуальные технологии, Т.2, №2(52), с. 97-104. DOI: 10.37220/MIT.2021.52.2.058

3 Мельниченко, М. А., Особенности формирования автоматизированного технологического процесса и управляющих программ для робототехнического комплекса механической обработки / Мельниченко М. А. // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции.2021, с. 227-231. DOI: 10.17084/978-5-7765-1468-5_2021_227

4 D'Souza, F., Costa, J. and Pires, J.N. (2020), CDevelopment of a solution for adding a collaborative robot to an industrial AGV», Industrial Robot, Vol. 47 No. 5, pp. 723-735. <https://doi.org/10.1108/IR-01-2020-0004>

5 Angerer, A., Hoffmann, A., Schierl, A., Vistein, M., Reif, W. (2013) «Robotics API: object-oriented software development for industrial robots», Journal of Software Engineering for Robotics, Vol. 4(1), pp.1-22/

6 Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Beklaryan G.L., Akopov A.S. (2021) «Digital plant: methods of discrete-event modeling and optimization of production characteristics», Business Informatics , vol. 15, no 2, pp. 7–20. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.2.7.20

7 Bat'kovskii, A.M. (2019) «The development of operational management of production processes in the military-industrial complex», National Interests: Priorities and Security, vol. 15, iss. 2, pp. 328–342.

8 Шанин, Д.О. Разработка структуры роботизированного комплекса, функционирующего в динамически изменяющейся среде/ Шанин Д.О., Сухоруков С.И. // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции.2021, с. 90-94.

9 Зайченко, И.В., Математическое моделирование и управление процессом повышения эффективности человеко-машинных систем с помощью комплексного критерия оценки эргономичности / Зайченко И.В., Гордин С.А., Егорова Ю.Г. // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2020, Т.1, №1(41), с.45-50.

УДК 532.5:66.063.8

Коробчук Максим Васильевич – канд. техн. наук, преподаватель кафедры механики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», e-mail: korobchuk_max@mail.ru

Korobchuk Maksim Vasilyevich – Candidate of Engineering Sciences, Teacher of Mechanics Department, Saint-Petersburg State Institute of Technology, e-mail: korobchuk_max@mail.ru

Веригин Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки России, заведующий кафедрой «Мехатронные технологические комплексы», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», e-mail: averigin@bk.ru.

Verigin Aleksandr Nikolaevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Honored Worker of Science of Russia, Head of Mechatronic technological complexes Department, Saint-Petersburg State Institute of Technology, e-mail: averigin@bk.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В ВИБРАЦИОННЫХ АППАРАТАХ

EXPERIMENTAL METHODS FOR STUDYING MIXING IN VIBRATION APPARATUS

Аннотация. В статье рассмотрены методы исследования гидродинамических режимов аппаратов перемешивания. Приводится информация об их достоинствах и недостатках.

Abstract. The article discusses methods for studying the hydrodynamic regimes of mixing apparatus. Information on their advantages and disadvantages is provided.

Ключевые слова: интенсивность, эффективность, перемешивание.

Key words: intensity, efficiency, mixing.

Введение

Задачи исследования интенсивности и эффективности работы той или иной конструкции аппарата с механическим перемешивающим устройством являются одними из ключевых. Именно оптимальным соотношением между ними, свойствами среды и достижимым качеством реализации процесса обеспечивается эксплуатационная уникальность каждого из существующих в настоящее время способов перемешивания жидких сред [1-3].

В аппаратах с перемешивающими устройствами могут быть реализованы самые разнообразные процессы: перемешивание, эмульгирование, обработка коллоидных растворов, экстракция, тепло- и массообмен и т.д. Качество протекания каждого из указанных процессов определяется соответствием созданной в объеме аппарата гидродинамической обстановки. Необходимость проверки адекватности моделей, используемых для описания поведения обрабатываемых сред присутствует и на этапе предпроектных исследований, и на этапах проектирования и изготовления оборудования. Следует учитывать, что в большинстве случаев использование применяемых в производственном процессе веществ оказывается затруднительным, а в некоторых случаях и вовсе невозможно (в силу, например, их токсичности или опасности). Таким образом перед разработчиком встает вопрос не только выбора адекватных модельных сред, но и методов оценки качества реализации того или иного режима работы аппарата.

К настоящему времени для аппаратов с механическим перемешивающими устройствами, мешалка которых совершает вращательное движение накоплен

большой исследовательский и производственный опыт, позволяющий с высокой долей вероятности получить заложенный на этапе проектирования результат без проведения каких-либо дополнительных экспериментов. Этого, однако, нельзя сказать об аппаратах с вибрационными перемешивающими устройствами, гидродинамические режимы работы которых все так же мало изучены. Кроме того, для аппаратов подобного рода отсутствуют не только методики их проектирования, но и рекомендации по настройке или выбору режимов работы. Фактически, при проектировании вибрационных перемешивающих устройств конструктор до сих пор вынужден полагаться лишь на скудные данные технической литературы и результаты лабораторных исследований.

На этапе проектирования (для лабораторных образцов), а в дальнейшем и при запуске оборудования (подбор оптимальных режимов работы) для анализа интенсивности и эффективности вибрационного перемешивания гетерогенных сред могут использоваться как качественные, так и количественные методы оценки.

Как правило, качественные методы оценки используются с целью определить, какой из количественных методов оценки в дальнейшем окажется наиболее целесообразным с точки зрения его применения. К достоинствам качественных методов следует отнести принципиальную возможность добиться визуализации течения потока обрабатываемой среды и выявить, например, области с недостаточно интенсивным движением жидкости или области разделения потоков. Одним из основных, получивших распространение качественных методов оценки реализуемого гидродинамического режима является способ визуализации с помощью взвешенных в воде мелких частиц (например, пластика).

Методы количественной оценки процесса перемешивания при меньшей наглядности, тем не менее, позволяют получить более точные, с точки зрения практической значимости, результаты. Выбор количественного метода оценки во многом зависит от свойств используемых для имитации сред, а именно от вязкости, плотности, прозрачность и т.д.

Ниже, с указанием достоинств и недостатков для каждого, перечислены методы исследования, которые различные авторы использовали в своих работах.

1. В основе **колориметрических методов** лежит принцип изменения количества лучистой энергии в результате взаимодействия ее с определяемым веществом. По скорости обесцвечивания красителя после добавления химического вещества, ответственного за его удаление, оценивают время, необходимое для проведения процесса в основной массе среды. Обычно это делается либо с помощью индикатора рН, такого как бромфеноловый синий или фенолфталеин, либо с тиосульфатом натрия и йодом в присутствии крахмала [4,5].

Достоинства: простота реализации и доступность средств проведения исследования делают этот метод незаменимым на начальных этапах выполнения исследовательских работ.

Недостатки: применение метода ограничивается требованием проведения испытаний в сосуде, обладающем достаточной для выполнения визуального контроля прозрачностью.

2. В основу **Шлирен-методов** использующихся при исследованиях явлений растворения, перемешивания и т.д. положен принцип преломления пучка света при прохождении через прозрачную среду. Эффект преломления в жидкости используется для измерения времени смешения, когда происходит объединение двух жидкостей с разными показателями преломления. При этом обе жидкости должны быть прозрачными, чтобы после полного смешивания среда превращалась из мутной в прозрачную [6].

К *достоинствам* методов относятся бесконтактность и, как следствие, отсутствие влияния на исследуемое поле плотности (температуру, концентрацию), а также, высокая чувствительность, точность и практически полное отсутствие инерционных погрешностей.

К *недостатку* относится требования оптической прозрачности не только исследуемых сред, но и емкости, которая так же должна обладать высокими оптическими свойствами.

3. Способ изучения интенсивности перемешивания путем построения и изучения поля температур *с помощью термопар* заключается в том, что при выполнении исследования регистрируют время и изменение температуры жидкости после того, как в объем аппарата введена аналогичная горячая жидкость.

К *достоинствам* метода относятся относительная простота реализации, оперативность, и отсутствие необходимости дополнительной обработки полученных данных. Современные средства измерения температуры позволяют мгновенно выводить на экран данные о результатах эксперимента.

К *недостаткам* данного метода следует отнести необходимость термостатирования оборудования и находящейся в нем среды, что оказывается затруднительным при работе с аппаратами большой емкости. Кроме того, необходимо учитывать, что свойства некоторых жидкостей достаточно сильно зависят от температуры и соответственно, могут оказывать влияние на результаты эксперимента.

4. Метод количественной оценки с помощью *кондуктометра*, в силу относительной дешевизны, простоты в использовании и точности получил наибольшее распространение в лабораторной практике проведения исследований. Метод позволяет быстро получить результаты и подходит для анализа интенсивных режимов перемешивания [7].

Достоинства: те же, что и у метода 3.

Недостатки: сопротивление растворов электролитов зависит от температуры, поэтому все замеры должны выполняться при одной и той же температуре. Применение метода оказывается нецелесообразным при проведении экспериментов продолжительных по времени или характеризующихся малой интенсивностью из-за объективных затруднений сопоставления результатов, полученных в разных условиях.

5. *Лазерная доплеровская анемометрия (LDA), фазовая доплеровская анемометрия (PDA) или анемометрия с горячей проволокой (HWA)* относятся к неинтрузивным методам и используются для оценки скорости потока жидкости, а не времени, необходимого на перемешивания до требуемой степени перемешивания.

К *достоинствам* метода относятся высокая точность и качество измерений.

Недостатками метода являются высокая стоимость применяемого оборудования и требований по высокой степени прозрачности сосуда. Кроме того, с помощью этого метода определяется только скорость в определённой точке, а не оценивается общая картина реализуемого гидродинамического режима.

6. *Велосиметрия изображения частиц (PIV)* представляет собой оптический метод визуализации течений и позволяет получать двумерных или даже трехмерных векторные поля. С помощью этого метода возможно изучение как скорости и направления (поля скоростей) исследуемого потока, так и времени перемешивания.

Достоинства: по сравнению с вышеописанными методами являются более объективными и является мощным инструментом исследования.

К *недостаткам* относится высокая стоимость оборудования (лазер, фотодетекторы, камеры с высоким разрешением и т.д.) и необходимость проведения кропотливой постобработки, которая может отнимать слишком много времени.

Заключение

В представленном материале приведены основные, использующиеся при постановке активных экспериментов, методы изучения гидродинамических режимов течения и оценки времени перемешивания. Каждый из методов характеризуется своими особенностями и выбор конкретного зависит от целей исследования. Следует отметить, что на основании результатов изучения литературы, наибольшее распространение у исследователей получили методы 1 и 4, как наиболее простые и не требующие специальной подготовки персонала или дорогостоящего оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Kresta S.M. Advances in industrial mixing / S.M. Kresta, A.W. Etchells, D.S. Dickey, V.A. Atiemo-Obeng. North American Mixing Forum. John Wiley & Sons Inc. - 2016. -P. 1034

2 Nienow A.W. Mixing in the Process Industries / A.W. Nienow, M.F. Edwards, N. Harnby, M.F. Edwards, A.W. Nienow. Butterworth-Heinemann. - 1997. - P. 429

3 Барабаш, В.М. Теория и практика перемешивания в жидких средах / В.М. Барабаш. М.: НИИТЭХИМ. - 1990. - С. 15

4 Булатов, М.И. Практическое руководство по колориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М.И. Булатов, И.П. Калинин. Издательство «Химия». - Москва. - 1965. - 224 с.

5 Бегачев, В.И. Об интенсивности и эффективности перемешивания легкоподвижных сред / В.И. Бегачев, Л.Н. Брагинский, И.С. Павлушенко. Гидродинамические и тепломассообменные процессы в химической аппаратуре. Издательство «Машиностроение». - Ленинград. - 1967. - С. 66-77

6 Григорьева, А.Н. К выбору типа и частоты вращения мешалки для эффективного перемешивания флокулянтов в воде / А.Н. Григорьева, Р.Ш. Абиев // Вода и экология: проблемы и решения. – 2020. – № 2(82). – С. 27-36.

7 Михалев М.Ф. Руководство к лабораторному практикуму по курсу «Машины и аппараты химических производств» / М.Ф. Михалев, И.А. Щупляк, М.В. Александров, А.Н. Веригин, Н.А. Незамаев, Е.М. Евдокимов. ЦНИИТИ. - 1984. - 176 с.

УДК 001.895

Крупский Роман Фаддеевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: npo@knaaz.org

Krupskiy Roman Faddeevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Management of Innovative Process and Projects Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: npo@knaaz.org

Балагурова Анастасия Евгеньевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: balagurova_2000@mail.ru

Balagurova Anastasiya Evgenevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: balagurova_2000@mail.ru

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АВИАЦИОННУЮ ТЕХНИКУ RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR APPLYING SPECIAL COATINGS TO AVIATION EQUIPMENT

Аннотация. В статье рассмотрен процесс нанесения специального покрытия на авиационную технику, его особенности и проблемы. Предложены пути решения данной проблемы с обозначением плюсов и минусов использования каждого метода.

Abstract. The article discusses the process of applying a special coating on aviation equipment, its features and problems. Ways of solving this problem are proposed, with the designation of the pros and cons of using each method.

Ключевые слова: производственный процесс, эффективность деятельности, производственная инновация, модернизация, качество продукта.

Key words: production process, performance efficiency, production innovation, modernization, product quality.

В настоящее время актуальными являются технологии снижения заметности для маскировки средств вооружения и военной техники от обнаружения радиолокационными средствами противника. Одним из таких средств является специальное радиопоглощающее покрытие. При взаимодействии электромагнитного излучения со специальным покрытием происходят одновременные процессы поглощения, рассеяния (вследствие структурной и геометрической неоднородности материала) и интерференции радиоволн.

Эффективность использования специального покрытия обусловлена его особым составом, включающим ферромагнитные частицы, обладающие большим магнитным потенциалом и каучуковую основу, обеспечивающей удобство нанесения материала. Важным является и то, что для высокой эффективности специальное покрытие должно быть нанесено четко определенной толщины и равномерно. Нанесение радиопоглощающего покрытия на авиационную технику осуществляется путем воздушного напыления с использованием краскораспылителя под действием давления и температуры.

Процесс покраски с использованием краскораспылителя обладает несколькими особенностями работы. Распыление должно производиться прямыми равномерными движениями поперек окрашиваемой поверхности на расстоянии 15-20 см от поверхности для того, чтобы покрытие было качественным. Если распыление производится слишком близко, это приводит к большему распылению специального покрытия, подтекам и большему образованию тумана. В случае, когда распыление производится слишком далеко, частицы специального покрытия успевают засохнуть до момента попадания на поверхность, что приводит к снижению качества покрытия. Особенность работы воздушно краскораспылителя состоит в том, что распыляемое вещество, вылетая из сопла воздушно краскораспылителя, далеко не всё долетает до окрашиваемой поверхности, так как сталкивается с частицами воздуха и образует красочный туман.

Опыт работы по нанесению покрытий показал, что при воздушном напылении специального радиопоглощающего покрытия процент переноса распыляемого вещества на окрашиваемую поверхность составляет всего 30-40 %, а для краевых элементов таких как: задние и передние кромки, створки, лючки и того меньше. Поскольку стоимость специального покрытия выше стоимости и толщин лакокрасочного покрытия, то и стоимость суммарных потерь при нанесении специального покрытия на каждом объекте существенно выше.

Для решения данной проблемы необходимо разработать технологию позволяющую увеличить количество переноса специального покрытия на окрашиваемую поверхность тем самым уменьшить количество жидких отходов, а значит, снизит стоимость суммарных потерь. Достичь желаемого результата можно изменив существующую технологию и/или способ нанесения специального покрытия. Проанализируем несколько вариантов возможного решения, насколько они эффективны для решения имеющейся проблемы и какие преимущества использования они могут предоставить.

Конечно, специальное покрытие можно наносить методом обычной покраски посредством кисти, но в таком случае сильно пострадает качество работы, поскольку текстура кисти не позволяет наносить покрытие достаточной равномерности. А значит, такой метод не может быть применим в данном случае.

В поисках решения можно прибегнуть к уменьшению давления распыления вещества – распылять при сверхнизком давлении. Такой метод позволяет получать капли материала с более узким распределением по размерам, что способствует уменьшению тумана, снижает потери материала и загрязнение около деталей. Однако этот метод не является удобным и безопасным: при перерыве в работе работающая турбина перегревает воздух, идущий на распыление, что ведет к образованию «запыла». Данным методом можно наносить специальное покрытие, рассмотренная технология может составить конкуренцию воздушному напылению только при использовании в полевых условиях.

Рассмотри вариант покраски безвоздушным методом напыления. Диспергирование потока специального покрытия, достигаемое за счёт резкого падения давления при выходе из сопла специальной формы с 200...250 атм до атмосферного давления приводит к отсутствию тумана и дает покрытие высокого качества. Однако возникает невозможность работы с малым расходом и нанесением специального покрытия переменной толщины, высокие требования к дисперсности наполнителя, чистоте напыляемого вещества и седиментационной устойчивости. Оборудование требует длительного обслуживания в перерывах между работой.

В качестве решения может быть предложена технология напыления при котором создается эффект притяжения ферромагнитных частиц в составе специального покрытия к окрашиваемой поверхности. Такой эффект может быть достигнут при возникновении электростатического поля между красконапылителем и поверхностью. Однако данным методом не удастся нанести равнотолщинное покрытие на острые участки и перегибы. К тому же используемое оборудование требует особой внимательности и осторожности в обращении во время работы, высокой квалификации работника. Положительным показателем работы является высокий коэффициент переноса специального покрытия на окрашиваемую поверхность, полное отсутствие тумана и высокое качество покрытия.

Однозначно необходимо производить усовершенствование имеющегося процесса покраски, решая возникнувшие проблемы. Работы по этой задаче еще продолжаются, более подробно изучается каждый метод, позволяющий более экономично и качественно осуществлять процесс нанесения специального покрытия, и ищутся новые, уточняются результаты и выводы исследований.

Вторым этапом модернизации процесса нанесения спецпокрытия на авиационную технику станет роботизация. Передача краскопульты из рук человека роботу значительно повлияет на ход и результат всего процесса, что выразится в финансовом значении. Применение робота позволит добиться высокого качества получаемого покрытия, поскольку все движения робота стабильны, он не испытывает усталости и не нуждается в «нарабатывании» квалификации, что является проблемным в отношении людей, поскольку имеется постоянная текучка кадров. Каждый новопришедший на эту должность должен наработать опыт для оптимального выполнения работы и достижения требуемого качества. К тому же применение роботов позволит избежать фактора влияния химических веществ на здоровье работника, что также выражается для предприятия в финансовом виде.

В результате ожидается уменьшение количества жидких отходов за счет увеличения процента переноса вещества, улучшение качества покрытия, уменьшение трудо-затратности процесса покраски за счет использования новой технологии, повышение производительности труда и финансовая выгода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 «Радиопоглощающие материалы и покрытия – материалы Википедия» - ин-тернет ресурс: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

2 «Покраска краскопультom» - интернет ресурс: <https://www.technology-pro.ru/pokraska-kraskopultom>.

УДК 331.103

Куделько Анатолий Романович – канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры «Управление инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kuipp-kar@knastu.ru

Kudelko Anatoliy Romanovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Professor of Innovation Process and Project Management Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kuipp-kar@knastu.ru

Финогеев Марк Александрович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: markfinogeev@mail.ru

Finogeev Mark Alexandrovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: markfinogeev@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРОЙ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

USE OF MODERN TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES IN THE MANAGEMENT OF THE ORGANIZATIONAL CULTURE OF THE BUSINESS ENTITY

Аннотация. В статье рассматривается система управления организационной культурой, этапы формирования, поддержки и развития. Приведены примеры методов и информационные инструменты их реализации в российской практике управления персоналом. Выделены элементы внутренней и внешней информационной среды, влияющей на организационную культуру хозяйствующего субъекта.

Abstract. The article examines the organizational culture management system, the stages of formation, support and development. Examples of methods and information tools for their implementation in the Russian practice of personnel management are given. The elements of the internal and external informational environment, influencing the organizational culture of an economic entity, are highlighted.

Ключевые слова: организационная культура, управление, информационная среда.

Key words: organizational culture, management, information environment.

Вопросы управления организационной культурой приобретают сегодня особую актуальность и значимость, поскольку она не только отличает одну организацию от другой, но и предопределяет успех функционирования компании в долгосрочной перспективе.

Управление культурой подразумевает собой ее:

- формирование;

- поддержание;

- и на сегодняшний день можно выделить процесс развития.

Схема управления организационной культурой представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема управления организационной культурой

Базовый фундамент для функционирования организационной культуры закладывается на этапе становления компании, основатель провозглашает главную миссию, ценности, принципы построения будущего хозяйствующего субъекта. Дополняющими и/или параллельными траекториями формирования организационной культуры выделяют:

- сознательное создание культуры непосредственно менеджерами организации и/или с помощью привлеченных специалистов (консалтинговые, имиджмейкерские фирмы);
- становление принципов общения и компонентов культуры, удовлетворяющих персонал в ходе осуществления деятельности, то есть накопления опыта и стабилизация коммуникативной системы в коллективе[1].

Поддержание организационной культуры осуществляется с помощью ее регулирования и разработки инструментов управления и контроля. В данном случае, современные компании используют технологические и информационные возможности. Методы управления персоналом в подавляющем большинстве случаев разрабатываются на основе данных о сотрудниках, собранных посредством автоматизированных систем. В России, распространённой в качестве информационного продукта такого класса, можно выделить программу «1С:Зарплаты и управления персоналом».

Для реализации механизмов мотивирования персонал, развитые организации автоматизируют собственные методы и наработки. В основном это различные игровые интернет-платформы. Руководители отделов регистрируют свои команды и на основе показателей роста результативности деятельности отдела повышают свой рейтинг в системе и за это получают преференции со стороны компании [4].

Адаптация и обучение наиболее развитые сферы среди остальных. На сегодняшний день существует огромное количество образовательных инструментов в информационном пространстве, различные онлайн-школы, дистанционные образовательные курсы. Стоит отметить, что крупные компании, корпорации формируют собственные виртуальные корпоративные университеты. Наиболее продвинутыми инструментами обучения выделим: «Виртуальная академия ПАО Мобильные Теле-

Системы», «Комплексная система профессионального обучения для массовых должностей «Розничный бизнес» ПАО Сбербанк». Данные механизмы обеспечивают устойчивое развитие компетенций персонала различных уровней и увеличивают скорость адаптации новых сотрудников [2].

Для управления результатами и развития членов компании, в рамках организационной культуры, используют онлайн-инструменты оценки персонала. Данная оценка производится за счет автоматического сбора данных по каждому сотруднику. В ходе анализа истории оценок можно проследить динамику развития каждого специалиста. В качестве критериев оценки используют такие качественные и количественные методы как: матричный метод, метод «360 градусов», ранговый и бальный методы. Отделы управления персоналом крупных компаний без автоматизированных систем оценивания физически не способны обрабатывать всю информацию о сотрудниках, поэтому используют онлайн-сервисы, например: «HR360.Online», «PeopleForce», «ИНСАЙДЕР», «Kickidler» или же разрабатывают собственные программные продукты («Диджитализация оценки персонала в ООО «Касторама РУС»).

Коммуникации персонала реализуются и формируются корпоративными порталами и/или социальными сетями. Сегодня, популярной социальной сетью для трудовых коллективов является сервис «Slack» (корпоративный мессенджер). Он позволяет организовать онлайн переговоры, совещания, беседы и способствует неформальному общению между членами организации.

Что касается разработанных приложений непосредственно под решение собственных задач в рамках компаний, то здесь стоит отметить:

- «мобильное приложения для сотрудников BeeGuide ПАО «ВымпелКом», данный инструмент представляет собой не только канал коммуникации, но и систему визуализации стратегий личностного развития в компании.

- «мобильное приложение для сотрудников Digital office компания «e:mg», программный продукт содействует адаптации, обучению, карьерному росту и мотивированию сотрудника.

Разработка внутрикорпоративных приложений нацелена на формирование саморазвивающейся среды, где человек проактивно подходит к развитию, знает, где и как он будет применять новые знания.

От скорости передачи информации в компании зависит качество и своевременность принимаемых управленческих решений. Так же стоит отметить, что информационные технологии усиливают внутрикорпоративное общение и формируют виртуальный образ организации, который привлекает молодых сотрудников. Использование данных технологий приводит к образованию информационной среды, которую классифицируют на внутреннюю и внешнюю [3].

Внутренняя информационная среда представляет собой совокупность внутренних каналов связи и оповещения сотрудников (информация на корпоративном портале, сайте, газете, на досках объявлений в пределах организации, электронные почтовые рассылки и т. п.);

Внешняя информационная среда выражена информационными сообщениями, которые возникают вне организации, но оказывают на нее непосредственное влияние на всех уровнях. Сюда входят все новостные сообщения, заметки и статьи, отзывы, посвященные оценке функционирования деятельности хозяйствующего субъекта, ее продуктов, руководства и т. д., распространяемые независимыми источниками (например, журналистами, клиентами, исследователями и т. п.).

Разработка и/или использование современных технологических возможно-

стей в управлении организационной культурой компании позволяет сформировать условия для развития кадрового, интеллектуального и инновационного потенциалов, которые можно использовать в качестве конкурентного преимущества.

В работе были рассмотрены инструменты для поддержания и развития организационной культуры. Современная конкурентная среда вынуждает компании работать не только над модернизацией производств и технологий реализации своих товаров и/или услуг, но и над развитием систем управления, особенно культурой коллективов. От уровня удовлетворенности сотрудника взаимодействия с окружающим персоналом, зависит его эффективность, желание развиваться и развивать компанию, в которой он непосредственно осуществляет трудовую деятельность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Слинкова, О. К. Управление организационной культурой / О. К. Слинкова, Е. Г. Грудистова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2009. – № 21(154). – С. 64-74.

2 Осовицкая, Н.А. HR #digital #бренд #аналитика #маркетинг. – СПб.: Питер 2019. – 400 с.

3 Малиборская, И. Л. Взаимосвязь организационной культуры и информационной среды в современных российских организациях / И. Л. Малиборская // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2017. – Т. 6. – № 4А. – С. 27-36.

4 Kudelko, A. R. Managing the organizational culture of an enterprise is one way to improve its efficiency / A. R. Kudelko, M. A. Finogeev // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 826-834. – DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_90.

УДК 621.833

Курасов Дмитрий Алексеевич – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика машин и основы конструирования», ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», e-mail: naukka@mail.ru

Kurasov Dmitry Alekseevich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Machine Mechanics and Elements of Mechanical Design Department, Kurgan State University, e-mail: naukka@mail.ru

Ковалев Артур Денисович – студент, ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», e-mail: art.ne@list.ru

Kovalev Arthur Denisovich – student, Kurgan State University, e-mail: art.ne@list.ru

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕХАНИЗМОВ

TO THE QUESTION OF IMPROVING AGRICULTURAL MACHINERY THROUGH THE KINEMATIC CAPABILITIES OF THE MACHINERY

Аннотация. В статье предлагается новое техническое устройство, зубчатый эксцентриковый подшипник, способное производить различные модификации движения. Для него разработана математическая модель и рассмотрены кинематические возможности модификации.

Abstract. The article proposes a new technical device, a toothed eccentric bearing, capa-

ble of making various modifications to motion. For him, a mathematical model was developed and kinematic modification possibilities were considered.

Ключевые слова: зубчатый эксцентриковый подшипник, модификация, математическая модель, амплитуда колебаний

Key words: gear eccentric system, modification, mathematical model, oscillation amplitude

Во многих отраслях техники и различных технических системах широко используются сортировочные машины и устройства с колебательно движущимся рабочим органом. Такие механизмы распространены в сельском хозяйстве (молотилки, веялки, сепараторы и т.д.), горно-обогатительной промышленности (устройства для предварительного, промежуточного и контрольного «грохочения» кусков породы или материала). Количественными характеристиками колебаний являются: частота и фаза движения, амплитуда колебаний и их форма (закон движения). Движение рабочего органа с остановками, асинхронность холостого и рабочего хода являются наиболее перспективными и востребованными результатами сочетания вышеуказанных характеристик.

Самый простой способ получения колебательного движения это использование простейших четырёхзвенных механизмов. При этом закон движения ведомого звена зависит от геометрических характеристик (длин звеньев механизма или расположения звеньев относительно друг друга). В результате выходная характеристика выходного звена меняется незначительно.

Кулачковые механизмы, содержащие минимальное число звеньев, могут значительно расширить диапазон и кинематические характеристики исполнительного звена. Их недостатками являются повышенные усилия, действующие в точке контакта звеньев, либо громоздкость конструкции. Кроме того, методика профилирования ведущего звена (кулачка) представляет собой многовариантную инженерную задачу. Необходимость соблюдения высокой точности рабочих профилей звеньев обуславливает дороговизну изготовления. Зубчатый эксцентриковый подшипник (ЗЭП) способен решить задачу модификация закона движения.

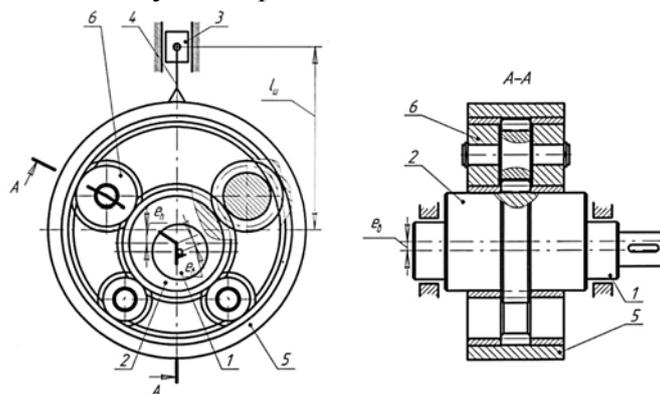


Рисунок 1 – ЗЭП с вариацией закона движения ($i_{eh} = 3$)

Другая конструктивная схема ЗЭП с вариацией (рисунок 2) отличается тем, что колесо 2 с внешними зубьями непосредственно контактирует с колесом 5 с внутренними зубьями.

В указанных выше конструктивных схемах возникающее смещение оси входного вала на величину e_b позволяет модифицировать закон движения ведомого звена. При этом к основному синусоидальному гармоническому закону добавляется дополнительная гармоническая высокочастотная колеблющаяся величина.

Аналитическая зависимость, устанавливающая соотношение параметров закона движения выходного звена ЗЭП с дополнительной гармоникой находится классическим методом теории механизмов и машин, согласно которому звенья механизма представляется в виде векторов.

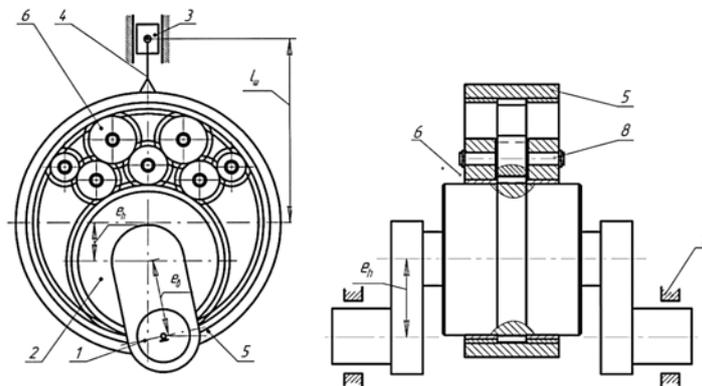


Рисунок 2 – ЗЭП с вариацией закона движения ($i_{gh} = -0,5$)

Визуальное отображение математической модели закона движения ведомого звена, как результат численного решения [3] аналитического выражения, с дополнительной гармоникой показано на рисунке 3.

Получаемые параметры закона движения ведомого звена должны соответствовать техническим характеристикам и технологическим требованиям проектируемого механизма. Перебор результатов численного решения аналитического выражения для различных вариаций параметров двух гармоник позволил выявить определенные разновидности, такие как движение с остановками, асинхронность холостого и рабочего хода и иные модификации. Диаграмма движения ведомого звена представлена в виде графического изображения циклического процесса (рисунок 4).

Привод с ЗЭП может не содержать редуктор, что удешевляет конструкции.

Продуктивность очистки зерна в ситовых сепараторах зависит от формы колебаний, что подтверждается исследованиями [4]. При этом, чем больше размеры зерновых частиц, тем более в явном виде выражена корреляция средней скорости и амплитуды колебаний. При высоких величинах амплитуды корреляция проявляется в ещё более явном виде. Неравномерность перемещения (колебания) рабочего органа виброцентробежного зернового сепаратора [5] с конкретными значениями амплитуды и частоты вместе с вращательным движением позволяет повысить эффективность процесса сепарирования. Это обстоятельство особенно важно для переработки трудноразделимых смесей. Как правило, в виброцентробежных сепараторах колебательное движение к рабочему органу передается от эксцентрикового или кривошипно-шатунного механизма [6].

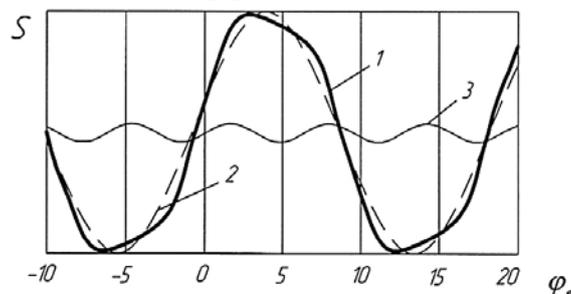


Рисунок 3 – Зависимость $S(\varphi_0)$ перемещения ползуна от угла поворота ведущего вала (кривая 1) и её составляющие: кривая 2, соответствующая частоте вращения мнимого водила; кривая 3 – ведущего вала

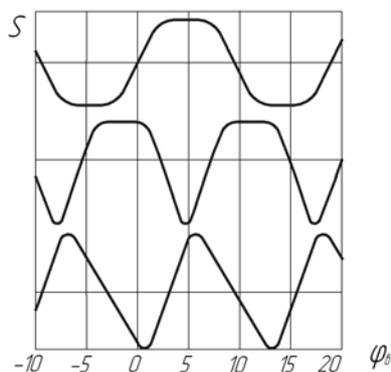


Рисунок 4 – Варианты вариации закона движения выходного звена

ЗЭП с вариацией движения может быть использован в экспериментальной модели ситового сепаратора зерна (рисунок 5). Основные звенья – электродвигатель, кривошип 1, сита 2 и 3. Частота и амплитуда колебаний сит зависит от габаритов кривошипа 1. Кривошип 1 выполнен в виде двух зубчатых эксцентриковых подшипников с внецентренным зубчатым колесом с внешними зубьями.

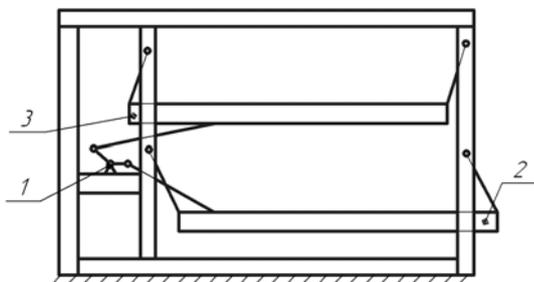


Рисунок 5 – Экспериментальная модель ситового сепаратора зерна

Конструктивная схема сепаратора с модифицированным движением конструктивно не усложняется. При этом производительность ситового сепаратора увеличивается на 10 – 20 %.

Таким образом, использование зубчатого эксцентрикового подшипника с вариацией в приводе при перемешивании зерновых смесей является актуальной научной задачей и практической задачей для сельскохозяйственных предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Пат. РФ № 2331000. Бессепараторный роликовый подшипник качения / Волков Г.Ю., Курасов Д.А. – Оpubл. 10.08.08; Бюл. № 22
- 2 Пат. РФ № 2352839. Эксцентриковый механизм для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное или колебательное / Волков Г.Ю., Курасов Д.А. – Оpubл. 20.04.09; Бюл. № 11
- 3 Kurasov D. Mathematical modeling system MatLab // Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1691(1), 012123.
- 4 Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зернообработывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
- 5 Тищенко, Л.Н. Моделирование процессов зерновых сепараторов: монография / Л.Н. Тищенко, Д.И. Мазоренко, М.В. Пивень, С.А. Харченко, В.В. Бредихин, А.В. Мандрыка. – Харьков: ХНТУСХ, «Миськдрук», 2010. – 360 с.
- 6 Яруллин, Р.Б. Динамика вибрационных зерноочистительных машин с регулируемыми параметрами. Проблемы электропривода / Р.Б. Яруллин – Уфа: Уфимск. гос. академия экономики и сервиса, 2007. – 232 с

УДК 67.02

Левенко Кирилл Евгеньевич – студент, ФГБОУ ВО «ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: uipp@knastu.ru

Levenko Kirill Evgenevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: uipp@knastu.ru

Крупский Роман Фаддеевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: npo@knaaz.org

Krupskiy Roman Faddeevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Management of Innovative Process and Projects Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: npo@knaaz.org

ВНЕДРЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

INTRODUCTION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF AIRCRAFT PARTS

Аннотация. В данной работе была рассмотрена существующая технология производства авиационных теплосъемных панелей, рассмотрены ее возможные замены, определены основные характеристики, требуемые для производства, рассмотрены основные достоинства и недостатки каждой из них и выбрана наиболее подходящая технология для производства в соответствии с требуемыми характеристиками.

Abstract. In this paper, the existing technology for the production of aviation heat removal panels was considered, its possible replacements were considered, the main characteristics required for production were determined, the main advantages and disadvantages of each of them were considered and the most suitable technology for production was selected in accordance with the required characteristics.

Ключевые слова: авиационные теплосъемные панели, технологии производства, аддитивные технологии, литье, ТПС (теплосъемные панели), SLM (селективное лазерное плавление).

Key words: aviation heat-removing panels, production technologies, additive technologies, casting, TPS (heat-removing panels), SLM.

В качестве модельного объекта для рассмотрения возможности применения аддитивных технологий в производстве авиационных деталей были приняты авиационные теплосъемные панели, которые по способу своего производства наиболее подходят для применения аддитивных технологий и рассмотрения существующих и других возможных технологий их производства.

Для сравнения возможных способов создания авиационных ТПС были определены основные характеристики, имеющие особую важность при их производстве:

1. Низкая степень брака при производстве;
2. Низкая материалозатратность;
3. Низкая ресурсозатратность при переоборудовании производства;
4. Малые временные затраты на производство детали.

Далее была рассмотрена существующая технологию производства авиационных теплосъемных панелей и рассмотрены ее возможные замены, в том числе и аддитивные технологии, и определены основные достоинства и недостатки как существующей технологии, так и ее возможных замен.

В настоящий момент при производстве ТПС применяется технология эвтектической пайки, которая состоит из следующих шагов:

1. На токарном станке вытачиваются две детали из алюминиевого сплава марки БрХ08 с лабиринтными выемками со внутренней стороны для скрепления их между собой;

2. На внутреннюю часть с выемками наносится слой мелкодисперсного серебряного порошка для дальнейшего нагрева этих частей;

3. Далее эти две детали нагреваются в результате чего в местах соединения серебряного порошка и алюминия образуется эвтектическая смесь;

4. После образования эвтектической смеси две детали соединяются и кладутся под пресс в результате чего в местах образования эвтектической смеси данные детали соединяются и образуется цельная деталь.

Основные достоинства и недостатки эвтектической пайки приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки технологии эвтектической спайки

Достоинства	Недостатки
Высокая стабильность и прочность получаемых соединений	Высокая степень брака деталей
Низкая ресурсозатратность при применении на производстве как в массовом, так и в единичном применении	Высокая необходимость в дальнейшей механической обработке детали
Простота оснащения необходимым для применения технологии оборудованием	Ненадежность равномерного нанесения дополнительного металла на основной
Низкая травмоопасность процесса	Необходимость проверки каждого шва данной пайки

Следующее, что было рассмотрено – это возможные замены технологии эвтектической пайки.

Первая технология, которая была рассмотрена это литье по выплавляемым моделям.

Данный метод характеризуется получением литых деталей по разовым моделям в неразъемные керамические огнеупорные формы.

Состоит из следующих этапов:

1. Производство модели отливки – изготавливаются основные модели отливки;

2. Сборка модели в блоки – объединение моделей в единый блок отливки;

3. Нанесение на блоки огнестойкой оболочки – нанесение специальной огнестойкой смеси;

4. Заливка блока – заливка металла в блок с сформированной внутри него формой детали;

5. Охлаждение отливки – отливка охлаждается и очищается.

Основные достоинства и недостатки литья по выплавленным моделям приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки технологии литья по выплавляемым моделям

Достоинства	Недостатки
Отливаются изделия, которые иными методами пришлось бы изготавливать частями и собирать воедино	Высокая длительность рабочего процесса подготовки формы
Снижается необходимость в дальнейшей механической обработке	Рентабелен только при массовом применении
Простота действий и дешевизна рабочего процесса	Высокая травмоопасность процесса
Низкая степень брака деталей	Непосредственная работа с расплавленным металлом

Следующей технологией, рассмотренной в качестве замены основной, стали аддитивные технологии, которые характеризуются наращиванием и синтезом деталей используя наплавление порошка из металла.

В данном случае была рассмотрена одна из методик аддитивных технологий, а именно селективное лазерное плавление – послойное наплавление порошкового металла посредством мощного лазерного излучения.

Селективное лазерное плавление состоит из следующих процессов:

1. Металлический порошок из колодца построения подаётся на плиту построения, которая закреплена на платформе построения;
2. Лазерный луч сканирует сечение слоя изделия на плите построения;
3. Платформа опускается в колодец построения на глубину, совпадающую с толщиной слоя и поднимается обратно для дальнейшей обработки лазера;
4. Данные процессы повторяются пока требуемая деталь не будет полностью наплавлена.

Основные достоинства и недостатки селективного лазерного наплавления приведены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Достоинства и недостатки технологии селективного лазерного плавления

Достоинства	Недостатки
Возможность создание деталей любой формы и сложности	Меньшая прочность деталей из-за особенностей процесса изготовления и структуры порошка
Малые временные затраты на изготовление детали	Высокая необходимость в дальнейшей механической обработки детали
Высокая точность и повторяемость изготовления	
Высокое качество изготавливаемых деталей	
Низкая травмоопасность процесса	
Низкая ресурсозатратность материалов	

В результате анализа существующей технологии производства и возможных технологий ее замены была выбрана наиболее подходящая, а именно селективное лазерное плавление в связи со следующими факторами:

1. В отличие от эвтектическое пайки селективное лазерное плавление дает меньший процент брака;
2. Высокая стоимость ресурсов на применение селективного лазерного плавления компенсируется малой материалозатратностью;
3. В отличие от литья по выплавляемым моделям SLM требует гораздо меньше затрат как на само производство детали, так и на его переоснащение.

В ходе проделанной работы была проанализирована существующая технология производства ТСП и ее возможные замены и выбрана подходящая согласно характеристикам, которые необходимы для удовлетворения всех нужд процесса производства теплосъёмных панелей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Официальный сайт «Ассоциация сталеплавщиков» [Электронный ресурс] – Режим свободного доступа: prompriem.ru/ / Свободный доступ;
- 2 Официальный сайт «Евроинтех» [Электронный ресурс] – Режим свободного доступа: eurointech.ru/ / Свободный доступ;
- 3 Официальный сайт «iQB Technologies» [Электронный ресурс] – Режим свободного доступа: <https://iqb.ru/about-us/> / Свободный доступ;
- 4 Официальный сайт «КНАГУ» [Электронный ресурс] – Режим свободного доступа: <https://knastu.ru/staff/3634/> / Свободный доступ.

УДК 621.865.8

Мельниченко Маркел Андреевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: markel.96dk@mail.ru

Melnichenko Markel Andreevich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: markel.96dk@mail.ru

Горькавый Александр Иванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электропривода и автоматизации промышленных установок», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: gorkayu_ai51@mail.ru

Gorkavy Aleksandr Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Electric Drive and Industrial Automation Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: gorkayu_ai51@mail.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

IDENTIFICATION OF THE KINEMATIC SCHEME OF INDUSTRIAL ROBOT-MANIPULATOR

Аннотация. Поскольку одним из ключевых элементов автоматизации является применение промышленных роботов-манипуляторов, в данной статье рассматриваются вопросы цифровизации современных роботизированных технологических комплексов. На примере промышленного робота KUKA KR60-3 представлен процесс создания его кинематической схемы. Идентифицированная кинематическая схема необходима для формирования цифровой модели промышленного робота-манипулятора с целью реализации интеллектуальных алгоритмов управления и повышения интегральных показателей роботизированных производственных комплексов, в условиях отдельно взятого технологического процесса.

Abstract. Since one of the key elements of automation is the use of industrial robot-manipulators, this article discusses the issues of digitalization of modern robotic technological complexes. Using the example of an industrial robot KUKA KR60-3, the process of creating its kinematic scheme is presented. The identified kinematic scheme is necessary for the formation of a digital model of an industrial robotic manipulator in order to implement intelligent control algorithms and increase the integral indicators of robotic production complexes, in the context of a separate technological process.

Ключевые слова: кинематическая схема, робот-манипулятор, роботизированный технологический процесс, цифровая модель, оптимальное управление.

Key words: kinematic scheme, robot-manipulator, robotic technological process, digital model, optimal control.

В настоящее время в различных областях промышленности широко применяются промышленные роботы-манипуляторы, используемые для выполнения широкого спектра технологических задач [1]. Такие устройства являются одним из ключевых инструментов автоматизации, однако, совместно с увеличением темпов автоматизации современное промышленное производство нуждается в повышении уровня цифровизации и формировании цифровых двойников отдельных роботизированных технологических комплексов (РТК) с целью улучшения интегральных показателей производственных процессов на базе промышленных роботов (ПР) [2]. Так, для обеспечения энергосбережения роботизированных производственных процессов представляется возможным использование цифровых моделей ПР с целью ре-

ализации интеллектуальных алгоритмов управления РТК и формирования энергоэффективных траекторных перемещений отдельных роботов-манипуляторов [3, 4, 5, 6].

Цифровая модель с одной стороны должна обладать определенной степенью адекватности для обеспечения возможности прогнозирования энергопотребления ПР (в зависимости от изменения настроек системы управления), а с другой быть достаточно простой и не требовать высоких вычислительных мощностей.

Чтобы качественно сформировать цифровую модель ПР и обеспечить возможность корректировки траекторных перемещений с целью минимизации энергетических затрат, необходимо иметь представление о принципах работы системы управления промышленного робота, то есть получить математическую модель робота и произвести решение обратной задачи кинематики манипулятора.

Обратная задача кинематики манипулятора состоит в определении таких законов изменения его обобщенных координат и их производных по времени, которые обеспечивают заданные кинематические параметры захватного устройства, в частности получение требуемой траектории захвата [7]. Для решения обратной задачи кинематики необходимо иметь кинематическую схему исследуемого манипулятора.

В данной работе для реализации процессов моделирования траекторных перемещений промышленного робота-манипулятора и дальнейшей их оптимизации осуществляется идентификация кинематической схемы.

Кинематическая схема многозвенного манипулятора может быть получена, если известны длины звеньев, их расположение в пространстве и допустимые углы поворота осей манипулятора. Однако в настоящее время большинство используемых промышленных роботов-манипуляторов являются зарубежными разработками, закрытыми для конечного пользователя [1]. В связи с этим возникает проблема получения объективных данных кинематики механизма промышленного робота.

Длины звеньев с учетом некоторых погрешностей возникающих вследствие переноса данных могут быть получены из 3D-модели промышленного робота в программной среде SprutCAM. Допустимые углы поворота осей манипулятора доступны в инструкции по эксплуатации, входящей в комплект поставки промышленного робота [8].

Длины звеньев и допустимые углы поворота осей исследуемого промышленного робота-манипулятора KUKA KR60-3 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры звеньев и осей промышленного робота KUKA KR60-3

Звено	Длина звена (мм)	Ось	Угол поворота оси (град°)
L ₁	504	A ₁	от +185 до –185
L ₂	467	A ₂	от +35 до –135
L ₃	850	A ₃	от +158 до –120
L ₄	444	A ₄	от +350 до –350
L ₅	404	A ₅	от +119 до –119
L ₆	170	A ₆	от +350 до –350

Таким образом, в условиях ограниченности исходной информации была получена кинематическая схема промышленного робота-манипулятора KUKA KR60-3 (рисунок 1).

Предметом дальнейших исследований на базе сформированной кинематической схемы является разработка эмпирических (или приближенных к реальности) математических законов, описывающих физику процессов применительно к данной кинематической схеме и получении качественной математической модели для проведения моделирования траекторных перемещений исследуемого робота-манипулятора.

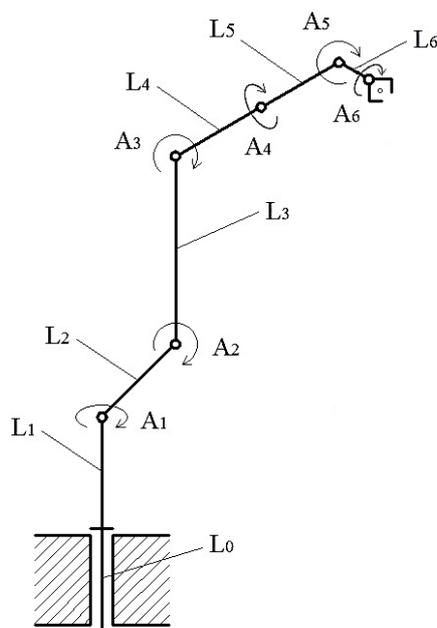


Рисунок 1 – Кинематическая схема промышленного робота-манипулятора KUKA KR60-3

Математическая модель промышленного робота путем интеграции с соответствующими элементами систем электропривода формирует цифровую модель ПР, которая может быть использована для решения задач оптимизации с применением интеллектуальных алгоритмов управления, поскольку обладает требуемой адекватностью.

Исследование выполнено в рамках научного проекта, финансируемого за счет средств ФГБОУ ВО КНАГУ № ВН002/2020 «Разработка методов повышения энергетической эффективности роботизированных технологических процессов»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Варков А.А. Разработка и исследование системы управления манипуляционным промышленным роботом на базе контроллера движения: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.09.03 / Варков Артем Александрович. Иваново, 2015.

2 Боровков А.И., Рябов Ю.А., Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки, В сборнике: Цифровая трансформация экономики и промышленности. Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием. 2019. С. 234-245.

3 Gorkavyu M.A., Gudim A.S., Efimov A.Y., Solovev D.B., Intelligent system for prognostication and optimization of power expenses of technological processes at robotized productions, В сборнике: 2018 international multi-conference on industrial engineering and modern technologies, FarEastCon 2018. 2018. С. 8602503.

4 Efimov A.Y., Gorkavyu M.A., Gorkavyu A.I., Solovev D.B., Improving the efficiency of automated precision robotics-enabled positioning and welding, В сборнике: 2019 international science and technology conference «EastConf», EastConf 2019. 2019. С. 8725362.

5 Ефимов А.Ю., Горькавый М.А., Соловьев В.А., Идентификация нелинейных зависимостей энергопотребления промышленного робота в задачах повышения эффективности управления автоматизированным технологическим процессом, Электротехнические системы и комплексы. 2020. № 2 (47). С. 64-71.

6 Gorkavyu M.A., Gudim A.S., Efimov A.Y., Solovev D.B., Algorithmization and principles of construction of information support of the automated module for energy outlays optimization of technological processes at robotized productions, В сборнике: 2018 international multi-conference on industrial engineering and modern technologies, FarEastCon 2018. 2018. С. 8602433.

7 Анципорович П. П., Акулич В.К., Дубовская, Е.М., Решение обратной задачи кинематики манипулятора, Теоретическая и прикладная механика : международный научно-технический сборник. Вып. №32. 2017. С. 306-309.

8 Инструкция по эксплуатации промышленных роботов KUKA KR 30; 60-3; KR 30 L16-2 с контроллером KR C4. KUKA Roboter GmbH.

УДК 658.26

Озеров Никита Алексеевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная теплотехника», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», e-mail: sasha-munin10@yandex.ru

Ozerov Nikita Alekseevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Heat-process Engineering Department, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., e-mail: sasha-munin10@yandex.ru

Кульбякина Александра Викторовна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Тепловая и атомная энергетика имени А.И. Андрющенко», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», e-mail: sasha-munin10@yandex.ru

Kulbyakina Alexandra Viktorovna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Thermal and Nuclear Power Engineering named after A.I. Andryushchenko Department, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., e-mail: sasha-munin10@yandex.ru

Мунин Александр Павлович – студент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», e-mail: sasha-munin10@yandex.ru

Munin Alexandr Pavlovich – student, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., e-mail: sasha-munin10@yandex.ru

НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

OIL AND GAS COMPLEX OF RUSSIA: MODERN PROBLEMS AND WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF OIL REFINING

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные существующие проблемы и возможные пути развития нефтеперерабатывающего комплекса России. Представлены факторы, влияющие на эффективное использование ресурсного потенциала нефтеперерабатывающего комплекса.

Abstract. This article discusses the main existing problems and possible ways of development of the oil refining complex in Russia. The factors influencing the effective use of the resource potential of the oil refining complex are presented.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающие предприятия; энергетический комплекс; система теплоснабжения; энергетические ресурсы; вторичные энергетические ресурсы.

Keywords: oil refineries; energy complex; heat supply; energy resources; secondary energy resources.

Российская Федерация является одним из крупнейших экспортеров сырой нефти и природного газа, однако положительный экономический эффект не достигает высоких показателей, поскольку часть экспортированной нефти возвращается в виде готовой продукции.

Доля нефтегазовой отрасли в экономике России в последнее десятилетие превысила одну треть ВВП (34 %). Доля сырой нефти и природного газа в экспорте составляет около 50 %, нефтепродуктов (преимущественно первичной переработки) – около 20 %. Доходы от экспорта углеводородов составляют, по разным оценкам, 50 % доходов Федерального бюджета РФ[1]

Нефтегазовый комплекс России является национальным благосостоянием, в значительной степени обеспечивая экономическое благополучие страны. На сегодняшний день выявление возникающих угроз энергетической безопасности приобретают особую актуальность.

Рассмотрим более подробно нефтеперерабатывающие комплексы, представляющие собой сложные технологические предприятия, оснащенные разнообразным оборудованием и сооружениями, используемым для производства и позволяющим работать в различных климатических условиях [2].

Нефтяные компании, занимающиеся переработкой нефти, сталкиваются с такими проблемами как:

- высокий уровень потерь и простоев оборудования;
- высокие риски в использовании сооружений и оборудований, с высоким уровнем износа;
- снижение уровня качества, безопасности, функционирования комплекса, экономического функционирования предприятия и т.д.;
- использование средств, не удовлетворяющих современным требованиям;
- несвоевременное внедрение новых технологий и реконструкции сооружений;
- отсутствие оптимизированной системы оценки износа и т.д.

Для решения данных проблем нужно подходить комплексно: оптимизировать систему управления, производить системную оценку износа оборудования, внедрять новые технологии и реконструировать сооружения.

Многие специалисты и ученые работают над развитием нефтепереработки в стране, и их новые технологии применяются на нефтеперерабатывающих заводах и дают экономическую выгоду и обеспечивают энергетическую безопасность России.

Шарипова Д.Д., Султанова Е.А. занимаются разработкой системы поддержки принятия решения для оценки износа основных средств нефтеперерабатывающих комплексов [3].

Системы поддержки принятий решений представляют собой комплекс средств, позволяющих проводить анализ данных, моделировать дальнейшие действия и прогнозировать решений.

Для разработки системы будут использоваться следующие средства:

1. Rational Rose – графический редактор, позволяющий строить UML модели, куда входят различные диаграммы: классов, прецедентов, компонентов, составной структуры, пакетов и т.д.;
2. Microsoft Visio – редактор для создания различных видов диаграмм и блок-схем;
3. Sharp developer – среда разработки, представляющий собой интегрированный отладчик, использующий собственные библиотеки и взаимодействующий со средой.NET.

Диагностика основных фондов требует устойчивого и комплексного подхода к формированию системы, данная проблема решается с помощью анализа и отображения процесса работы СППР в блоковой схеме.

Износ основного и вспомогательного оборудования и сооружений играет важную роль, не только в безопасности работников предприятия, но и в экономическом аспекте предприятия.

Исходя, из этого целесообразным будет внедрение, использование и дальнейшая модификация разрабатываемой системы, по оценке износа элементов нефтяных и нефтеперерабатывающих производств. Используя гибкую методологию проектирования системы, будет возможность вносить поправки в программы и выпускать модификации на рынок. Это позволяет менять систему в динамических условиях предприятия, что дает возможность вносить быстрые поправки и своевременно использовать созданную систему.

По мнению Сидоренко К.А и Савина С.А.[4] еще одним важным направлением, обеспечивающим наиболее эффективное использование ресурсного потенциала комплекса нефтепереработки, является правильный выбор инструментов и метода управления ресурсами производства.

Наиболее важными инструментами управления на НПЗ являются, бюджетирование, стратегическое планирование контроллинг и процессно-ориентированный метод управления.

Процессно-ориентированный метод корпоративного управления предусматривает распределение затрат, связанных с услугой, продуктом, сегментом рынка, клиентом, в виде цепочек бизнес-процессов отдельной компании.

Бюджетирование — это метод распределения производственных ресурсов, характеризуемый количественным образом.

Контроллинг управления именно в контексте оперативного и стратегического планирования является достаточно сложным. И для того, чтобы действительно верно определить последствия принятых решений, требуется создание комплексной концепции контроллинга.

Именно выполнение функций интеграции, организации и координации системы, а также предоставление информации об ориентированных на результат процессах планирования, регулирования и контроля на предприятии, являются основными задачами контроллинга.

Внедрение и создание новых технологий и технологических схем предлагают авторы научных трудов: А. В. Кульбякина, Н. А. Озеров, П. А. Батраков, А. И. Савельева, А. П. Муниин [5].

Разработанная и предложенная схема установки (рисунок 1) энергообеспечения с комплексной утилизацией отходов предприятий нефтегазовой отрасли направленная на комбинирование технологических процессов термической утилизации производственных отходов (горючих газов, стоков) с процессами газификации и выработки энергоресурсов (электрической, тепловой энергии, синтез-газа, водоснабжения) снижение удельного потребления топливного газа на выработку энергоресурсов и утилизацию отходов, повышение экологической безопасности и надежности объекта.

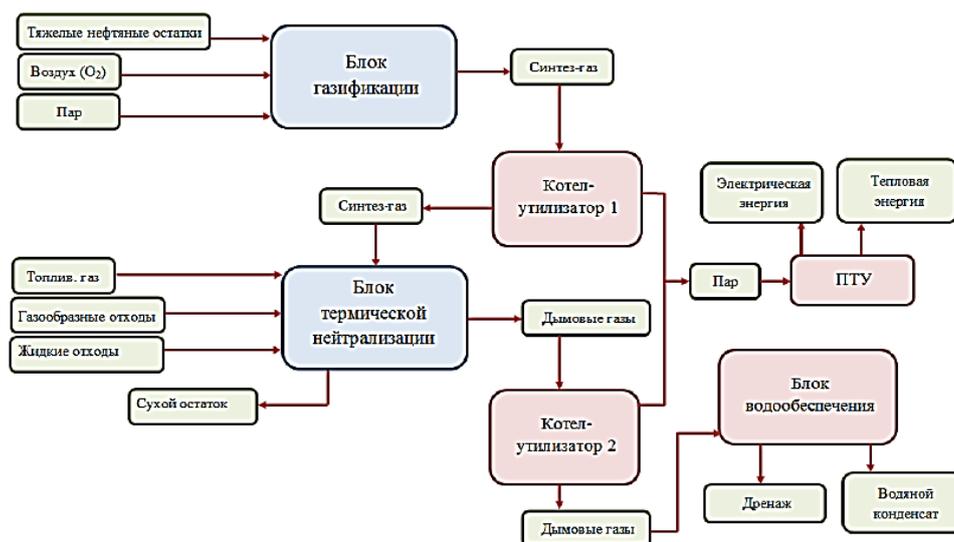


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки энергообеспечения с комплексной утилизацией отходов предприятий нефтегазовой отрасли

ВЫВОД: Нефтегазовый комплекс Российской Федерации является основополагающим в формировании бюджетной и инвестиционной политики страны, однако существующие проблемы заметно тормозят инновационное развитие и положительную динамику роста конкурентоспособности на внешних торговых площадках и рынках. Для решения перечисленных проблем необходим системный подход, включающий в себя комплексные методологические, управленческие и технические решения, позволяющие существенно улучшить технико-экономические показатели и повысить эффективность технологий использования и переработки углеводородного сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Архипенко А.Д Современное состояние и проблемы развития нефтеперерабатывающего комплекса в России // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2016. № 25. С. 126-130.

2 Коблова Ю.А Нефтегазовый комплекс России: современные проблемы и угрозы экономической безопасности // В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 52-54.

3 Шарипова Д.Д., Султанова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для оценки износа основных средств нефтеперерабатывающих комплексов // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2020. № 2 (11). С. 103-107.

4 Сидоренко К.А., Савина С.А Проблемы и пути развития нефтеперерабатывающего комплекса России // В сборнике: Осознание Культуры - залог обновления общества. Перспективы развития современного общества. Материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции. Составитель В.В. Головин. 2020. С. 149-152.

5 Кульбякина А.В, Озеров Н.А, Батраков П.А, Савельева А.И, Мунин А.П Efficiency improvement of oil and gas facilities power supply Systems // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 14. Сер. «XIV International Scientific and Technical Conference «Applied Mechanics and Systems Dynamics», AMSD 2020» 2021. С. 012016.

УДК 621.791.18

Пицык Виктор Сергеевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: biktopsergeevich@yandex.ru

Pitsyk Viktor Sergeevich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: biktopsergeevich@yandex.ru

Дмитриев Эдуард Анатольевич – ректор, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: rector@knastu.ru

Dmitriev Eduard Anatolyevich – Rector, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: rector@knastu.ru

Муравьев Василий Илларионович – главный научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: vmuravyev@mail.ru

Muravyev Vasily Illarionovich – Chief Researcher, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: vmuravyev@mail.ru

Старцев Егор Андреевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: egorstarts@inbox.ru

Startsev Egor Andreevich – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: egorstarts@inbox.ru

ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО КОНТАКТА НЕРАЗЪЕМНОГО СОЕДИНЕНИЯ СПЛАВА ОТ4-1 ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ

THE EVOLUTION OF THE STRUCTURE AND DISTRIBUTION OF ALLOYING ELEMENTS IN THE ZONE OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE PHYSICAL CONTACT OF THE INTEGRAL JOINT OF THE ALLOY OT4-1 TEMPERATURE CONDITIONS OF PHASE TRANSFORMATION

Аннотация. Выявлен температурно-временной интервал фазового предпревращения ускоренных диффузионных процессов образования диффузионного неразъемного соединения сплава ОТ4-1. Структура в приконтактной области претерпевает трансформацию из вытянутых текстурованных деформацией зёрен в ячеистую мелкозернистую округлой формы с увеличением выдержки процесс трансформации завершается и структура становится идентичной структуре основного металла. Изменение микротвердости, так и распределение основных легирующих элементов Al и Mn в приконтактной области неразъемного соединения сплава ОТ4-1 повторяют закономерности структурных изменений при нагреве в интервале температур фазового предпревращения, полностью исчезает наклеп, уменьшается плотность дислокаций, и свойства неразъемного соединения соответствуют свойствам основного металла при испытании на выпрессовку.

Abstract. The temperature-time interval of the phase pre-transformation of accelerated diffusion processes of the formation of a diffusion integral compound of the alloy OT4-1 is revealed. The structure in the contact area undergoes transformation from elongated grains textured by deformation into a cellular fine-grained rounded shape with increasing exposure, the transformation process is completed and the structure becomes identical to the structure of the base metal. the change in microhardness and the distribution of the main alloying elements Al and Mn in the contact region of the permanent joint of the OT4-1 alloy repeat the patterns of structural changes during heating in the temperature

range of the phase pre-rotation, the cleavage completely disappears, the dislocation density decreases, and the properties of the permanent joint correspond to the properties of the base metal during the pressing test.

Ключевые слова: неразъёмные соединения, физический контакт, тугая посадка, сплав ОТ4-1, диффузия, микродюрметрия, пластические деформации, легирующие элементы.

Key words: all-in-one joints, physical contact, tight fit, OT4-1 alloy, diffusion, micro-durometry, plastic deformations, alloying elements.

Введение

В настоящее время при получении НС титановых сплавов в авиастроении получили распространение различные методы сварки плавлением и пайки, основной и главный недостаток которых – наличие гетерогенной области в зоне соединения, химический состав, физические и технологические свойства которой отличаются от основного металла (ОМ).

Известны [1] разработки новых технологических приемов получения НС в твердом состоянии титановых сплавов. Кинетика образования НС в данном случае приближена к традиционному методу диффузионной сварки, однако есть отличие – деформационное и тепловое поле накладываются не одновременно, как при традиционном методе, а последовательно: на первом этапе образование физического контакта НС за счет пластической деформации, на втором этапе за счет теплового воздействия образование диффузионного НС.

Необходимо было выявить влияние температурных условий фазового превращения на эволюцию структуры и распределение легирующих элементов в зоне напряженно-деформированного (натяг 450 мкм) физического контакта при образовании диффузионного неразъёмного соединения на образцах «втулка-вал» из сплава ОТ4-1.

Методика исследования

Образцы из титанового сплава ОТ4-1 изготовлены по методике приведённой в работе [1]. При этом максимальный натяг образцов «втулка-вал» составлял 450 мкм, а площадь физического контакта составляла, чуть больше 60 % от общей площади сопряженной поверхности.

Измерения микротвердости осуществляли на микротвердомере Shimadzu НМV при величине нагрузки на индентер $P = 0,9807 \text{ Н}$.

Микроструктуру исследовали на оптическом микроскопе Nikon Ma200 и растровом электронном микроскопе (РЭМ) Hitachi S 3400-N.

Испытания на выpressовку имитирующие испытания на срез цельных образцов по ГОСТ Р 50076-92 [2] производили на испытательном комплексе Instron 3382.

Результаты исследований

Как видно из данных рисунка 1, кинетика изменения структуры в зоне напряженно-деформированного физического контакта с натягом 450 мкм сплава ОТ4-1 в образцах «втулка-вал» полностью соответствует закономерностям рекристаллизационных процессов. При температурах 925-950 °С с выдержкой 60 минут, 975 °С с выдержкой 20 минут и 1000 °С с выдержкой 10 минут происходит перераспределение дислокаций, которые в области плоскости скопления собираются в ячеистую структуру с образованием правильных границ. Происходит трансформация вытянутых текстурованных деформацией зёрен с беспорядочно ориентированных мелких зёрен округлой формы (скорее всего напоминающих образование пчелиных сот). То есть образование новых равновесных мелких зёрен с кристаллической структурой (на рисунке 1 кривая 1).

Резкий скачок по времени при переходе к температурам 975 и 1000 °С свидетельствует о высокой скорости протекания диффузионных процессов, то есть о предпревращении в данных температурных условиях и степени пластической деформации сплава ОТ4-1. Дальнейшее увеличение времени выдержки для этих температур (975 и 1000 °С) приводит от стадии полигонизации к стадии собирательной рекристаллизации по миграционному механизму, то есть диффузионному процессу (рисунок 1, кривые 2, 3). При этом при температурно-временных условиях (рисунок 1, кривая 3) процесс диффузионного взаимодействия завершается, и структура становится идентичной структуре основного материала.

Процессы полигонизации и полной рекристаллизации [3] при нагреве в температурно-временном интервале фазового предпревращения приводят к существенным изменениям в распределении легирующих элементов в ПО образованного диффузионного соединения образцов системы «втулка и вал» сплава ОТ4-1, причем изменения как и при деформации носят дискретный стадийный характер и по разбросу значений в каждой зоне и по средним значениям.

Максимальная скорость диффузионных процессов распределения основных легирующих элементов Al и Mn соответствует температурному интервалу 975-1000 °С, как для структурных изменений, так и для изменения значений микротвердости.

По данным в работе [4-5] полигонизованная структура характеризуется повышенной устойчивостью и повышенной прочностью по сравнению с отожжённым состоянием. При этом практически полностью снимается наклеп - плотность дислокаций снижается на четыре порядка. Расчеты проведенные по результатам дюротметрии по методике приведенной в работе [6] для зоны сопряжения образцов системы «втулка и вал» из сплава ОТ4-1 показали снижение плотности дислокаций более чем на два порядка после нагрева в автовакууме при 1000 °С, 60 минут по сравнению с тугой посадкой с натягом 450 мкм. Плотность дислокаций на линии сопряжения после тугой посадки составляла для параметра $k=3$ и $k=5$ соответственно 100 и 280 $\text{см}^{-2} \cdot 10^{10}$, а после нагрева по вышеприведенному режиму плотность дислокаций составляла соответственно 49 и 158 $\text{см}^{-2} \cdot 10^{10}$.

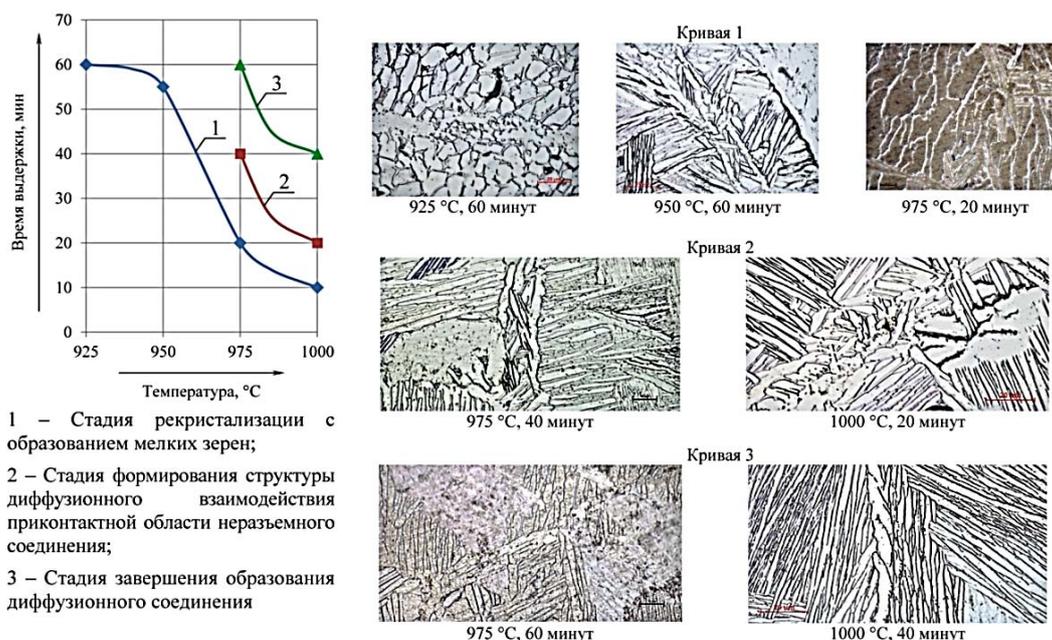


Рисунок 1 – Кинетические кривые влияния температуры на изменение структуры в зоне напряженно-деформированного диффузионного контакта сплава ОТ4-1 в образцах «втулка-вал»

Исследования прочности на выпрессовку диффузионных соединений образцов системы «втулка и вал» из сплава ОТ4-1 (таблица 1) показали удовлетворительную сходимость с прочностью испытаний на срез основного металла.

Таблица 1 – Влияние нагрева в интервале температур фазового превращения заготовок системы «втулка и вал» из сплава ОТ4-1 на прочность при испытании на выпрессовку-срез

Режим т/о, выдержка, мин	Прочность при выпрессовке, МПа			
	925 °С	950 °С	975 °С	1000 °С
60	$\frac{816 - 873}{840,2}$	$\frac{883 - 951}{916}$	$\frac{924 - 1006}{964,8}$	$\frac{973 - 114}{1040,8}$
40	-	-	-	$\frac{958 - 1053}{996,2}$
20	-	-	$\frac{912 - 991}{950,2}$	$\frac{903 - 968}{933,4}$
Без т/о ОМ, не менее 960 МПа				

Выводы

Исследованиями установлены закономерности влияния нагрева в интервале температур фазового предпревращения на изменения структуры, микротвердости и распределение основных легирующих элементов Al и Mn в приконтактной области НС физического контакта сплава ОТ4-1 системы «втулка-вал» после тугой посадки с натягом 450 мкм.

Выявлен температурно-временной интервал фазового предпревращения ускоренных диффузионных процессов образования диффузионного неразъемного соединения сплава ОТ4-1 соответствующий нагреву в автовакууме при температуре 975-1000 °С с выдержкой от 20 до 60 минут. При этом структура в приконтактной области претерпевает трансформацию из вытянутых текстурованных деформацией зёрен в ячеистую мелкозернистую округлой формы с увеличением выдержки процесс трансформации завершается и структура становится идентичной структуре основного металла. Наблюдается вторая и третья стадия образования диффузионного НС из полученного тугой посадкой системы «втулка и вал» физического контакта сплава ОТ4-1.

Кроме того, как изменение микротвердости, так и распределение основных легирующих элементов Al и Mn в приконтактной области НС сплава ОТ4-1 повторяют закономерности структурных изменений при нагреве в интервале температур фазового предпревращения, полностью исчезает наклеп, уменьшается плотность дислокаций, и свойства НС соответствуют свойствам основного металла при испытании на выпрессовку.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Муравьев, В.И. Применение диффузионной сварки при изготовлении титановых элементов авиационного назначения / В.И. Муравьев, В.С. Пицык // Авиационная промышленность, 2015, №4, С. 25-32.

2 Булков А.К. Влияние технологических параметров на процесс диффузионной сварки титана / А.К. Булков, В.В. Пешков, В.Р. Петренко, Д.Н. Балбеков, А.И. Стрыгин // Сварочное производство. – 2013, №3. – С. 53-60.

3 Bakhmatov P.V. Effect of Heating on the Structure and Properties of a Solid-Phase Diffusion Bond Based on a Forced Fit in OT4-1 Alloy / P.V. Bakhmatov, V.I. Murav'ev, A.V. Frolov, V.S. Pitsyk // Steel in Translation, 2018, Vol. 48, №12, P. 773-782.

4 Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов. – М.: Металлургия. 1983. – 208 с.

5 Deng, Y. Microstructure and mechanical properties of diffusion bonded titanium/304 stainless steel joint with pure Ag interlayer / Y. Deng, G. Sheng, Z. Huang, L. Fan // Science and Technology of Welding and Joining/ - 2013, №18. – P. 143-146.

6 Репникова, Е.А. Физическое материаловедение / Е.А. Репникова. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 86 с.

УДК 004.94

Пугачева Алина Игоревна – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: pugacheva.a.i.97@gmail.com

Pugacheva Alina Igorevna – post-graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: pugacheva.a.i.97@gmail.com

Кучеров Вячеслав Антонович – инженер по подготовке производства, Производственный центр филиала ПАО «Корпорация «Иркут» «Региональные самолеты» в г. Комсомольске-на-Амуре, e-mail: fixidid@gmail.com

Kucherov Vyacheslav Antonovich – Production Preparation Engineer, Production Center of the Branch of PJSC Irkut Corporation Regional Aircraft in Komsomolsk-na-Amure, e-mail: fixidid@gmail.com

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «DIGITAL TWIN»

DIGITALIZATION OF DISTRICT HEATING SYSTEMS BY INTRODUCING «DIGITAL TWIN» TECHNOLOGY

Аннотация. В данной работе рассматриваются перспективы повышения эффективности современных систем централизованного теплоснабжения с помощью внедрения технологий «Digital Twin».

Abstract. This paper examines the prospects for increasing the efficiency of modern district heating systems through the introduction of Digital Twin technologies.

Ключевые слова: теплоэнергетика, центральное отопление, цифровой двойник, датчики, теплоснабжение, здания.

Key words: heat power engineering, central heating, digital twin, sensors, heat supply, buildings.

Введение

Сегодня повышение энергетической и экологической эффективности и энергосбережение является одним из приоритетов в стратегическом развитии технологий, определенном президентом РФ [1]. Одним из путей решения обозначенных проблем является комплексное внедрение современных цифровых подходов. В последнее время наблюдается определенный рост числа инновационных разработок, направленных на решение экологических, энергетических и технологических проблем и повышение энергоэффективности [2, 3, 4], но темпы внедрения подобных решений в экономику страны достаточно низкие. Одновременно следует отметить рост внимания к оценке энергозатрат при управлении различными технологическими процессами [5]. Всё это указывает на высокую степень актуальности цифровизации и внедрения современных интеллектуальных технологий во все энергоёмкие технологические процессы. Именно таким и является процесс транспорта и распределения тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения, широко распространённых в современном мире [6].

В настоящее время в индустриальном обществе существуют ряд проблем, связанных с централизованным отоплением и водоснабжением домов: не равномерное распределение тепла поступающего в систему отопления дома, температурный режим поступающего теплоотведения, не соответствует пожеланиям потребителя, не рациональное использование тепловых ресурсов, усложненный процесс мониторинга неисправностей на линиях теплообеспечения, малая ориентированность на потребителя.

Для обеспечения бесперебойной работы городских теплосетей, для начала следует исследовать вышеуказанные проблемы. В решении поставленных задач необходимо обратиться к инструментам цифровой экономики, а именно к цифровому двойнику [6].

Цифровой двойник – это виртуальный аналог реального объекта, компьютерная модель, которая в своих ключевых характеристиках дублирует его и способна воспроизводить его состояния при разных условиях. Это набор математических формул, которые описывают сам объект и протекающие в нем процессы.

Также стоит рассмотреть инструмент цифровой экономики, такой как: «интернет вещей» – это устройство имеющее множество датчиков, которые собирают информацию о работе устройств, а также технологии машинного обучения, которые помогают дать прогноз: как система будет вести себя в определенных ситуациях. Подробное описание всех процессов с помощью формул – сложная задача, в решении которой нужен большой объем данных о работе системы за определенный отрезок времени.

«Цифровая теплосеть». Оборудование на базе «Интернета вещей» (IoT) позволяет оперативно отслеживать все изменения в теплосети. Это необходимо, чтобы устранять утечки, проблемы с теплоизоляцией, проводить балансировку сети, обеспечивая равномерное теплоснабжение потребителей. Оно включает в себя сеть NB-IoT, состоящую из радиопередатчиков и приемников, установленных на всех узлах учета теплосети, платформу для сбора и обработки данных и приложение для сотрудников. Внедрение такой системы позволит оперативно получать информацию о технологических инцидентах, сокращая время на реагирование и устранение неисправностей. Система позволит снизить теплопотери [7].

С внедрением этого цифрового инструмента мы получаем такое явление, как цифровая энергия. В понятие «цифровая энергия» входит модернизация установок не только для производства тепла, но и для передачи и распределения. Оцифровка позволяет собирать информацию удаленно, сокращать расходы, а также автоматически контролировать и поддерживать комфортную температуру для потребителей. При правильном внедрении он может принести пользу всем - от бизнеса до конечного потребителя.

Вывод

С помощью цифровизации можно повысить эффективность тепловой инфраструктуры, снизить конечные цены на тепло, а также снизить аварийность в теплоснабжении.

Реализация цифровых двойников - моделей взаимосвязанных элементов систем теплоснабжения с учетом режимов работы источников тепла, конфигурации тепловых сетей и графиков тепловой нагрузки потребителей. Создание цифрового двойника системы позволяет эффективно и в реальном времени локализовать источники тепловых потерь даже при частичном внедрении счетчиков электроэнергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Указ № 889 от 4 июня 2008 года «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»
- 2 Соколова В.С., Зайченко И.В. Экологический аспект кондиционирования промышленных объектов / Дальневосточная весна - 2018. Материалы 16-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности. 2018. С. 134-136.
- 3 Соколова В.С., Зайченко И.В. Оценка энергоэффективности теплоизоляционных материалов генераторного блока автономной энергосберегающей системы тригенерации / 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, 2020. С. 337-339.
- 4 Зайченко И.В., Бажеряну В.В., Соколова В.С. Управление технологическим процессом ремонта деталей из полимерных композиционных материалов в составе изделия и оценка энергозатрат / Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2019. Т. 1. № 4 (40). С. 16-21.
- 5 Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 416 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08545-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/470413> (дата обращения: 30.11.2021).
- 6 Сергеев, Л. И. Цифровая экономика : учебник для вузов / Л. И. Сергеев, А. Л. Юданова ; под редакцией Л. И. Сергеева. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 332 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13619-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/477012> (дата обращения: 30.11.2021).
- 7 Казакова, О.Ю. Продвижение технологии «умного» города в сфере жилищно-коммунального хозяйства / В сборнике: Практический маркетинг. Материалы IV международной студенческой научно-практической конференции. // О. Ю. Казакова, 2019. С. 422-425.

УДК 681.5

Соколова Вера Сергеевна – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: uipp@knastu.ru
Sokolova Vera Sergeevna – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: uipp@knastu.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

ANALYSIS OF METHODS FOR AUTOMATIC REGULATION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY MODES OF INDUSTRIAL BUILDINGS AND ROOMS

Аннотация. Работа посвящена анализу методов автоматического регулирования температурно-влажностных режимов производственных зданий и помещений. На основе результатов проведенного анализа в работе приводится описание каждого этапа процесса регулирования температурно-влажностного режима производственного помещения.

Abstract. The work is devoted to the analysis of methods for automatic regulation of temperature and humidity modes of industrial buildings and premises. Based on the results of the analysis, the paper provides a description of each stage of the process of regulating the temperature and humidity conditions of the industrial premises.

Ключевые слова: температурный режим, влажностный режим, микроклимат производственных помещений, автоматическое регулирование.

Key words: temperature regime, humidity regime, microclimate of industrial premises, automatic regulation.

Температура и влажность воздуха являются наиболее важными параметрами микроклимата производственных помещений. Кроме того, данные параметры являются нормированными, т.е. для определенных технологических процессов существуют нормы и СанПиНы, которым необходимо следовать. Отклонения от норм провоцирует нарушение требований к технологическому процессу на производстве и как следствие ухудшение качества продукции, брак, внештатные ситуации. В некоторых случаях, даже незначительное отклонение от нормы может сказаться на производственном процессе. Для того чтобы избежать негативных последствий, в технологическом процессе должны быть определены температурный и влажностный режимы, и разработаны меры по соблюдению температурно-влажностного режима производственного помещения. Поиск эффективных решений для повышения показателей качества любого технологического процесса является важной задачей на производстве [3]. Для этого используются различные методы моделирования производственных процессов [1], а также прогнозирования показателей и параметров того или иного процесса [2].

Самым надежным способом обеспечения необходимого температурно-влажностного режима является кондиционирование и обеспечение оперативного реагирования на сезонные изменения, и перепады температур и влажности. Задача является актуальной, так как влияет на соблюдение требований охраны труда, критериев комфортности на рабочем месте, а также на качество работы сотрудников [5,6]. Проблема организации требуемых параметров температуры и влажности не может решиться только с помощью внедрения и модернизации климатических систем [4]. Поэтому необходимо организовать контроль, управление и регулирование температурного и влажностного режима производственного помещения.

Регулирование температурно-влажностного режима эффективно осуществляется методами автоматического регулирования [7].

В качестве подходов в области автоматического регулирования температурного и влажностного режимов можно выделить регулирование по температуре точки росы, регулирование по оптимальному режиму, метод количественного регулирования, каскадное управление, использование регулятора переменной структуры, метод управления посредством микропроцессов. Рассмотрим более подробно каскадное управление, регулирование по температуре точки росы и управление посредством микропроцессоров.

Каскадное управление. Каскадная система функционирует на основе работы двух регуляторов. Главный регулятор контролирует отклонение фактического параметра температуры и влажности воздуха от заданного посредством воздействия на задатчик вспомогательного регулятора. Требуемый уровень вспомогательной величины промежуточной точки объекта регулирования обеспечивается вспомогательным регулятором.

Регулирование по температуре точке росы. Данный способ подразумевает приближение относительной влажности воздуха в оросительной камере к $\varphi=100\%$. Стабилизация температуры точки росы $t_{r,p}$ приточного воздуха обеспечивает относительно постоянную величину φ_v в производственном помещении.

Управление посредством микропроцессоров. Система с микропроцессором может использовать все возможности системы и обладать высокой точностью поддержки регулируемых параметров на требуемом уровне, тем самым осуществлять оптимальное управление. Микропроцессор реализует заданный алгоритм для управления. Микропроцессор является вычислительным устройством на интегральных микросхемах. К нему подключены датчики и исполнительные механизмы посредством аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей.

Регулирование температурно-влажностного режима осуществляется с помощью разных подходов, если рассматривать схему кондиционирования с регулированием влажности, то процесс регулирования можно разделить на следующие этапы.

1. Калорифер первого подогрева повышает температуру воздуха, до момента когда температура воздуха придет в стабильное состояние за камерой орошения в точке росы. Регулирующий клапан регулирует подачу теплоносителя калорифера первого подогрева, руководствуясь показаниями датчика температуры (датчик точки росы), расположенного после камеры орошения.

2. Перед подачей воздуха в производственное помещение калорифер второго подогрева доводит температуру воздуха до величины заданных параметров температурно-влажностного режима помещения. Осуществляется это прямым регулированием с помощью клапана теплоносителя калорифера второго подогрева по данным с датчика температуры, установленного в производственном помещении.

3. С помощью диаграммы температурно-влажностного режима определяется необходимая температура для датчика точки росы. Для поддержания влажности в помещении поддерживается точка росы после камеры орошения.

Функциональную схему кондиционирования с регулированием влажности представим на рисунке 1.

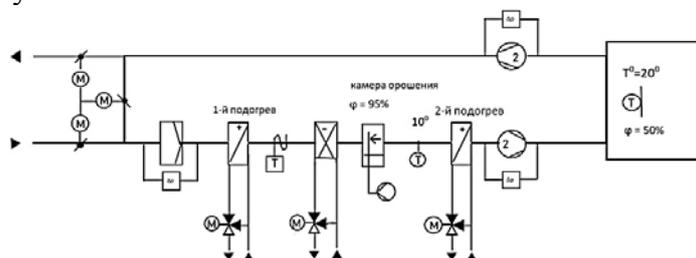


Рисунок 1 – Функциональная схема кондиционирования воздуха с регулирование влажности

В результате анализа методов автоматического регулирования температурно-влажностных режимов производственных зданий и помещений было установлено, что отсутствует единый подход, позволяющий выполнить синтез системы управления температурно-влажностным режимом. Существующие методы представляют собой частные решения отдельных прикладных задач. Таким образом, была отмечена высокая актуальность разработки универсального подхода к решению поставленной задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Зайченко И.В., Соколова В.С., Бажеряну В.В. Моделирование процесса функционирования и оптимизация параметров дефлегматора совмещенного типа в абсорбционных системах тригенерации малой мощности // Перспективы науки. 2020. № 3 (126). С. 25-28.

2 Ефимов А.Ю., Горькавый М.А., Егорова В.П. Прогнозирование и изменение значений отдельных параметров роботизированного технологического про-

цесса // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч. Комсомольск-на-Амуре, 2020. С. 229-233.

3 Горькавый М.А., Ефимов А.Ю., Егорова В.П., Соловьев В.А. Алгоритмы поиска энергоэффективного положения комплекса траекторий движения промышленного робота в составе технологического процесса // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2021. №1 (64). С. 84-91.

4 Болдырев В.В., Горькавый М.А., Егорова В.П. Технико-экономическое обоснование разработки инновационного продукта, направленного на применение возобновляемых источников энергии в местных системах отопления, расположенных на территории Хабаровского края // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч. Комсомольск-на-Амуре, 2020. С. 198-202.

5 Гончарова С.А., Зайченко И.В. Алгоритм расчёта рациональной формы роботизированного сиденья и оценка комфортности // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов. материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. 2018. С. 259.

6 Гончарова С.А., Зайченко И.В. Разработка роботизированного корректора с автоматически изменяющимся профилем для повышения качества работы сотрудников на производстве // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 285-288.

7 Гордин С.А., Зайченко И.В. Об интеллектуальной адаптации пид-регулирования в системах управления котлов малой мощности // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 3. С. 95-99.

УДК 681.5

Соколова Вера Сергеевна – аспирант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: uipp@knastu.ru

Sokolova Vera Sergeevna – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: uipp@knastu.ru

Зайченко Илья Владимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Управление инновационными процессами и проектами», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: uipp@knastu.ru

Zajchenko Il'ya Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Innovation Process and Project Management Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: uipp@knastu.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS IN THE FIELD OF AUTOMATED CONTROL OF THE INDUSTRIAL ROOM MICROCLIMATE

Аннотация. В статье рассмотрены новые технические решения и тенденции в области автоматизированного контроля параметров температуры и влажности воздуха в

производственном помещении. Приведена классификация новых подходов к разработке систем управления микроклиматом, сформулировано предложение по совершенствованию систем автоматизированного контроля микроклимата производственного помещения.

Abstract. The article discusses new technical solutions and trends in the field of automated control of temperature and humidity parameters in a production area. The classification of new approaches to the development of microclimate control systems is given, a proposal is formulated to improve the systems of automated control of the microclimate of an industrial premises.

Ключевые слова: автоматизированный контроль, микроклимат производственного помещения, инновации.

Key words: automated control, industrial premises microclimate, innovations.

Автоматизация систем управления микроклиматом производственного помещения является актуальной задачей для промышленных предприятий, так как решает множество вопросов: от охраны труда до соблюдения требований к технологическому процессу и энергосбережения [7,8]. Установка автоматизированных систем управления микроклиматом способствует экономии ресурсов, но сама по себе не является энергосбережением. Чтобы действительно перейти на энергосберегающий режим производства необходимо основательно исследовать все методы автоматического управления микроклиматом, в частности новые подходы и инновационные технические решения в области создания автоматизированных систем микроклимата и выделить те методы, которые будут эффективны для конкретного производственного помещения.

При разработке системы автоматизированного управления температурным и влажностным режимом производственного помещения следует помнить о том, что производственное помещение с технологическим процессом – это сложный динамический объект, у которого отсутствуют однозначные математические модели.

Научная проблема в области автоматизированного контроля микроклимата производственного помещения заключается в отсутствии однозначных математических моделей, так как процесс организации микроклимата носит динамический характер и параметры микроклимата нестационарные. Для сложных динамических объектов использование классических методов управления не всегда целесообразно и адекватно. При дефиците информации необходимо использовать системы на базе принципов когнитивного управления. В основе когнитивного управления лежит когнитивный анализ, когнитивное моделирование и когнитивная система. Суть когнитивного управления заключается в помощи эксперту, разрабатывающему систему управления, создать её наиболее эффективной, основанной на опыте разработчика и знании объекта управления. Изначально данный подход использовался только для моделирования ситуаций, поведения человека, сегодня он получает большое распространение и используется при организации управления динамическими объектами со сложным поведением, например роботами [1,2]. В частности, говоря о когнитивном управлении, часто упоминают нечеткую логику [4]. На принципах нечеткой логики строятся нечеткие системы управления динамическими объектами [6].

В настоящее время популярно направление цифровых двойников. Контроль технологических процессов с использованием цифровых двойников имеет перспективу, что нашло отражение в исследованиях автоматизированных систем управления предприятиями с использованием гибридных технологий на основе цифровых двойников [5], автоматизации логистики и др.

В последнее время в области автоматизированного контроля, в том числе контроля микроклимата, широко применяется технология Интернета вещей. В основном речь идет о промышленной автоматизации. Применение Интернета вещей есть взаимодействие с промышленным вводом/выводом, включая датчики, исполнительные механизмы, системы машинного зрения, видео, анализаторы и т.д. с целью повышения эффективности и гибкости производства. Беспроводные устройства, поддерживающие технологию Интернета вещей, уже используются в промышленной автоматизации. Этими устройствами являются смартфоны, сенсоры и планшеты. Использование технологии Интернета вещей в современных архитектурах автоматизации производства способствует передачи большего функционала следующему поколению улучшенных промышленных контроллеров, исполнительных механизмов и датчиков.

Рассмотренные подходы для наглядности представим на рисунке 1.

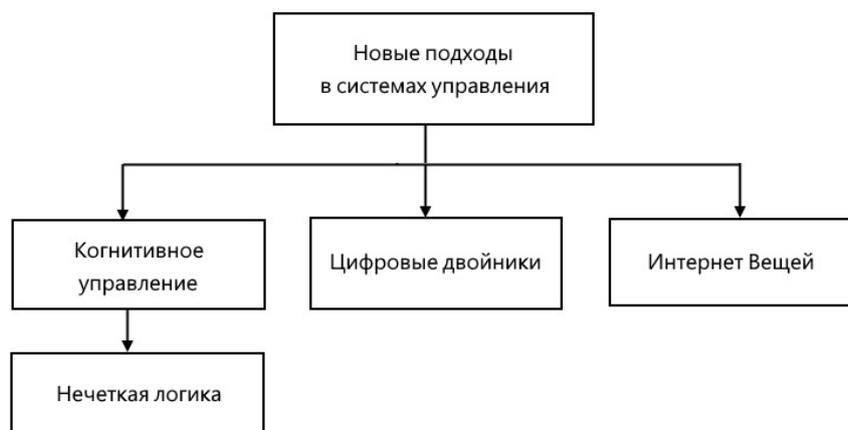


Рисунок 1 – Новые подходы в системах управления

Проведя анализ новых технических решений в области автоматического контроля микроклимата производственного помещения, можно сделать вывод о том, что грамотное применение новых технологий в автоматизации микроклимата позволит не только осуществлять управления температурно-влажностными режимами в производственном помещении на новом уровне, но и как следствие, повысить эффективность производственного процесса на предприятии в целом.

В результате работы была проведена классификация новых подходов к разработке систем управления процессом микроклимата производственного помещения. На основе анализа новых технических решений в работе удалось сформулировать предложение по совершенствованию систем автоматизированного контроля микроклимата производственного помещения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горькавый М.А., Горькавый А.И., Гудим А.С., Мельниченко М.А., Егорова В.П. Внедрение интеллектуальных роботизированных систем в производственные процессы судостроительного предприятия // Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 2 (52) . С. 97-104.

2 Ефимов А.Ю., Горькавый М.А., Егорова В.П., Соловьев В.А. Алгоритмы поиска энергоэффективного положения комплекса траекторий движения промышленного робота в составе технологического процесса // Известия высших учебных заведений. Электромеханика, 2021. С. 84-91.

3 Болдырев, В. В. Анализ эффективности алгоритмов нечеткого вывода Sugeno и Mamdani в задачах оптимизации автоматизированных систем слежения /

В. В. Болдырев // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 16–26 февраля 2021 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.), А.С. Гудим, Н.Н. Любушкина. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 164-167.

4 Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Автоматизация управления позаказным производством на основе цифровых двойников // Автоматизация в промышленности. 2021. № 8. С 33-38.

5 Зайцев А.И. Применение нечетких систем управления в электроприводах, URL: www.electro.nizniy.ru/papers/4/00407.html.

6 Соколова В.С., Зайченко И.В. Особенности управления микроклиматом при производстве изделий авиационной техники // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019 С. 446-449.

7 Соколова В.С., Зайченко И.В. Анализ требований к микроклимату при производстве изделий авиационной техники и перспективы использования абсорбционной установки для управления микроклиматом // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство. Сборник научных статей по итогам второй международной научной конференции. Казань, 2019 С. 130-132.

УДК 65.011.56

Хартманн Роман – биолог аквакультуры, фирма Vivace GmbH, e-mail: roman.rus@gmx.de

Hartmann Roman – aquaculture biologist, Vivace GmbH, e-mail: roman.rus@gmx.de

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ЧЕРНОЙ ИКРЫ

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF THE BLACK CAVIAR PRODUCTION PROCESS

Аннотация. Обоснована актуальность процессов по повышению эффективности процессов по производству рыб осетровых пород и пищевой икры. Представлены особенности ключевых производственных процессов. Обозначены ключевые инновационные технологии в области автоматизации, роботизации и информационного сопровождения процессов производства пищевой черной икры, обеспечивающие повышение качества выпускаемой продукции и снижающие ее себестоимость.

Abstract. The urgency of the efficiency improving processes of sturgeon and caviar production has been substantiated. Features of key production processes are presented. Innovative key technologies in the field of automation, robotization and information support of black caviar production processes are outlined. These processes ensure an increase in the quality of products and reduce their cost.

Ключевые слова: автоматизация, производство рыб осетровых пород и икры, инновации, технологии.

Key words: automation, sturgeon and caviar production, innovation, technologies.

Введение

В настоящее время обеспечение населения продовольственными продуктами высокого качества и поддержание при этом биоразнообразия является одной из ключевых задач, стоящих перед государством, в приоритете которого преобладает концепция устойчивого развития.

Так одним из перспективных направлений производства выступает процесс выращивания рыб осетровых пород с целью получения пищевой икры, мяса и воспроизводства популяции (выпуска в естественную среду обитания) [1-3]. Данный процесс не только вносит значительный вклад в сохранение природы, но и может выступать как успешный бизнес. Государство также заинтересовано в наращивании интенсивности биологического воспроизводства и предлагает разнообразные программы выдачи субсидий и льготного кредитования предприятиям. Кроме того, обладая значительной ценностью, производимый товар, в частности черная икра, является универсальным продуктом, необходимым как потребления внутри страны, так и при реализации на экспорт.

Технологии

В статье рассматривается успешный опыт организации бизнеса по производству рыб осетровых пород на высокотехнологичной ферме.

Характеристики ключевых параметров фермы и производственных процессов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики фермы и производственных процессов

№	Параметр	Характеристики	Значение
1.	Общая площадь	-	6371 кв.м
2.	Площадь производственных мощностей	-	4897 кв.м
3.	Тип производства	замкнутое	-
4.	Производительность (икра)	получение пищевой икры прижизненным способом	10 тонн в год
5.	Производительность (мясо)	производство осетрового мяса после сортировки рыбы по полу	100 тонн в год
6.	Биологическое воспроизводство	отпуск рыб в возрасте 1 года в естественную среду обитания (в плане)	10000 штук в год
7.	Штат сотрудников	производственный персонал/административно управляющий персонал	16 человек
8.	Стоимость основных фондов	-	30 млн евро
9.	Ключевые технологии	компьютеризированный учет характеристик рыб, автоматизированное/роботизированное кормление, автоматизированное поддержание микроклимата окружающей среды (воздух, вода) с учетом особенности цикла созревания икры (лето/зима), механическая и биологическая очистка воды.	-

Следует представить основные инновационные технологии, обеспечивающие высокую степень конкурентоспособности предприятия.

Технология автоматизированного учета, хранение характеристик рыб и икры. Система измерительных устройств и эффекторов обеспечивают диагностику состояния параметров продукта, в частности, возраст рыбы, местоположение рыбы, пол, качество икры, зрелость икры, тип жизненного цикла продукта (выращивание, карантин, получение икры и т.п.) и реализует процедуры оперативного управления процессом.

Технология прогнозирования, оптимизации и интеллектуального анализа ключевых параметров продукта и обеспечивающих производственных процессов (система поддержки принятия решений). В системе формируются прототипы решений с целью выбора и реализации наиболее эффективных действий для определенной популяции рыбы в определенный момент времени, оцениваются продуктовые характеристики полученной икры (осуществляется ее классификация), определяется оценка ее конкурентных преимуществ, анализируются причинно-следственные связи «действия-результат», вносятся коррективы в базы знаний, формируются шаблоны решений по недопущению нежелательных ситуаций и учитывается положительный опыт успешных событий.

Технологии автоматизированного поддержания микроклимата включают в себя, автоматическое поддержание температуры окружающей среды (воды/воздуха), влажности, степени содержания кислорода в воде, рН параметры, автоматизированная механическая и биологическая очистка воды, очистка воды с помощью озона и другие. Поддержание параметров в необходимых пределах обеспечивается с учетом цикличности естественного воспроизводства рыбы (зима/лето).

Технологии роботизированной реализации внутрицеховой логистики и процессов кормления рыбы. Использование максимально автономных промышленных роботов, оснащенных системами технического зрения и созданной инфраструктуры в составе инфракрасных, контактных, оптических и других видов датчиков обеспечивает максимально автоматизированную и оптимизированную систему логистических операций (складирование корма, доставка корма, загрузка корма в бассейны, транспортировка рыбы, икры, вспомогательных грузов и т.д. Программное обеспечение роботов позволяет реализовать их синхронизацию с общей интеллектуальной системой предприятия, что обеспечивает доставку корма в нужном количестве и в нужном составе в определенный бассейн с рыбой с определёнными параметрами.

Выводы

Представлены ключевые технологии, применяющиеся на предприятии по производству рыб осетровых пород и пищевой икры в значительной степени повышают эффективность производственных процессов, обеспечивают поддержания требуемого уровня качества продукции и снижают ее себестоимость.

Удачное сочетание функциональных возможностей информационных и роботизированных систем, а также знания поведенческих, эволюционных особенностей биологических систем, контроль и прогнозирование их параметров обеспечивают синергетический эффект: формируют успешный бизнес и вносят вклад в поддержание биоразнообразия живых систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017 / Bronzi P., Bronzi P., Chebanov M., Michaels J.T., Wei Q., Rosenthal H., Gessner J. // Journal of Applied Ichthyology, 2019, Vol. 35, № 1, P. 257 – 266.

2 Cultivation of Triple Hybrids of Russian, Siberian, and Amur Sturgeons at a Warm-Water Fish Farm / Amvrosov D.Y., Rachek E.I. // Russian Journal of Marine Biology, 2020, Vol. 46, № 7, P. 600 – 610.

3 Die Störaufzucht und Kaviarherstellung / Peter Steinbach// Aqua Tech Publications, 2021.

СЕКЦИЯ 4. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 539.3

Андрианов Иван Константинович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivan_andrianov_90@mail.ru

Andrianov Ivan Konstantinovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivan_andrianov_90@mail.ru

Феоктистов Сергей Иванович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Авиастроение», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: serg_feo@mail.ru

Feoktistov Sergey Ivanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Aircraft Industry Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: serg_feo@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПЕРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОСТИ К РАСЧЕТУ ПОЛЗУЧЕСТИ С ПОМОЩЬЮ ИЗОХРОННЫХ КРИВЫХ

APPLICATION OF THE VARIABLE ELASTICITY PARAMETERS METHOD TO CREEP CALCULATION USING ISOCHRONOUS CURVES

Аннотация. В работе предложено применение метода переменных параметров упругости для решения задачи ползучести. Представлен подход к расчету напряженно-деформированного состояния, когда зависимость между интенсивностью напряжений и деформаций ползучести может быть представлена с помощью единой изохронной кривой.

Abstract. The paper proposes the application of the method of variable elasticity parameters to solve creep problems. An approach to the calculation of the stress-strain state is presented, when the dependence between the intensity of stresses and creep deformations can be represented using a single isochronous curve.

Ключевые слова: метод переменных параметров упругости, ползучесть, напряжения, деформации, изохронная кривая.

Key words: method of elasticity variable parameters, creep, stresses, strains, isochronous curve.

Топологическая оптимизация штампов формообразования сложной формы сопряжена с большими математическими трудностями. Соответственно, для оптимизации таких штампов требуется применение метода конечных элементов, реализация которого распространена в САЕ-приложениях. Одной из наиболее удобных платформ для реализации конечно-элементного метода с целью топологической оптимизации является программный комплекс ANSYS. Поскольку штампы формообразования находятся в условиях длительного силового воздействия, требуется учитывать временную зависимость напряжений и деформаций. Решением данной проблемы может быть применение численного итерационного метода переменных параметров упругости, разработанного И.А. Биргером, и позволяющего в последовательных приближениях решать задачи пластичности и ползучести.

Одной из наиболее важных работ в области применения метода переменных параметров упругости для решения задач упруго-пластического формообразования

является исследование [1], где рассмотрено решение интегральных уравнений расчета напряженно-деформированного состояния заготовок в процессе штамповки с помощью метода переменных параметров Биргера. Также метод переменных параметров упругости нашел широкое применение в задачах строительной механики, механики обработки металлов давлением, что подтверждается работами [2-4]. Особенно востребован данный метод при решении упруго-пластических задач, в связи с чем, важным является вопрос аппроксимации диаграмм деформирования, который описан в работах [5,6]. На сегодняшний день вопрос расчета упруго-пластического деформирования с применением метода переменных параметров упругости по прежнему остается актуальным, например, авторами в работах [7,8] представлено применение метода для расчета напряженно-деформированного состояния. Кроме, того немаловажными являются вопросы математического моделирования деформированного состояния в двумерной и трехмерной постановке с оценкой напряженного и термонапряженного состояний, которые исследованы в работах [9-14]. Описание механических свойств, зависимостей характеристик, влияющих на деформации, а также износ изделий представлены в работах [15-18]. Вопросы оценки жесткости элементов, описание оболочечных элементов представлены в [19,20]

Согласно работе [1] метод переменных параметров упругости основывается на идеи представления физических соотношений, связывающих напряжения и деформации в виде обобщенного закона Гука, где параметры упругости являются функциями напряженно-деформированного состояния, вследствие неравномерности напряженного состояния, данные параметры принимают различные значения в разных точках тела. Значения переменных параметров упругости, аналогичных модулю упругости и коэффициенту Пуассона E^*, μ^* в законе Гука выражается в соответствии с [1] через секущий модуль кривой $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$, где σ_i – интенсивность напряжений, ε_i – интенсивность деформаций

$$E^* = \frac{E_{\text{сек}}}{1 + kE_{\text{сек}}}, \mu^* = \frac{1}{2} - \frac{kE_{\text{сек}}}{1 + kE_{\text{сек}}},$$

где $E_{\text{сек}}$ – секущий модуль.

Для применения метода переменных параметров в расчете ползучести необходимо выполнение гипотезы единой кривой напряжений-деформаций. С этой целью на основании данных об изменении деформаций $\sigma = \sigma(t)$ и напряжений $\varepsilon = \varepsilon(t)$ при нагрузках с течением времени строятся изохронные кривые, описываемые некоторой возрастающей функцией: $\sigma = \psi(\varepsilon)$. Для большинства материалов функция $\psi(\varepsilon)$ может быть аппроксимирована степенной зависимостью: $\psi(\varepsilon) = a\varepsilon^n$. При наличии данной функциональной зависимости решается упругая задача, рассчитываются интенсивность напряжений и интенсивность деформаций в нулевом приближении (рисунок 1).

В системе $(\sigma_i, \varepsilon_i)$ напряженно-деформированное состояние нулевого приближения изображается точкой A_0 , лежащей на луче, тангенс угла наклона которого равен $E_{\text{сек}}^{(0)} = E$ (рисунок 1). В следующем приближении секущий модуль изменяется с учетом напряженно-деформированного состояния. Точка $(\sigma_i^{(0)}, \varepsilon_i^{(0)})$ сносится по нормали к кривой в точку $(\sigma_i^{(1)}, \varepsilon_i^{(1)})$ и в следующем приближении согласно [1] принимается $E_{\text{сек}}^{(1)} = \frac{\sigma_i^{(1)}}{\varepsilon_i^{(1)}}$. Далее решается задача следующего приближения, секущий модуль вновь изменяется до тех пор, пока относительное изменение секущего модуля не будет меньше некоторого малого заданного значения. Таким образом, при-

менение метода переменных параметров упругости позволит решать задачи ползучести при условии построения для заданных моментов времени изохронных кривых, связывающих интенсивность напряжения и деформаций, что даст возможность избежать математических трудностей при решении нелинейной системы уравнений.

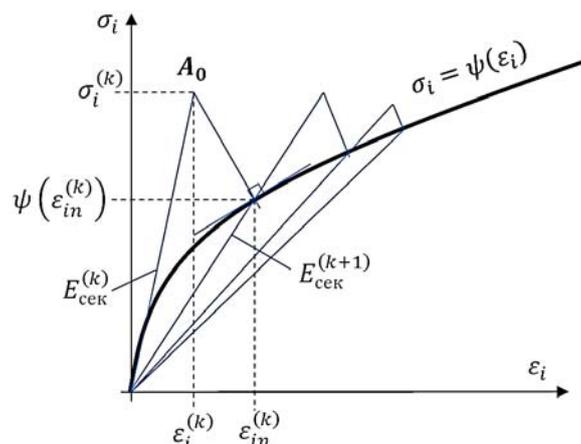


Рисунок 1 – Метод переменных параметров в последовательных приближениях для изохронной кривой

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ научного проекта №19-38-60020\19 «Разработка модели оптимизации форм штамповочных оснасток методом эффективного перераспределения материала».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Феоктистов С.И. Автоматизация проектирования технологических процессов и оснастки заготовительно-штамповочного производства авиационной промышленности. – Дальнаука, 2001. – 183с.

2 Маркушин А.Г. Метод переменных параметров упругости в решении задачи истечения сыпучего тела с твердым зерном // Механика деформируемых сред. 2010. № 16. С. 70-80.

3 Давыдова Т.С., Попова В.С., Харченко Н.И., Ловцов А.Д. Нелинейный расчет балок из упругопластического материала методом переменных параметров упругости // Материалы 61-й студенческой научно-технической конференции инженерно-строительного института ТОГУ. Материалы конференции. Хабаровск, 2021. С. 131-134.

4 Журин Е.А., Кузнецова В.О. Решение системы дифференциальных разрешающих уравнений круглых и кольцевых пластин средней толщины из ортотропных разносопротивляющихся материалов при малых прогибах с учётом нелинейных свойств материала методом переменных параметров упругости // Перспективное развитие науки, техники и технологий. сборник научных статей - 2016. С. 61-63.

5 Логинов В.Н., Широкова З.В. Аппроксимация диаграмм деформирования // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности., 2021. С. 78-81

6 Логинов В.Н., Феоктистов С.И. Аппроксимация диаграмм деформирования алюминиевых и титановых сплавов. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника, 1989, № 2. - С. 91-93

7 Логинов В.Н., Широкова З.В. Расчет напряженно-деформированного состояния листовой заготовки при штамповке эластичной средой // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2021. № 4. С. 12-17.

8 Логинов В.Н., Широкова З.В. Реализация метода переменных параметров упругости \ \ В сборнике: Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности. Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2021. С. 81-84.

9 Бормотин К.С., Вин А., Сверкунов Ю.А., Сверкунов В.А. Математическая формулировка задачи оптимального управления в процессах формообразования панелей \ \ Фундаментальная механика в качестве основы совершенствования промышленных технологий, технических устройств и конструкций. - 2018. С. 114-116.

10 Григорьева А.Л., Григорьев Ян.Ю., Хромов А.И., Жарикова Е.П. Математическое моделирование поля тензора деформаций альманси при исследовании растяжения полосы в условиях плоского напряженного состояния \ \ Фундаментальные и прикладные задачи механики деформируемого твердого тела и прогрессивные технологии в машиностроении. 2018. С. 124-136.

11 Григорьева А.Л., Григорьев Ян.Ю., Хромов А.И., Канахин И.В. Моделирование деформационных процессов элементов сложных конструкций в условиях малоциклового деформации \ \ Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 2. № 2 (52). С. 123-128.

12 Жарикова Е.П., Григорьев Ян.Ю., Григорьева А.Л. Применение искусственного интеллекта в задачах анализа состояния акваторий \ \ Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 2. № 2 (52). С. 129-133.

13 Grigoryeva A.L., Grigoryev Y.U., Khromov A.I Tensile model of a shell-type flat plate at different displacement velocity fields \ \ Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Т. 200. С. 147-156.

14 Канахин И.В., Григорьева А.Л., Хромов А.И., Григорьев Ян.Ю., Машевский В.А. Растяжение сжимаемой полосы с непрерывным полем скоростей перемещений в условиях плоской деформации \ \ Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2021. № 3 (51). С. 39-41.

15 Кравченко А.С., Бахматов П.В. Влияние термического цикла сварки на микроструктуру и механические свойства сварных соединений нержавеющей стали \ \ Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. 2018. С. 120-126.

16 Пронин А.И., Мыльников В.В., Рожков И.И., Кондрашкин О.Б., Шетулов Д.И. Изменение профиля поверхности деталей при различных вариациях ряда факторов токарной обработки \ \ Механические свойства современных конструкционных материалов. 2018. С. 123.

17 Рожков И.И., Кондрашкин О.Б., Пронин А.И., Мыльников В.В., Расчет в mathcad термонапряженного состояния при закалке деталей с переменным химическим составом по сечению \ \ Механические свойства современных конструкционных материалов. 2018. С. 129-130.

18 Лаптева И.А., Сариллов М.Ю. Композиция, предотвращающая быстрый износ металлических узлов трения автомобилей \ \ Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2018). 2018. С. 130-132.

19 Винокурова С.И., Дзюба В.А. Исследование эффективных форм элементов жесткости высотных зданий \ \ Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на Дальнем Востоке в XXI веке. 2018. С. 134-138.

20 Евстигнеева А.А., Харламова О.С., Григорьева А.Л. Математическая модель зависимости характеристик, влияющих на деформирование стальных образцов \ \ Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности. - 2021. С. 17-21.

УДК 539.3

Андрианов Иван Константинович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ivan_andrianov_90@mail.ru

Andrianov Ivan Konstantinovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ivan_andrianov_90@mail.ru

Феоктистов Сергей Иванович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Авиастроение», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: serg_feo@mail.ru

Feoktistov Sergey Ivanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Aircraft Industry Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: serg_feo@mail.ru

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

ANALYTICAL REPRESENTATION OF A PIECEWISE LINEAR MODEL OF AN ELASTIC-PLASTIC MATERIAL

Аннотация. В работе предложено аналитическое представление кусочно-линейной модели упруго-пластического материала с линейным упрочнением. Построенная математическая модель позволит перейти к одной функциональной зависимости от системы соотношений между напряжениями и деформациями в стадии упругости и пластичности. Модель может найти применение в программировании для исключения операторов ветвления.

Abstract. The paper proposes an analytical representation of a piecewise linear model of an elastic-plastic material with linear hardening. The constructed mathematical model will allow us to move to one functional dependence on the system of relations between stresses and deformations at the stage of elasticity and plasticity. The application of the model can find application in programming to exclude branching operators.

Ключевые слова: диаграмма деформирования, напряжения, деформации, кусочно-линейная модель материала.

Key words: diagram of deformation, stress, deformation, piecewise linear model of the material.

В процессе эксплуатации изделий оценка напряженно-деформированного состояния, перехода материала из стадии упругости в стадию пластичности, как правило, проводится на основании диаграммы деформирования, связывающей напряжения и относительные деформации. Аппроксимации диаграмм деформирования строятся на основании различных механических характеристик. Наиболее простыми являются кусочно-степенные аппроксимации, параболические аппроксимации на основании предела пропорциональности, предела текучести и предела прочности.

Следует подчеркнуть, что исследование механических свойств металлов, оценка их износа в процессе эксплуатации и особенности накопления повреждений в процессе деформирования исследованы в работах [2,6,9]. Исследование вопросов профилирования деталей, оценка эффективности жесткости проводились в работах [3,7,8].

Исследование вопросов аппроксимации диаграмм деформирования требует проведения математического моделирования связи напряжений и деформаций. Математическое описание полей тензоров деформаций при растяжении, математиче-

ское моделирование напряженного и термонапряженного состояний проводилось в работах [1,4,5]. Исследование связи наклона кривой усталости с деформационным упрочнением рассмотрено в работе [10].

Использование в процессе аппроксимации биквадратичных функций и квадратичных выражений оценивалось в трудах [11, 12]. Применение методов кластерного анализа для описания диаграмм деформирования, а также новых подходов к аппроксимации диаграмм деформирования рассматривалось в работах [13,14,15].

Кусочное представление графиков зависимостей напряжений от деформаций достаточно распространено в аппроксимациях упруго-пластических моделей. Построение графика зависимостей в виде системы, когда зависимости напряжений и деформаций отличаются от стадий деформирования: упругости, пластичности - является более простым способом. Однако аналитическое представление кривой зависимости напряжений от деформаций является более предпочтительным на этапе программирования. С этой целью достаточно широко используются способы аппроксимации диаграммы деформирования гладкой кривой с помощью степенных зависимостей.

Актуальность исследования заключается в том, что использование формы задания графика функцию через систему соотношений создает ряд трудностей в процессе программирования, поскольку требует применения условного оператора ветвления. Обойти данную проблему можно через аналитическое задание функции в виде функциональной зависимости.

Модель упруго-пластического тела с линейным упрочнением определяется зависимостями (рисунок 1)

$$\sigma = \begin{cases} E\varepsilon, & 0 \leq \varepsilon < \varepsilon_p \\ E\varepsilon_p + E_t(\varepsilon - \varepsilon_p), & \varepsilon \geq \varepsilon_p \end{cases} \quad (1)$$

где E – модуль упругости, ε – относительная деформация, ε_p – относительная деформация при $\sigma = \sigma_T$, σ_T – предел текучести.

В пределах упругих деформаций при $0 \leq \varepsilon < \varepsilon_p$ – зависимость между напряжениями и деформациями (1) определяется законом Гука, а в области пластических деформаций при $\varepsilon \geq \varepsilon_p$ после достижения напряжениями предела текучести принимается линейная аппроксимация зависимости между напряжениями и деформациями.

Рассмотрим функцию, описывающую ломаную, состоящую из двух прямых, тангенс угла наклона которых равен E и E_t , и излом которой проходит через начало координат:

$$\sigma = \frac{f_1(\varepsilon)+f_2(\varepsilon)}{2} + \frac{f_2(|\varepsilon|)-f_1(|\varepsilon|)}{2}, \quad (2)$$

где $f_1(\varepsilon) = E\varepsilon$, $f_2(\varepsilon) = E_t\varepsilon$.

Для выполнения условия, чтобы график (2) проходил через точку $(\varepsilon_p; E\varepsilon_p)$, проведем преобразования: сдвиг графика вправо вдоль оси $O\varepsilon$ на ε_p и вверх вдоль оси $O\sigma$ на $E\varepsilon_p$

$$\sigma = E\varepsilon_p + \frac{f_1(\varepsilon-\varepsilon_p)+f_2(\varepsilon-\varepsilon_p)}{2} + \frac{f_2(|\varepsilon-\varepsilon_p|)-f_1(|\varepsilon-\varepsilon_p|)}{2}. \quad (3)$$

Тогда зависимость (3) примет вид:

$$\sigma = \sigma_T + \frac{1}{2}[(E + E_t)(\varepsilon - \varepsilon_p) + (E_t - E)|\varepsilon - \varepsilon_p|]. \quad (4)$$

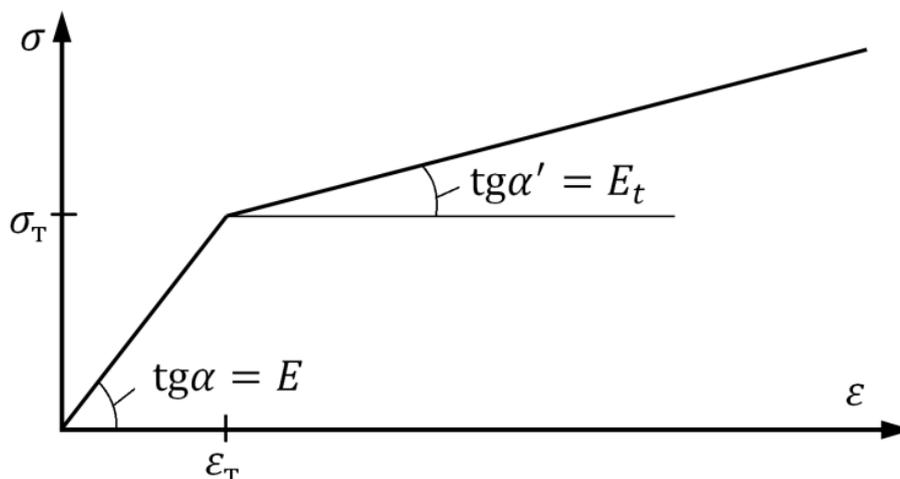


Рисунок 1 – Кусочно-линейная модель упруго-пластического материала

Соотношение (4) является аналитическим представлением закона Гука в стадии упругости и пластического деформирования с линейным упрочнением. Использование предложенной математической модели может быть успешно использовано в программировании диаграммы деформирования для исключения использования операторов ветвления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бормотин К.С., Вин А., Сверкунов Ю.А., Сверкунов В.А. Математическая формулировка задачи оптимального управления в процессах формообразования панелей \ \ В сборнике: Фундаментальная механика в качестве основы совершенствования промышленных технологий, технических устройств и конструкций. Материалы докладов III дальневосточной школы-семинара. Ответственный редактор А.И. Евстигнеев. 2018. С. 114-116.

2 Кравченко А.С., Бахматов П.В. Влияние термического цикла сварки на микроструктуру и механические свойства сварных соединений нержавеющей стали \ \ В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции. Ответственный редактор С.И. Сухоруков. 2018. С. 120-126.

3 Пронин А.И., Мыльников В.В., Рожков И.И., Кондрашкин О.Б., Шетулов Д.И. Изменение профиля поверхности деталей при различных вариациях ряда факторов токарной обработки \ \ в сборнике: механические свойства современных конструкционных материалов. Материалы конференции. 2018. С. 123.

4 Григорьева А.Л., Григорьев Ян.Ю., Хромов А.И., Жарикова Е.П. Математическое моделирование поля тензора деформаций альманси при исследовании растяжения полосы в условиях плоского напряженного состояния \ \ В сборнике: Фундаментальные и прикладные задачи механики деформируемого твердого тела и прогрессивные технологии в машиностроении. Материалы V Дальневосточной конференции с международным участием. Ответственный редактор А.И. Евстигнеев. 2018. С. 124-136.

5 Рожков И.И., Кондрашкин О.Б., Пронин А.И., Мыльников В.В., Чернышов Е.А. Расчет в mathcad термонапряженного состояния при закалке деталей с переменным химическим составом по сечению \ \ В сборнике: Механические свойства современных конструкционных материалов. Материалы конференции. 2018. С. 129-130.

6 Лаптева И.А., Сариллов М.Ю. Композиция, предотвращающая быстрый износ металлических узлов трения автомобилей \ \ В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2018). Сборник статей X Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Е.В. Агеев. 2018. С. 130-132.

7 Винокурова С.И., Дзюба В.А. Исследование эффективных форм элементов жесткости высотных зданий \ \ В сборнике: Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на Дальнем Востоке в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции Комсомольск-на-Амуре. 2018. С. 134-138.

8 Вяткина В.С., Дзюба В.А. Влияние параметров армирования на жесткость железобетонных элементов \ \ В сборнике: Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на Дальнем Востоке в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции Комсомольск-на-Амуре. 2018. С. 139-142.

9 Башков О.В., Брянский А.А. Исследование стадийности накопления повреждений в полимерных композиционных материалах \ \ В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы международной научно-практической конференции. Ответственный редактор С.И. Сухоруков. 2018. С. 15-20.

10 Шетулов Д.И., Мыльников В.В., Пронин А.И., Кондрашкин О.Б., Рожков И.И., Чернышов Е.А. О корреляции наклона кривой усталости с деформационным упрочнением \ \ В сборнике: Механические свойства современных конструкционных материалов. Материалы конференции. 2018. С. 171.

11 Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды при аппроксимации диаграмм объемного и сдвигового деформирования биквадратичными функциями (осесимметричное деформирование \ \ Строительная механика и расчет сооружений. 2020. № 6 (293). С. 14-23.

12 Бакушев С.В. Аппроксимации диаграмм деформирования квадратичными функциями \ \ Строительная механика и расчет сооружений. 2020. № 3 (290). С. 2-14.

13 Адищев В.В., Шмаков Д.С. Применение кластерного анализа для построения нечетких аппроксимаций диаграмм деформирования бетона \ \ Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 4 (640). С. 60-70.

14 Захаров А.А., Ласунский К.Э. Аппроксимация диаграммы деформирования материала \ \ Известия Московского государственного индустриального университета. 2009. № 3 (16). С. 42-46

15 Логинов В.Н., Широкова З.В. Аппроксимация диаграмм деформирования // в сборнике: актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности. Материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2021. С. 78-81.

УДК 658.264

Вакулюк Алла Александровна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: alla.vakulyuk@mail.ru

Vakulyuk Alla Aleksandrovna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: alla.vakulyuk@mail.ru

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОТЫ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

FEATURES OF DESIGN AND OPERATION OF AUTONOMOUS HEAT SUPPLY SYSTEMS

Аннотация. Работа посвящена вопросу выбора источников энергии для систем автономного теплоснабжения. Рассмотрены стоимостные характеристики различных источников энергии и выявлены наиболее перспективные из них.

Abstract. The work is devoted to the issue of choosing energy sources for autonomous heating systems. The cost characteristics of various energy sources are considered and the most promising of them are identified.

Ключевые слова: автономные системы теплоснабжения, параметрами источников энергии, стоимость.

Key words: autonomous heat supply systems, parameters of energy sources, cost.

Введение

Автономные системы теплоснабжения в настоящее время получают все более широкое распространение. Помимо классического применения автономных систем теплоснабжения, когда потребитель находится вне зон центрального энергообеспечения и энергоснабжения (города и крупные поселки), все чаще и чаще индивидуальные системы теплоснабжения начинают применяться при теплоснабжении потребителей, находящихся в зонах, в которых имеются системы центрального энергоснабжения с крупными источниками тепловой и электрической энергии. Это обусловлено рядом следующих факторов: 1. при использовании автономных источников теплоснабжения отпадает необходимость в системе трубопроводов, доставляющих тепловую энергию к потребителю, что снижает величину потерь энергии, возникающую при ее транспортировке; 2. в настоящее время созданы системы генерирования тепловой энергии небольшой мощности, имеющие высокую энергоэффективность (коэффициент полезного действия) при относительно небольшой стоимости; 3. современные автономные источники тепловой энергии имеют высокий уровень автоматизации и способны работать без обслуживающего персонала. Вопрос выбора источника теплоснабжения является технико-экономическим вопросом, и особенности этого выбора рассмотрены в этой работе.

Основные параметры систем автономного теплоснабжения, влияющие на их характеристики

Основным параметром систем автономного теплоснабжения, от которого зависит большинство его характеристик, является используемая первичная энергия (топливо). Выбор используемого топлива (энергии) является основной процедурой

при проектировании систем автономного теплоснабжения. В качестве первичной энергии могут использоваться: уголь, газ, жидкое топливо (дизельное топливо, мазут, керосин), электроэнергия, возобновляемые источники энергии (солнечная энергия, энергия ветра, дрова). Основными параметрами источников энергии является их теплотворная способность и стоимость единицы энергии, которую можно от них получить. Характеристики основных источников энергии приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Характеристики основных источников энергии

Наименование источников энергии	Единицы измерения	Теплотворная способность (МДж/т)	Стоимость (руб.)
уголь бурый	т	14700	3500
уголь каменный	т	21000	4100
газ	м ³	35,9	6,2
дизельное топливо	т	42700	56000
мазут	т	41000	27800
керосин	т	40800	46700
электроэнергия	кВт/ч	-	4,91
солнечная энергия	кВт/ч	-	8,61
энергия ветра	кВт/ч	-	6,8
дрова	т	8000	8880

На основании данных, представленных в таблице 1 можно рассчитать стоимость топливной составляющей единицы полученной энергии для автономной системы теплоснабжения с учетом коэффициента полезного действия (кпд) преобразования энергии топлива в тепловую энергию.

Данные по этим расчетам представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Топливная составляющая стоимости (1МДж) тепловой энергии для различных источников

Наименование источников энергии	Единицы энергии	Кпд источника преобразования	Стоимость единицы энергии (руб./МДж)
уголь бурый	МДж	0,7	0,34
уголь каменный	МДж	0,7	0,28
газ	МДж	0,91	0,19
дизельное топливо	МДж	0,91	1,44
мазут	МДж	0,9	0,75
керосин	МДж	0,9	1,27
электроэнергия	МДж	1	1,36
солнечная энергия	МДж	1	2,39
энергия ветра	МДж	1	1,89
дрова	МДж	0,7	1,59

Конечно, при проектировании автономных систем теплоснабжения необходимо учитывать стоимость оборудования, используемого в этой системе. Однако, с учетом того, что основное оборудование в системе теплоснабжения (котлы, нагреватели, насосы) работает, как правило, более десяти лет, его стоимость занимает существенно меньшую долю, чем топливо. Топливная составляющая в системах теплоснабжения доходит до 80% от стоимости, произведенной тепловой энергии. Вторым существенным дополнением для приведенной таблицы может служить то, что при использовании теплонасосных установок стоимость единицы энергии для электроэнергии, солнечной энергии и энергии ветра может снизиться в 3-5 раз. Однако, такие установки достаточно дороги и могут работать не везде, а только там, где климатические условия не сильно холодные. Поэтому вопрос использования теплонасосных установок требует отдельной углубленной проработки.

Выводы

В настоящее время для использования в автономных системах теплоснабжения наиболее перспективными источниками энергии являются уголь и газ. Применение электрической энергии может рассматриваться вместе с использованием тепловых насосов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кухлинг, Х. Справочник по физике : Пер. с нем./ Х.Кухлинг. –М.: Мир,1982. – 520с., ил.

УДК 539.123

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

Колмыкова Валерия Олеговна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kolmykova.lera2001@gmail.com

Kolmykova Valeria Olegovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kolmykova.lera2001@gmail.com

Ткачева Юлия Ильинична – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Tkacheva Julia Ilyinichna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

АСТРОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ПОКОЯ НЕЙТРИНО

ASTROPHYSICAL METHOD FOR DETERMINING THE REST OF NEUTRINO MASS

Аннотация. В данной работе рассматривается история открытия частицы нейтрино, различные способы детектирования, предложен способ оценки массы нейтрино при Комптоновском рассеянии.

Abstract. In this paper, we consider the history of a neutrino particle discovery, various methods of detection, and propose a method for estimating the neutrino mass in Compton scattering.

Ключевые слова: нейтрино, элементарная частица, масса покоя, законы сохранения.

Key word: neutrino, elementary particle, rest mass, conservation laws.

Введение

Существование элементарной частицы с очень малой массой, спином $\frac{1}{2}$ и электрическим зарядом, равным 0, было предложено немецким физиком Вольфгангом Паули в 1930 году для объяснения энергетического спектра электронов при радиоактивных - распадах ядер.

В начале двадцатого века, после первых открытий в сфере атомной структуры вещества, начались активные экспериментальные исследования различных ато-

мов и ядер, и вскоре было обнаружена нестабильность некоторых ядер. Было установлено, что ядра излучают α -, β -, γ -лучи. Эти лучи отличались друг от друга электрическим зарядом и разной проникающей способностью. У лучей α и γ была обнаружена общая черта – монохроматичность линий в спектрах энергий. Линии в спектрах определяются разностью энергий начального и конечного ядер, что, безусловно, находится в согласии с законом сохранения энергии. На этом фоне наблюдаемый непрерывный энергетический спектр электронов в β -распадах ядер выглядел противоречащим законам сохранения энергии-импульса.

Выход из этого противоречия был предложен Швейцарским физиком Вольфгангом Паули. Он предположил, что при β -распадах одновременно с электроном испускается еще одна нейтральная частица. Поскольку она не отклонялась в магнитных и электрических полях и не взаимодействовала с веществом, то ее электрический заряд был принят равным нулю. Таким образом, было решено возникшее противоречие в нарушениях законов сохранения энергии и импульса при β -распадах.

В дальнейшем при создании теории электро- слабого взаимодействия были введены три вида нейтрино: электронное, мюонное и таонное, отличающиеся лептонным зарядом. Академик Понтекорво предположил, что нейтрино одного вида в результате осцилляций могут переходить в нейтрино другого вида. Первоначально считалось, что масса покоя нейтрино равна нулю и нейтрино всегда движется со скоростью равной скорости света. Однако эта точка зрения не была доказана. Таким образом, возникла проблема определения массы покоя нейтрино. Первичные работы по этой теме носили теоретический характер и основывались на рассмотрении энергетического спектра электронов возникающего при β -распаде изотопа водорода ${}^3_1\text{H}$ (трития). В этих работах была определено граничное значение массы покоя электронного нейтрино. В дальнейшем был проведен цикл экспериментальных и теоретических работ по определению массы покоя нейтрино. Однако полной ясности в величине массы покоя нейтрино не получено до сих пор.

Перед тем, как рассматривать способы регистрации нейтрино следует выделить некоторые особенности и проблемы, возникающие в ходе этого процесса:

1. Поток нейтрино, регистрируемых на Земле, можно характеризовать тем, что есть возможность выделить несколько типов частиц по энергии. Соответственно различаются также и методы детектирования. Некоторые способы регистрации частиц не подходят, так как являются менее чувствительными, а, следовательно, не смогут зафиксировать поток нейтрино низких энергий.

2. Нейтрино крайне слабо взаимодействует с веществом. Поток нейтрино может легко проникать через любые даже очень толстые слои вещества. Эффективное сечение взаимодействия нейтрино с веществом лежит в диапазоне от 10^{-21} до 10^{-18} барн в зависимости от энергии нейтрино.

Поэтому в существующих способах регистрации используется достаточно длительные промежутки времени экспозиции, чтобы зарегистрировать достаточно событий взаимодействия нейтрино с веществом.

Существуют три способа детектирования нейтрино:

1. Радиохимический;
2. Рассеяние нейтрино на электронах (черенковские счетчики);
3. Поглощение нейтрино – прямой счет (Сцинтилляционный счетчик).

При *радиохимическом способе* регистрации нейтрино используются реакции взаимодействия нейтрино с хлором или галлием, в результате которых образуются атомы другого вида аргон и германий, которые улавливаются химическими спосо-

бами. Данный вид регистрации позволяет регистрировать нейтрино достаточно малых энергий с порогом всего лишь 0,233 МэВ.

Недостатком данного способа регистрации является то, что он регистрирует только факт наличия нейтрино и не позволяет зафиксировать его характеристики.

При **регистрации нейтрино с использованием эффекта Вавилова-Черенкова** поток нейтрино рассеивается на атомах входящих молекулы воды. При этом в результате столкновения нейтрино с атомом, из атомной оболочки вылетает электрон, создавая в воде черенковское свечение темно-голубого цвета. Так как для создания черенковского излучения скорость электрона должна быть больше скорости света в среде (воде) энергия регистрируемого нейтрино должна быть достаточно велика. Порог энергии регистрируемых нейтрино 5-8 МэВ в зависимости от устройства детектора.

черенковский детектор для регистрации нейтрино позволяет в отличие от радиохимического способа определять энергию нейтрино и его направление движения по трекам электронов.

При сцинтилляционном способе регистрации нейтрино происходит рассеяние нейтрино на электронах вещества. Детектирование происходит по вспышкам, вызываемым электронами рассеивания.

Достоинством этого способа является более низкий энергетический порог, чем у черенковского детектора, его недостатком является невозможность определения направления движения исходного нейтрино.

Определение массы покоя нейтрино с помощью законов сохранения

В работе предлагается способ определения массы покоя нейтрино с помощью Комптоновского рассеивания. Расчетная схема упругого взаимодействия представлена на рисунке 1.

Предположим, что происходит упругий удар нейтрино и гипотетической частицы. В процессе удара не происходит образования новых частиц.

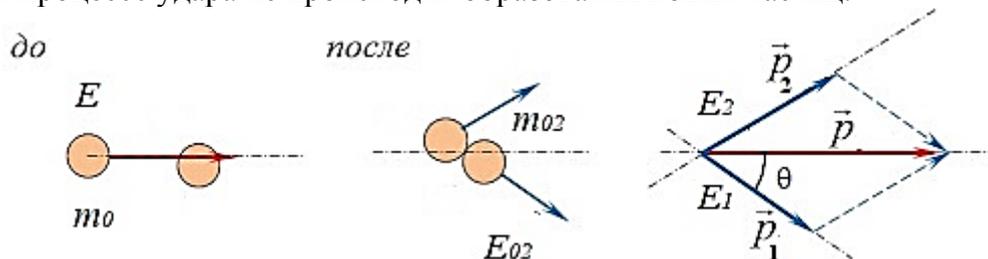


Рисунок 1 – Схема предполагаемого нецентрального упругого удара

Запишем законы сохранения импульса и энергии для столкновения:

$$E + E_{02} = E_1 + E_2, \quad (1)$$

$$P_2^2 = P_1^2 + P^2 + 2PP_1 \cos\theta, \quad (2)$$

где E – полная энергия нейтрино до столкновения; E_{02} – энергия покоя частицы; E_1 и E_2 – энергии нейтрино и гипотетической частицы после столкновения; P – импульс нейтрино до столкновения; P_1 и P_2 – импульсы нейтрино и частицы после столкновения; θ – угол рассеяния нейтрино.

Если воспользоваться связью между энергией и импульсом частицы, то система уравнений (1) и (2) позволяет определить массу покоя нейтрино. Покажем это. Распишем полную энергию частиц через кинетическую энергию и энергию покоя:

$$E_0 + E_k + E_{02} = E_0 + E_{k1} + E_{02} + E_{k2},$$

где E_0 – энергия покоя нейтрино; E_k – кинетическая энергия нейтрино до столкновения; E_{k1} и E_{k2} – кинетическая энергия нейтрино и частицы после столкновения.

Из формулы (1) с использованием связи полной энергии и кинетической можно выразить

$$E_2 = E_K + E_{02} - E_{K1} \quad (3)$$

Импульсы частиц связаны с энергиями по известным формулам, где c - скорость света в вакууме, E и E_0 - полные энергии и энергии покоя любых частиц.

$$P_2^2 = \frac{1}{c^2} \sqrt{(E_2 - E_{02})(E_2 + E_{02})}$$

$$P_2^2 = \frac{1}{c^2} E_{K2} (2E_{02} + E_{K2})$$

$$P_1^2 = \frac{1}{c^2} \sqrt{(E_1 - E_0)(E_1 + E_0)}$$

$$P_1^2 = \frac{1}{c^2} E_{K1} (2E_0 + E_{K1})$$

Аналогично для P :

$$P^2 = \frac{1}{c^2} E_K (2E_0 + E_K).$$

Подставив выражение для импульсов выраженные через энергии для соответствующих частиц формулу (2) и с учетом формулы (3) получим следующее уравнение:

$$\begin{aligned} (E_2 - E_{02})(E_2 + E_{02}) &= (E_K + E_{02} - E_{K1} - E_{02})(E_K + 2E_{02} - E_{K1}) \\ &= (E_K - E_{K1})(E_K + 2E_{02} - E_{K1}) \\ &= E_{K1}(2E_0 + E_{K1}) + E_K(2E_0 + E_K) \\ &+ 2\sqrt{E_K(2E_0 + E_K)E_{K1}(2E_0 + E_{K1})} \cos\theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= E_{K2}(2E_{02} + E_{K2}) \\ &= E_{K1}(2E_0 + E_{K1}) + E_K(2E_0 + E_K) \\ &+ 2\sqrt{E_K(2E_0 + E_K)E_{K1}(2E_0 + E_{K1})} \cos\theta \end{aligned}$$

Это уравнение можно разрешить относительно энергии покоя нейтрино E_0 . Для упрощения решения можно сделать следующее. Введем переменные Δ и X , где $\Delta = E_K - E_{K1}$, $X = 2E_0 + E_K$, т.о

$$\Delta \cdot (\Delta + 2E_{02}) = E_{K1}(X - \Delta) + E_{K1}X + 2\sqrt{E_K X E_{K1}(X - \Delta)} \cos\theta.$$

При известных E_K, E_{K1}, E_{02} и Δ - решая это уравнение находим X из него определяем E_0 - массу покоя нейтрино.

Схема опыта состоит в следующем. На орбите спутник с помощью черенковского детектора определяет E_K и E_{K1} под углом рассеяния θ . Далее вычисляется масса покоя нейтрино. Данный опыт повторяется для различных E_K и θ . Полученные результаты обрабатываются статистическими методами.

Вывод

Предложен метод определения массы покоя нейтрино с помощью астрофизического опыта, использующий Комптоновское рассеяние нейтрино.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Строковский, Е.А. Лекции по основам кинематики элементарных процессов: учебное пособие / Е. А. Строковский. – М. : Университетская книга, 2010. – 298 с.
- 2 Окунь, Л.Б. Физика элементарных частиц / Л. Б. Окунь. – 3-е изд., стереотип. – М. : Эдиториал УРСС, 2005. – 216 с.

УДК 621.311.21

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

Новгородов Никита Александрович – старший преподаватель кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: nikitakms@yandex.ru

Novgorodov Nikita Alexandrovich – Senior Lecturer of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: nikitakms@yandex.ru

Ткачёва Нина Алексеевна – консультант отдела регулирования тарифов на электрическую, тепловую энергию и воду, Комитет по ценам и тарифам Правительства Хабаровского края, e-mail: medlashka@mail.ru

Tkacheva Nina Alekseevna – Consultant of the Department for Regulation of Tariffs for Electric, Thermal Energy and Water, Committee on Prices and Tariffs of the Government of the Khabarovsk Territory, e-mail: medlashka@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ PROSPECTS FOR USING WAVE GENERATORS FOR RENEWABLE ELECTRIC ENERGY PRODUCTION

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды возобновляемых источников электрической энергии. Приведены их основные недостатки мешающие их широкому распространению. Рассмотрен относительно новый источник возобновляемой электрической энергии – волновая электростанция. Показана возможность её конкурентного использования по сравнению с ветряными электростанциями.

Abstract. The article discusses the main types of renewable sources of electrical energy. Their main disadvantages are given, which hinder their wide distribution. Considered is a relatively new source of renewable electrical energy – a wave power plant. The possibility of its competitive use in comparison with wind power plants is shown.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, волновой генератор, альтернативные источники энергии.

Key words: renewable energy, wave generator, alternative energy sources.

Введение

Расширение использования возобновляемых источников электрической энергии представляет собой одну из основных задач современной энергетики, т.к. человечеству жизненно необходимо уменьшить выбросы парниковых газов (углекислого газа) в атмосферу с целью снижения и стабилизации состояния атмосферы Земли. Традиционными источниками энергии особенно загрязняющими атмосферу являются тепловые электростанции, работающие в основном на угле, газе и продуктах нефтепереработки. Доля энергии, производимая таким способом в общем балансе электроэнергетики составляет более 70 %. В настоящее время всё более актуальным становится использование возобновляемых источников электрической энергии. Наиболее широкое распространение в электроэнергетике получили следующие виды возобновляемых источников энергии:

1) гидроэлектростанции. Их доле в мировой электроэнергетике не превышает 3–4 %. Их применение ограничено тем, что они не могут быть построены на равнинах,

т.к. при этом или затопливаются большие площади земли, или их мощность невелика;

2) электростанции, использующие солнечную энергию. Существуют два вида таких электростанций; а) с использованием фотоэлементов - этот вид солнечных электростанций является достаточно дорогим и при расчете полного цикла их использования с учетом обслуживания и утилизации не окупает вложенных в них средств. Также использование солнечных электростанций неэффективно в высоких широтах, т.к. поток солнечной энергии там мал; б) с использованием зеркал в качестве концентраторов солнечной энергии для нагрева рабочего вещества, которое используется в обычном паросиловом цикле для производства электрической энергии. Этот тип солнечных электростанций требует сложной автоматики для поворота зеркал вслед за Солнцем и также не может быть применен в высоких широтах.

3) геотермальные станции, использующие тепло Земли. Не получили широкого распространения, т.к. могут быть построены в ограниченном числе районов Земли, где имеются источники тепловой энергии;

4) ветроэлектростанции, использующие энергию ветра. Получили достаточно широкое распространение в настоящее время. В качестве недостатков можно отметить достаточно высокую стоимость постройки, связанную с низкими значениями плотности потока энергии ветра и вследствие этого увеличение диаметра роторов. Другим недостатком является инфразвуковые колебания лопастей, негативно влияющие на окружающую природу;

5) приливные электростанции, использующие энергию приливов. В качестве недостатка можно отметить, что они могут быть построены в ограниченном числе мест с высоким уровнем приливных волн;

6) волновые электростанции, использующие энергию волн. Они могут быть использованы в районах с достаточным уровнем волн. В качестве недостатка можно отметить слабую разработанность и исследованность данного вида электростанций.

Данная работа посвящена рассмотрению вопроса о перспективах использования волновых генераторов для производства возобновляемой электрической энергии.

Основная часть

Принцип действия волновых генераторов заключается в использовании энергии волн возникающих под действием ветра в открытых водных пространствах. Различают два типа волновых генераторов. Генераторы первого типа используют для своего движения силу Архимеда. Вся конструкция крепится неподвижно на дне. При набегании волн на подвижную часть волнового генератора (поплавок) действует сила Архимеда, которая двигает его возвратно-поступательно (вверх-вниз). Это движение связано с движением или катушки, или подвижной части с магнитами, движущимися относительно магнитного контура, в котором возникает электродвижущая сила. Таким образом, энергия волн переходит в электрическую энергию. Генераторы второго типа используют кроме силы Архимеда кинетическую энергию движения волн. Движение волн действует на механизм, который использует не только силу Архимеда, но и динамическое давление, возникающее при движении масс воды. Дальнейший механизм преобразования механической энергии в электрическую такой же, как у генераторов первого типа. Генераторы второго типа при одинаковых характеристиках волн могут вырабатывать больше электрической энергии, но они более сложны конструктивно и имеют большую стоимость.

Волновые генераторы имеют перед ветрогенераторами следующие преимущества. Так как плотность воды примерно в 850 раз больше плотности воздуха, то вектор плотности потока энергии, пропорциональный плотности среды, проходящий через волновую электростанцию, значительно больше, чем у ветроэлектростанции. Поэтому, при одинаковой мощности генераторов, размер волновых генераторов будет существенно меньше размеров ветрогенераторов. Соответственно

уменьшится и стоимость изготовления, установки и эксплуатации волновых электростанций по сравнению с ветроэлектростанциями.

Для оценки эффективности и стоимостных характеристик волновых электростанций была рассчитана и изготовлена модель волнового генератора [1]. Её характеристики: электрическая мощность – 1 кВт при высоте волны 0,4 м, наибольшая длина поплавок – 0,606 м, высота поплавок – 0,5 м. Стоимость изготовления составила – 40 тыс. руб. При серийном изготовлении таких генераторов его стоимость может быть уменьшена в 3 – 4 раза. Диаметр ветрогенератора для получения такой же мощности при силе ветра 14 м/с должен быть примерно равен 2,16 м. Стоимость такого ветрогенератора составляет 105 тыс. руб. [2].

Выводы

Таким образом, применение волновых генераторов для получения электрической энергии экономически более целесообразно по сравнению с ветрогенераторами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ткачёва Н.А. Динамика волнового генератора с поплавком некруглого сечения на плоской волне / Н.А. Ткачёва, М.С. Гринкруг, Н.Ю. Чайка. – Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – № 16-18, г. Саров, 2017. – 68-76 с.

2 <https://rosvetrogenerator.ru/products/rosvetro-1000m3.html>

УДК 621.314.21

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

Новгородов Никита Александрович – старший преподаватель кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: nikitakms@yandex.ru

Novgorodov Nikita Alexandrovich – Senior Lecturer of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: nikitakms@yandex.ru

Ткачева Юлия Ильинична – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: tkacheva.u@yandex.ru

Tkacheva Julia Ilyinichna - Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: tkacheva.u@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОНИЖАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СХЕМАМИ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК

RESEARCH OF STEP-DOWN TRANSFORMERS SWITCHING TRANSIENTS WITH DIFFERENT WINDING CONNECTION SCHEMES

Аннотация. В статье приведены результаты расчетов и сравнительного анализа переходных процессов, происходящих при включении трансформаторов низкого напряжения, с разными схемами включения обмоток, на активно-индуктивную нагрузку; показаны новые данные по моделированию переходных процессов в трансформаторе со схемой соединения обмоток зигзаг-звезда с нулём.

Abstract. The article presents the results of calculations and comparative analysis of transient processes that occur when low voltage transformers, with different winding switching circuits are turned on to an active-inductive load; shows new data on the simulation of transient processes in a transformer with a zigzag-star connection with zero windings.

Ключевые слова: понижающий трансформатор, нагрузка, переходный процесс, схема соединения обмоток.

Key words: step-down transformer, load, transient process, winding connection scheme.

Введение

Понижающие трансформаторы повсеместно применяются в электросетях низкого напряжения инфраструктуры населенных пунктов и промышленности. Одной из характеристик трансформатора является схема соединения его обмоток. Основными применяемыми схемами соединения обмоток трансформатора являются: звезда-звезда с нулём (Y-Yn), треугольник-звезда с нулём (Δ-Yn), зигзаг-звезда с нулём (Z-Yn). Выбор схемы соединения обмоток трансформатора зависит от ряда причин: напряжения линии, несимметрии нагрузки, влияния высших гармоник, экономических причин и т.д. В работе [1], было показано влияние изменений различных параметров трансформатора на увеличение токов переходных процессов при его включении на активно-индуктивную нагрузку. Поэтому актуальным является проведение сравнительного анализа по влиянию изменения схемы соединения обмоток на переходные процессы тока при включении трансформатора на нагрузку.

Описание эксперимента

В качестве модели исследования была выбрана модульная схема однострансформаторной подстанции, выполненная в среде Matlab. Принципиальная схема модели исследования приведена в [1]. Эксперимент на виртуальной модели проводился следующим образом. Производился расчет модели для 121 комбинации времени коммутации выключателей по трем отходящим фазам трансформатора. По окончании каждого расчета фиксировались и обрабатывались данные по величине броска тока переходного процесса по каждой фазе трансформатора и времени переходного процесса. Диапазоны изменения характеристик трансформатора и активно-индуктивной нагрузки в ходе эксперимента приведены в таблице 1, где $S_{ном}$ – номинальная полная мощность понижающего трансформатора, $\cos\varphi$ – коэффициент мощности нагрузки, β – коэффициент загрузки трансформатора (отношение текущей мощности нагрузки к номинальной полной мощности трансформатора).

Таблица 1 – Характеристики трансформатора и его нагрузки

Схема соединения обмоток	$S_{ном}$ кВА	$\cos\varphi$	β , %
Y-Yn	160	0,5	40
Δ-Yn	250	0,6	60
Z-Yn	400	0,8	80
			100

Результаты исследований

Для сравнительного анализа результатов расчета модели однострансформаторной подстанции значения броска тока переходного процесса по каждой фазе трансформатора суммировались. Далее, из 121-ой комбинации данных значений определялось среднее значение суммарных бросков токов переходных процессов – $\Delta I_{\Sigma ср}$. Это значение сравнивалось с аналогичными, полученными для других схем соединения обмоток трансформатора при одних и тех же характеристиках трансформатора и нагрузки. Результаты расчета модели приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета модели

Характеристики трансформатора и нагрузки	$\Delta I_{\Sigma cp}, A$		
	D-Yn	Y-Yn	Z-Yn
400 кВА, нагрузка 100%, $\cos\varphi=0,8$	33,95	38,96	78,84
400 кВА, нагрузка 100%, $\cos\varphi=0,6$	105,02	113,54	207,69
400 кВА, нагрузка 100%, $\cos\varphi=0,5$	149,87	160,02	284,48
400 кВА, нагрузка 80%, $\cos\varphi=0,5$	120,37	128,50	227,09
400 кВА, нагрузка 60%, $\cos\varphi=0,5$	90,64	96,73	169,81
400 кВА, нагрузка 40%, $\cos\varphi=0,5$	60,66	64,73	112,78
160 кВА, нагрузка 100%, $\cos\varphi=0,5$	59,68	64,85	113,71
250 кВА, нагрузка 100%, $\cos\varphi=0,5$	93,70	100,87	178,11

На рисунке 1 в качестве примера показаны диаграммы изменения величины средних суммарных бросков токов переходных процессов для различных схем соединения обмоток трансформатора при следующих параметрах трансформатора и нагрузки – $S_{ном} = 400$ кВА, $\beta = 100$ %, $\cos\varphi = 0,8$.

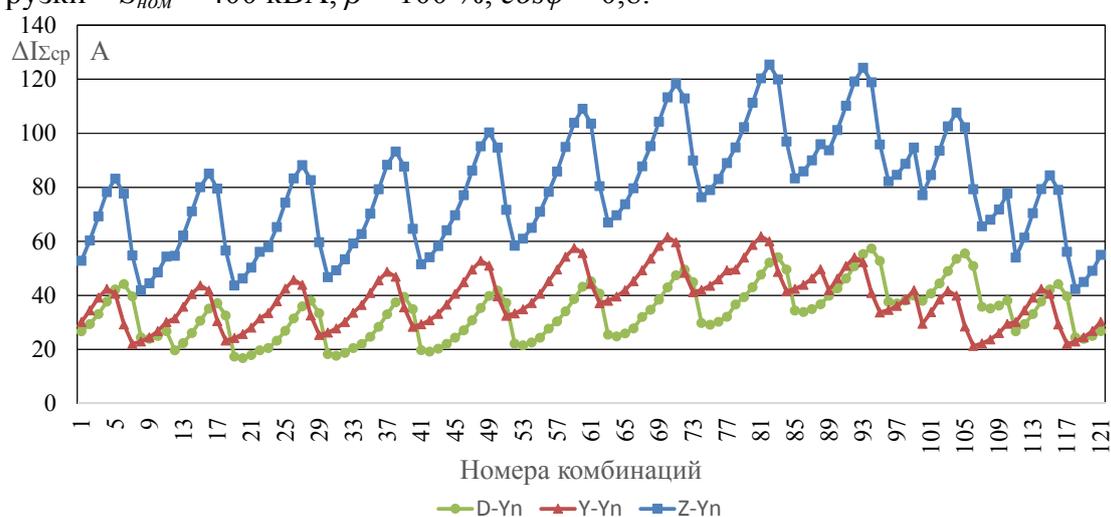


Рисунок 1 – Диаграммы изменения величины средних суммарных бросков токов переходных процессов для различных схем соединения обмоток трансформатора ($S_{ном} = 400$ кВА, $\beta = 100$ %, $\cos\varphi = 0,8$)

Выводы

По результатам расчетов выявлено, что для снижения суммарных бросков токов переходных процессов при включении трансформатора в большинстве комбинаций моментов включения, целесообразнее всего использовать трансформаторы со схемой соединения обмоток «треугольник-звезда с нулём». Трансформаторы со схемой Z-Yn невыгодно использовать как по причине роста (более 15%) расходов на используемые проводники, так и по причине больших значений $\Delta I_{\Sigma cp}$ (на 79–92 %) по сравнению с другими схемами соединения обмоток трансформатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Новгородов Н.А. Способы и алгоритмы управления элементами электрических сетей с целью увеличения их энергоэффективности. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. н., Комсомольск-на-Амуре, 2021. – 161 с.

УДК 539.371: 691-427.4

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

Новгородов Никита Александрович – старший преподаватель кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: nikitakms@yandex.ru

Novgorodov Nikita Alexandrovich – Senior Lecturer of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: nikitakms@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ ЖГУТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА УМЕНЬШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

RESEARCH OF RUBBER HARNESS ELASTIC PROPERTIES FOR DYNAMIC LOAD REDUCTION DEVICE

Аннотация. В статье приведены результаты исследования характеристик упругих жгутов для устройства снижения динамических нагрузок на человека; проанализировано влияние диаметра и типа жгутов на величину модуля Юнга материала жгутов.

Abstract. The article presents the study results of the elastic harnesses characteristics for a device for reducing dynamic loads on a person; the effect of the diameter and the type of harnesses on the value of the Young's modulus of the harness material is analyzed.

Ключевые слова: резиновый жгут, упругие свойства, динамическая нагрузка, модуль Юнга.

Key words: rubber harness, elastic properties, dynamic load, Young's modulus.

Введение

В рамках научно-исследовательской работы производится разработка устройства для уменьшения динамических нагрузок при транспортировке грузов. Одним из основных элементов этого устройства являются резиновые жгуты. В процессе работы при увеличении нагрузок происходит растяжение жгутов и часть нагрузок компенсируется. Характеристики жгутов являются наиболее существенным элементов, влияющим на характеристики всего устройства.

Описание эксперимента

Были проведены испытания резиновых жгутов диаметром от 1 до 14,5 мм с целью определения их упругих свойств. Все жгуты делились на два типа с белым и черным резиновым шнуром. Испытания проводились следующим образом. Для начальной длины шнура, лежащей в диапазоне (1,75 – 1,8) м, с помощью динамометра прикладывалась ступенчатая нагрузка, такая, что удлинение каждого шнура ΔL составляло (0,6; 1,1; 1,7) м. При этом фиксировалось значение растягивающей силы F . Характеристики жгутов и результаты испытаний представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Результаты исследования для жгутов с белыми шнурами

<i>L</i> , м	<i>D</i> , м	<i>m</i> , кг	<i>g</i> , м/с ²	<i>F</i> , Н	ΔL , м	Число жгу- тов	<i>E</i> , Н/м ²
1,78	0,0145	31,00	9,81	304,11	0,6	1	5463533
1,78	0,0145	42,60	9,81	417,91	1,1	1	4095246
1,78	0,0145	48,00	9,81	470,88	1,7	1	2985764
1,78	0,0094	14,70	9,81	144,21	0,6	1	6164665
1,78	0,0094	20,00	9,81	196,20	1,1	1	4574891
1,78	0,0094	29,80	9,81	292,34	1,7	1	4410733
1,8	0,0080	5,00	9,81	49,05	0,56	2	1568280
1,8	0,0080	6,76	9,81	66,32	1,04	2	1141708
1,8	0,0080	8,44	9,81	82,80	1,63	2	909487
1,78	0,0057	8,10	9,81	79,46	0,6	2	4619056
1,78	0,0057	11,10	9,81	108,89	1,1	2	3452627
1,78	0,0057	15,80	9,81	155,00	1,7	2	3180003
1,78	0,0047	3,57	9,81	35,02	0,6	2	2994266
1,78	0,0047	4,76	9,81	46,70	1,1	2	2177648
1,78	0,0047	6,33	9,81	62,10	1,7	2	1873821
1,78	0,0037	3,30	9,81	32,37	0,6	2	4466099
1,78	0,0037	5,00	9,81	49,05	1,1	2	3690991
1,78	0,0037	10,90	9,81	106,93	1,7	2	5206469

Таблица 2 – Результаты исследования для жгутов с черными шнурами

<i>L</i> , м	<i>D</i> , м	<i>m</i> , кг	<i>g</i> , м/с ²	<i>F</i> , Н	ΔL , м	Число жгу- тов	<i>E</i> , Н/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1,75	0,0127	37,00	9,81	362,97	0,6	1	8357189
1,75	0,0127	45,00	9,81	441,45	1,1	1	5544081
1,75	0,0127	53,00	9,81	519,93	1,7	1	4225097
1,78	0,0077	13,50	9,81	132,44	0,6	1	8437236
1,78	0,0077	17,60	9,81	172,66	1,1	1	5999812
1,78	0,0077	25,80	9,81	253,10	1,7	1	5690998
1,78	0,0067	4,70	9,81	46,11	0,6	1	3879682
1,78	0,0067	6,70	9,81	65,73	1,1	1	3016697
1,78	0,0067	9,90	9,81	97,12	1,7	1	2884269
1,78	0,0030	2,46	9,81	24,13	0,6	2	5064196
1,78	0,0030	3,37	9,81	33,06	1,1	2	3784111
1,78	0,0030	4,90	9,81	48,07	1,7	2	3560195
1,78	0,0020	1,08	9,81	10,59	0,6	2	5002437
1,78	0,0020	1,49	9,81	14,62	1,1	2	3764460
1,78	0,0020	2,16	9,81	21,19	1,7	2	3531132
1,78	0,0014	0,37	9,81	3,63	0,6	2	3497547
1,78	0,0014	0,52	9,81	5,10	1,1	2	2681166
1,78	0,0014	0,81	9,81	7,95	1,7	2	2702397
1,78	0,0010	0,28	9,81	2,75	0,6	2	5187713
1,78	0,0010	0,44	9,81	4,32	1,1	2	4446611
1,78	0,0010	0,74	9,81	7,26	1,7	2	4838959

В таблицах 1 и 2 значение модуля Юнга определялось согласно формуле [1]:

$$E = \frac{F \cdot L}{N \cdot S \cdot \Delta L} = \frac{4 \cdot F \cdot L}{N \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \Delta L}$$

где *L* – длина жгута, м; *F* – растягивающая сила, Н; *S* – площадь сечения жгута, м²; *N* – число жгутов; *D* – диаметр жгута, м; ΔL – удлинение жгута, м.

Результаты исследований

По результатам испытаний установлено, что при увеличении величины нагрузки F , для большинства случаев значение модуля Юнга E уменьшается нелинейно. Нарушение данной зависимости в нескольких случаях связано с увеличением инструментальной погрешности при проведении измерений для жгутов большого диаметра.

Выводы

По результатам эксперимента и расчетов были выбраны жгуты определенного диаметра и типа для применения в устройстве снижения динамических нагрузок на тело человека при транспортировке грузов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Савельев, И. В. Курс общей физики : в 4 т : учеб. пособие для вузов / И. В. Савельев; под ред. В. И. Савельева. – М. : КноРус, 2009. – т. 1.

УДК 539.371: 691-427.4

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

Солецкий Вячеслав Вадимович – начальник отдела по организации проектной работы обучающихся, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: skb.electro@knastu.ru

Soletsky Vyacheslav Vadimovich – Head of Organization of Students' Project Work Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: skb.electro@knastu.ru

Ткачева Юлия Ильинична – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: tkacheva.u@yandex.ru

Tkacheva Julia Ilyinichna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: tkacheva.u@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕХАНИЗМА СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА УМЕНЬШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

RESEARCH OF THE STABILIZATION MECHANISM LOAD DISTRIBUTION PRINCIPLES FOR DYNAMIC LOAD REDUCTION DEVICE

Аннотация. В статье предложено несколько вариантов кинематических схем для реализации механизма распределения нагрузки для устройства уменьшения динамических нагрузок; приведены расчетные схемы действующих сил и основные формулы для динамических расчетов.

Abstract. The article offers several options for kinematic schemes for the implementation of the load distribution mechanism for the device to reduce dynamic loads; the calculation schemes of the acting forces and the basic formulas for dynamic calculations are given.

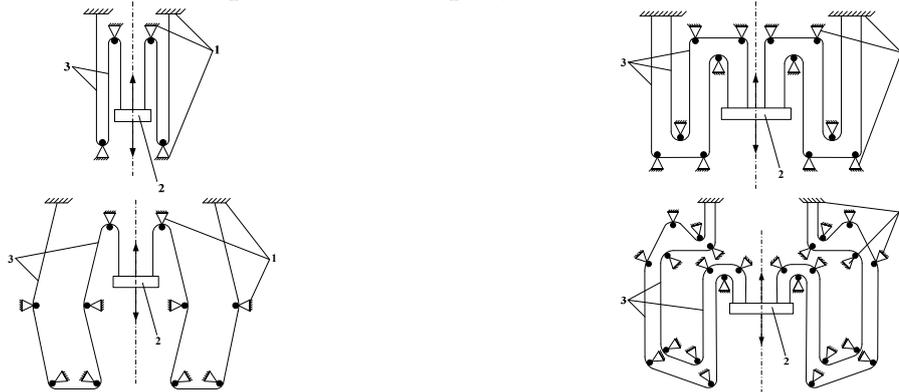
Ключевые слова: динамическая нагрузка, механизм стабилизации, кинематическая схема, силы.

Key words: dynamic load, stabilization mechanism, kinematic diagram, forces.

Введение

В ходе реализации научно-исследовательской работы производится разработка устройства, предназначенного для снижения динамических нагрузок, появляющихся при транспортировке различных грузов. Для достижения цели снижения динамических нагрузок на человека в механизме были применены схемы с резиновыми жгутами различной конфигурации. Ранее были определены наиболее значимые характеристики жгутов и подобраны конкретные их типы для реализации устройства. Следующей задачей исследования является подбор принципиальной схемы распределения нагрузки в устройстве уменьшения динамических нагрузок.

Для механизма стабилизации нагрузок предлагаются несколько вариантов принципиальных схем, приведенные на рисунке 1.



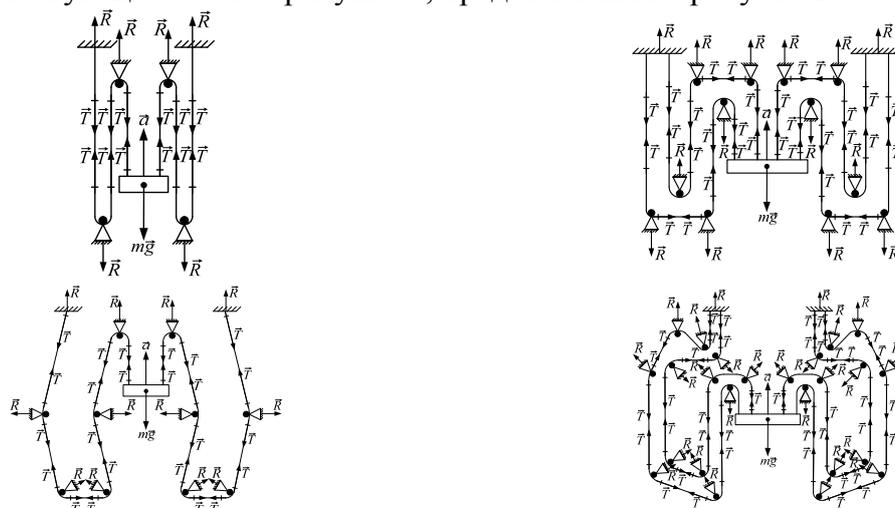
1 – опоры; 2 – полезная нагрузка; 3 – резиновые жгуты

Рисунок 1 – Варианты кинематических схем механизма

Все схемы с точки зрения кинематики и динамики являются вариантами первой схемы, кинематический и динамический расчеты всех схем принципиально не отличаются. Решение по выбору той или иной схемы для исполнения должно приниматься на основе удобства и рациональности конструктивного исполнения.

Эскизные расчеты сил принципиальных схем

На следующем этапе исследования было произведено формирование принципиальных схем с расстановкой действующих сил. Динамические схемы механизма, соответствующие схемам рисунка 1, представлены на рисунке 2.



\vec{a} – ускорение полезной нагрузки, м/с^2 ; \vec{T} – силы натяжения жгутов, Н;

$m\vec{g}$ – сила тяжести, Н; \vec{R} – силы реакции опор, Н

Рисунок 2 – Динамические схемы механизма

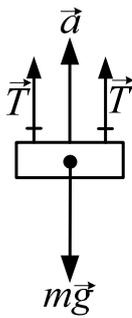


Рисунок 3 –
Расчетная схема сил

Расчетная схема сил для всех вариантов принципиально одинакова. Она представлена на рисунке 3.

Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось:

$$2 \cdot T - m \cdot g = m \cdot a, \text{ отсюда } 2 \cdot T = m \cdot g + m \cdot a.$$

Результирующая сила реакции, действующая на человека, несущего рюкзак, в проекции на вертикальную ось:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n T_i = 2T = mg + ma.$$

Результаты исследований

Демпфирование нагрузок при движении механизма вверх происходит за счет растягивания жгутов в начальный период времени. При этом сам механизм вместе с рюкзаком движется с ускорением a_1 вверх, а груз может двигаться с меньшим ускорением, которое в начальный момент может быть равным нулю. При этом нагрузки на человека будут уменьшаться и в пределе будут достигать mg .

Выводы

По результатам эскизных расчетов установлена равнозначность предложенных конструктивных решений. Выбор конкретной схемы должен осуществляться на основании решения конструктора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Савельев, И. В. Курс общей физики : в 4 т : учеб. пособие для вузов / И. В. Савельев; под ред. В. И. Савельева. – М. : КноРус, 2009. – т. 1.

УДК 551.507.354

Далия Мурад – магистрант, Университет Алеппо, e-mail: albachilama@gmail.com

Dalia Mura – graduate student, University of Aleppo, e-mail: albachilama@gmail.com

Ламма Эль-Баши – доцент кафедры «Авиационная техника», Университет Алеппо, e-mail: albachilama@gmail.com

Lama Albachi – Associate Professor of Aeronautical Engineering Department, University of Aleppo, e-mail: albachilama@gmail.com

Асад Харири – Профессор-исследователь-директор Высшего института прикладных наук и технологий, Университет Алеппо, e-mail: albachilama@gmail.com

Asaad Hariri – Professor-Researcher-Manager of the Research Center in the Higher Institute of Scientific Research, University of Aleppo, e-mail: albachilama@gmail.com

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫСОТЫ ДРОНА С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

DRONE ALTITUDE CONTROL SYSTEM USING FUZZY LOGICAL CONTROLLER

Аннотация. В данной статье разработана система управления частотой вращения и углами наклона винтов квадрокоптера с целью стабилизации высоты полета дрона. Для улучшения характеристик работы системы управления был применен нечеткий логический контроллер, который может автоматически определять свои параметры. Результаты показали, что самонастройка нечеткого контроллера улучшает характеристики системы управления.

Abstract. In this article, a system for controlling the rotational speed and tilt angles of the quadcopter propellers in order to stabilize the flight altitude of the drone has been developed. To improve the performance of the control system, a fuzzy logic controller was used, which can automatically determine its parameters. The results showed that self-tuning of the fuzzy controller improves the performance of the control system.

Ключевые слова: квадрокоптер, нечеткий логический контроллер, система стабилизации, регулятор высоты.

Key words: quadcopter, fuzzy logic controller, stabilization system, height controller.

Введение

Классическая система управления (стабилизации) высотой полета квадрокоптера осуществляет выбор параметров работы винтов методом проб и ошибок, а поиск подходящего решения занимает много времени. Поэтому авторами статьи предлагается построить систему управления с нечеткой логикой, чтобы установить оптимальные значения параметров работы винтов.

Структурная схема системы управления винтами квадрокоптера

На рисунке 1 представлена структурная схема системы управления винтами квадрокоптера. [1]

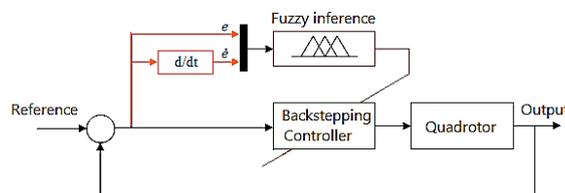


Рисунок 1 – Структурная схема системы управления винтами квадрокоптера

Этапы разработки нечеткой системы управления включают в себя нормализацию параметров, фаззификацию входных и выходных данных, создание базы правил и процесс дефаззификации, который можно пошагово описать следующим образом:

Первый шаг – это процесс преобразования числовых значений в лингвистические значения с использованием соответствующих функций аффилированности, его можно разделить на два этапа:

1 этап – выбор входов нечеткого контроллера. Поскольку количество баз увеличивается с количеством входов, лучше выбрать два или три входа для нечеткого контроллера, чтобы предотвратить проблему увеличения числа переменных [2], поэтому решено использовать ошибку $e(t)$ и ошибку производной $\dot{e}(t)$ в качестве входных данных для нечеткой системы.

2 этап - выбор нечетких групп. Обычно количество нечетких групп устанавливается равным для всех входов нечеткого контроллера. Поскольку каждая конструкция нечеткого контроллера должна стремиться решать проблему контроллера с помощью как можно меньшего количества нечетких групп. Например, обработка 25 правил вместо 49 экономит много времени вычислений [2]. Для этого мы разделили поле ввода на пять неоднозначных групп: большие отрицательные NL, маленькие отрицательные NS, нулевые или близкие к нулю ZE, маленькие положительные PS и большие положительные PL, как показано на рисунке 2, где неоднозначные группы были распределены линейным распределением. На рисунке 2 показаны функции принадлежности к ошибке и производной от ошибки.

Мы выбрали пять отдельных неоднозначных групп для представления выходных сигналов контроллера, которые представлены на рисунке 3. Языковые значения сигналов: нулевой ZE, очень маленький положительный PVS, средний положительный PM, большой положительный PL, очень большой положительный PVL.

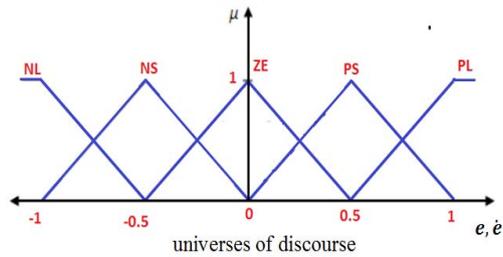


Рисунок 2 – Функция принадлежности к ошибке и производная от ошибки

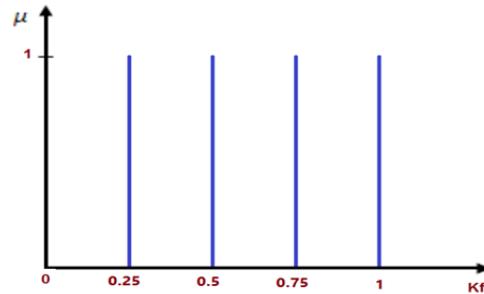


Рисунок 3 – Функции принадлежности выхода нечеткого регулятора

Второй шаг – это процесс установления масштабных коэффициентов.

Масштабные коэффициенты устанавливаются для нормализации входных данных путем деления на его наибольшее значение k , таким образом, $N = \frac{1}{|e_{max}|}$, так как выбрано поле исчерпывающего набора выходов. Константы k являются положительными константами, а диапазон каждого параметра определяется на основе численных экспериментов на контроллере. Масштабные коэффициенты для входов и выходов нечеткого контроллера представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Масштабные коэффициенты для входов нечеткого контроллера

Масштабные коэффициенты	Нечеткий вход контроллера	Масштабные коэффициенты	Нечеткий вход контроллера
$K\dot{e}_{24} = 1/14.8796$	Производная погрешности возвышения	$Ke_{14} = 1/8$	ошибка высоты
$K\dot{e}_{21} = 1/1.144$ $K\dot{e}_{22,23} = 1/1.066$	Производная угловой ошибки	$Ke_{11,12,13} = 1/0.2$	угловая ошибка

Таблица 2 – Масштабные коэффициенты для выходов нечеткого контроллера

k_{2i}	k_{1i}	
$k_{24} = (3.5 * k_{f2}) + 0.01$	$k_{14} = (6 * k_{f1}) + 0.1$	система высоты
$k_{21,22,23} = (10 * k_{f2}) + 1$	$k_{11,12,13} = (10 * k_{f1}) + 1$	Подсистемы поворота, рыскания и опасностей

Третий шаг – это процесс создания базы правил. В общем, не существует специальной техники для определения правил. Фактически, набор правил обычно устанавливается на основе знаний о принципах работы системы управления, а также посредством анализа динамического поведения и ошибок вывода [3], поэтому мы построили таблицу правил симметрично, как в таблицах 3 и 4. Таблицы 3 и 4 состоят из 25 правил для коэффициентов k_{1i} и k_{2i} .

Таблица 3 – Правила для определения коэффициента k_{1i}

$\begin{matrix} e \\ \dot{e} \end{matrix}$	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	1	1	0.75	0.75	0.5
NS	1	0.75	0.75	0.5	0.25
ZE	0.75	0.75	0.5	0.25	0.25
PS	0.75	0.5	0.25	0.25	0
PB	0.5	0.25	0.25	0	0

Таблица 4 – Правила для определения коэффициента k_{2i}

$e \backslash \dot{e}$	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	0	0	0.25	0.25	0.5
NS	0	0.25	0.25	0.5	0.75
ZE	0.25	0.25	0.5	0.75	0.75
PS	0.25	0.5	0.75	0.75	1
PB	0.5	0.75	0.75	1	1

Шаг четвертый – это выбор механизма вывода. Механизм вывода – это процесс отображения нечетких данных из входных пространств в выходные пространства в виде нечетких выходных данных [4].

Можно выразить правила, используемые в системе нулевого порядка с использованием нечеткой логической системы Сугено, следующим образом [5]:

$$\text{if } e \text{ is NB and } \dot{e} \text{ is NB then } (k_{1i} \text{ is } 1)(k_{2i} \text{ is } 0)$$

Нечеткий коэффициент представляет собой процесс алгебраического умножения в этом исследовании.

Цифровое моделирование

Динамическая модель самолета была спроектирована в среде MATLAB, в зависимости от параметров плоскости OS4, показанной в таблице 5, а затем был построен контроллер обратной связи и нечеткий контроллер, как показано на рисунке 4. С учетом того, что условия углов: $\phi_0 = \theta_0 = \psi_0 = 0,2$ (рад), начальная высота – $z = 0$, а конечная высота – $z = 8$ м, и мы приняли метод решения с фиксированным шагом. Поскольку метод переменного размера шага не может быть использован для реального времени [6], то решение было выполнено с использованием условия $\Delta t = 0,02$ (с).

Таблица 5 – Параметры плоскости OS4

Единица	Значение	Параметры	Название параметра
кг	0.65	m	масса
кг/м ²	7.5e-3	I_{xx}	момент инерции относительно оси x
кг/м ²	7.5e-3	I_{yy}	момент инерции относительно оси y
кг/м ²	1.3e-2	I_{zz}	момент инерции относительно оси z
Нс ²	3.13e-5	b	коэффициент тяги
Нмс ²	7.5e-7	d	коэффициент сопротивления
кг/м ²	6e-5	J_r	момент инерции вращения
м	0.23	l	плечо

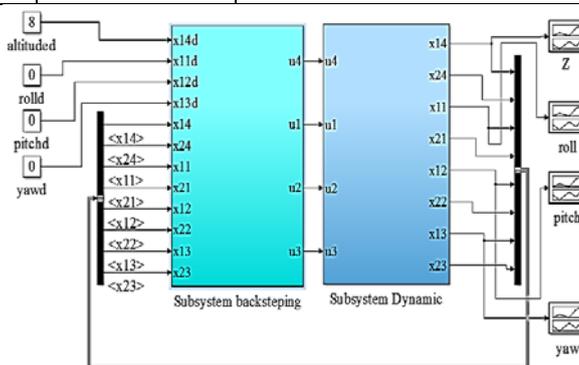


Рисунок 4 – Модель системы управления дрона

Результаты и обсуждения

На основании проведенных расчетов результаты для обычного контроллера сравнивались с результатами нечеткого контроллера.

1. На рисунке 5 показаны отклики каждой подсистемы обычного контроллера для коэффициентов усиления $k_{1i} = 0,6$ (с) и $k_{2i} = 0,6$ (с).

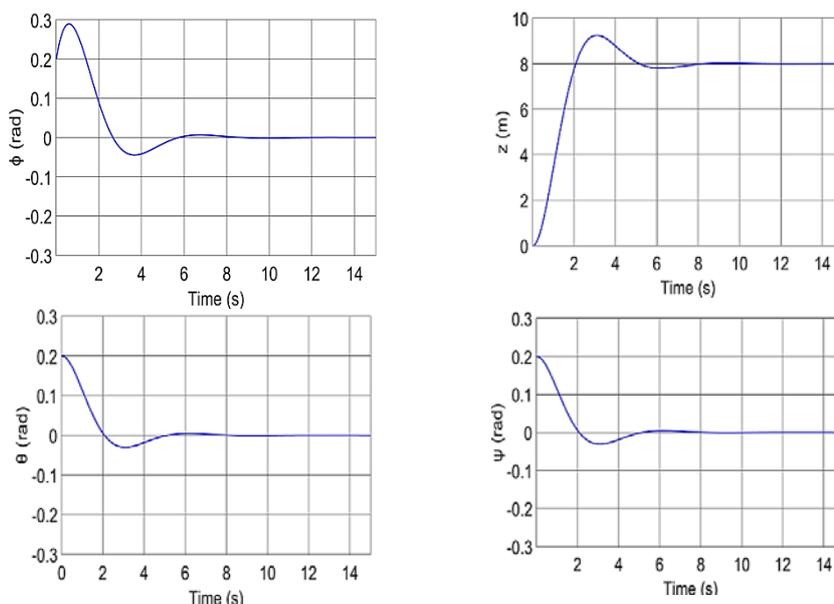


Рисунок 5 – Реакция подсистем на высоту, поворот, препятствие и рыскание для обычного контроллера

Из рисунка 5 видно, что время стабилизации высоты составляет 8,4 с, а время реакции по углам крена, тангажа и рыскания составляет 8 с.

2. Результаты моделирования работы нечеткого контроллера показаны на рисунках 6–11.

На рисунке 6 показаны результаты моделирования для нечеткого контроллера, где поле $k_{(14)}$ для высоты было определено в диапазоне (0,1-7,1), а поле $k_{(24)}$ было определено в диапазоне (0,01–3,51). Что касается углов, поле коэффициентов усиления было выбрано (1–10).

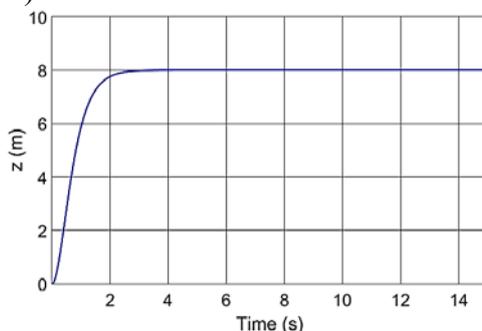


Рисунок 6 – Процесс стабилизации высоты дрона

Из рисунка 6 следует, что время установления составляет 3,08 (с).

На рисунке 7 показаны изменения коэффициентов $k_{(1)}$ и $k_{(2)}$ для системы стабилизации высоты.

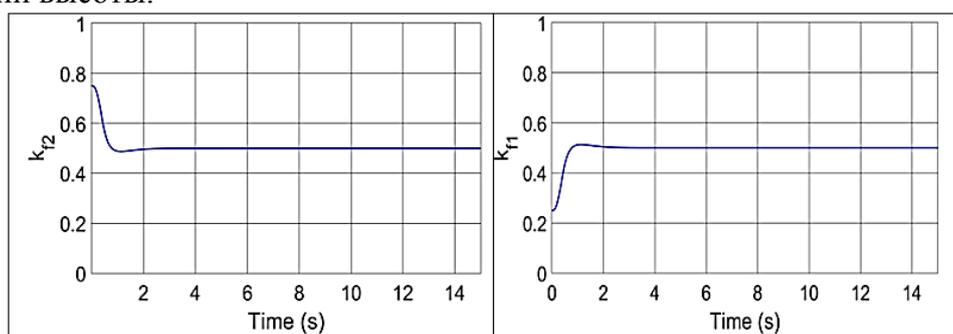


Рисунок 7 – Изменение коэффициентов усиления регулятора высоты

На рисунке 8 показаны изменения углов крена и тангажа по времени.

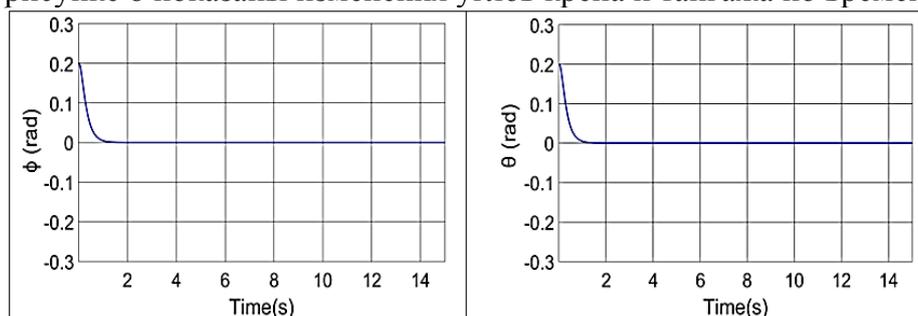


Рисунок 8 – Изменение углов крена и тангажа

На рисунке 9 показано изменение угла рыскания во времени.

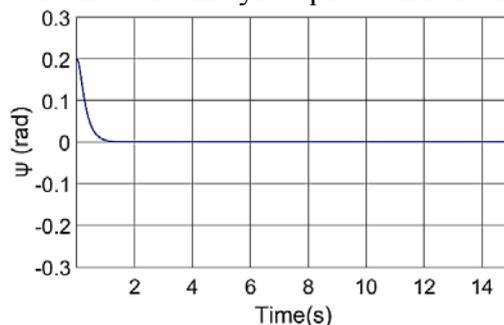


Рисунок 9 – Изменение угла рыскания во времени

Из рисунков 8 и 9 видно, что время установления углов составляет около 1,5 с. На рисунке 10 показана сила тяги, необходимая для стабилизации летательного аппарата на требуемой высоте для нечеткого контроллера.

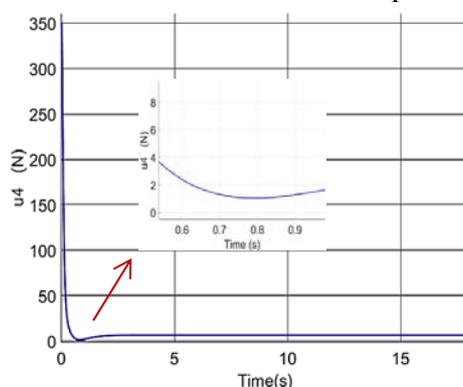


Рисунок 10 – Реакция подсистем на высоту для системы управления с нечетким контроллером

На рисунке 11 показаны значения выхода нечеткого контроллера для систем крена, тангажа и рыскания.

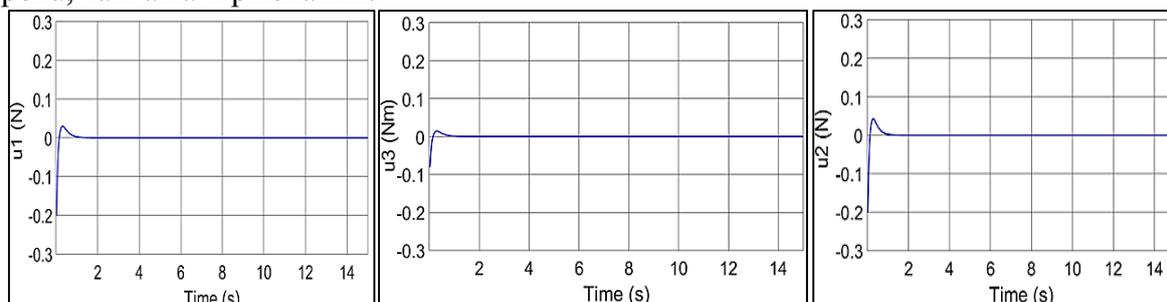


Рисунок 11 – Значение выходного сигнала для нечеткого контроллера для систем крена, тангажа и рыскания

Выводы

1. Результаты моделирования показали, что предложенный нечеткий контроллер улучшил характеристики системы управления с точки зрения времени установления для стабилизации высоты 8 м и трех углов.
2. Процесс нахождения параметров обычного контроллера занимает много времени, и использование нечеткой логики в процессе настройки регулятора дает хорошие результаты.
3. Исследование показало хорошие результаты для времени стабилизации высоты 3,02 секунды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 NANAYAKKARA T., SAHIN F.; JAMSHI M., 2018-Intelligent control systems with an introduction to system of systems engineering. Crc Press, 1std,USA,444.
- 2 KOVACIC Z.; BOGDAN S., 2006- Fuzzy controller design: theory and applications. CRC pres,1std, USA,404.
- 3 VAN M.; Do X.P.; MAVROVONIOTIS M., 2020- Self-tuning fuzzy PID-nonsingular fast terminal sliding mode control for robust fault tolerant control of robot manipulators. ISA transactions, 96, 60-68.
- 4 ALTAS I.H., 2017- Fuzzy Logic Control in Energy Systems with Design Applications in MATLAB/Simulink. UK, 1sted, UK, 506.
- 5 ES-SABERY F.; et al., 2021- Sentence-Level Classification Using Parallel Fuzzy Deep Learning Classifier. IEEE Access, 9, 17943-17985.
- 6 BASRI M.A.M.; ABIDIN M.S.Z.; SUBHA N.A.M., 2018- Simulation of backstepping-based nonlinear control for quadrotor helicopter. Applications of Modelling and Simulation, 2(1), 34-40.

УДК 551.507.354

Далия Мурад - магистрант, Университет Алеппо, e-mail: albachilama@gmail.com

Dalia Mura – graduate student, University of Aleppo, e-mail: albachilama@gmail.com

Ламма Эль-Баши – доцент кафедры «Авиационная техника», Университет Алеппо, e-mail: albachilama@gmail.com

Lama Albachi – Associate Professor of Aeronautical Engineering Department, University of Aleppo, e-mail: albachilama@gmail.com

Асад Харири – Профессор-исследователь-директор Высшего института прикладных наук и технологий, Университет Алеппо, e-mail: albachilama@gmail.com

Asaad Hariri – Professor-Researcher-Manager of the Research Center in the Higher Institute of Scientific Research, University of Aleppo, e-mail: albachilama@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДРОНА СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫСОТЫ ПОЛЕТА

MATHEMATICAL MODEL OF A DRONE WITH STABILIZATION OF FLIGHT ALTITUDE

Аннотация. Одной из очень успешных разработок дронов является квадрокоптер, который характеризуется способностью управлять им, изменяя скорость вращения несущих винтов, и поэтому можно использовать лопасти фиксированного шага, что упрощает конструкцию и управление транспортным средством. В данной статье представлена динамическая модель четырехвинтового квадрокоптера, построенная в среде моделирования программы Matlab Simulink.

Abstract. One of the very successful developments in drones is the quadcopter, which is characterized by the ability to control it by changing the rotational speed of the rotor, and therefore can use fixed pitch blades, which simplifies the design and control of the vehicle. This article presents a dynamic model of a four-rotor quadcopter built in a simulation environment of the Matlab Simulink program.

Ключевые слова: квадрокоптер, математическая модель, функция Ляпунова, Matlab Simulink.

Key words: quadcopter, mathematical model, Lyapunov function, Matlab Simulink.

Введение

В настоящее время области применения дронов стали безграничными, поскольку технологии, которые использовались для разрушения, используются для служения человечеству в нескольких областях. Среди самых известных дронов - четырехвинтовые аппараты, которые характеризуются своей способностью выполнять вертикальный взлет и посадку (VTOL) и способностью зависать [1]. Использование четырех винтов также позволяет каждому вентилятору иметь диаметр меньше, чем у вертолета, эквивалентного размеру. Четыре винта дронов позволяют им сохранять меньше кинетической энергии в полете [2]. В связи с этим эта технология в настоящий момент используется для различных задач, в число которых входят:

- визуальный и неразрушающий контроль транспортных средств [3], в дополнение к их использованию в воздушном пространстве, управление движением;
- управление стихийными бедствиями (мониторинг вулканической активности), охрана окружающей среды (измерение загрязнения воздуха и мониторинг лесов);
- разминирование;
- управление крупной инфраструктурой (плотины и напорные трубопроводы);
- сельское хозяйство;
- производство фильмов [4].

Все эти сферы внедрения требуют, чтобы квадрокоптер мог стабильно летать на определенных высотах.

Целью данного исследования является разработка интеллектуального блока для управления стабилизацией высоты четырехвинтового дрона с использованием нелинейной динамической модели дрона и метода обратного шага, используемого для решения задач управления нелинейными системами, в дополнение к использованию нечеткого диспетчерского контроллера.

Динамика квадрокоптера и принцип его работы

Конструкция квадрокоптера обычно проста и состоит из четырех пропеллеров, соединенных с фюзеляжем рычагами, а силы и крутящие моменты, действующие на самолет, генерируются движением пропеллеров и направлением лопастей. Выполнение маневра рыскания происходит за счет увеличения скорости каждого пропеллера 3 и 1 или пропеллеров 2 и 4 (рисунок 1).

Динамическую модель самолета с четырьмя винтами можно найти с помощью подхода Ньютона-Эйлера, используя два фиксированных координатных положения. Положение относительно Земли обозначим E . Подвижное положение относительно самолета обозначим B (рисунок 1), где оси тела связаны с инерциальными осями – координатами Земли, позиционными лучами и углами Эйлера.

Предположим, что самолет с четырьмя винтами является твердым телом с симметричной структурой и пренебрежем аэродинамическими эффектами в случае низкой скорости. Тогда можно считать, что центр системы тела применяется к центру тяжести самолета, а коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы постоянны и пропорциональны квадрату скорости.

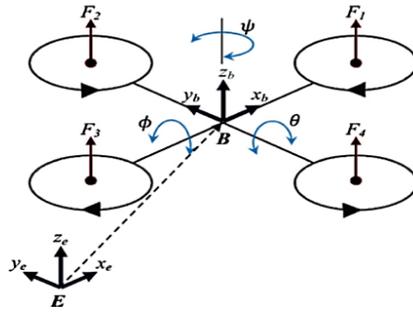


Рисунок 1 – Координаты и силы, действующие на четырехвинтовой самолет

Динамическая модель четырехвинтового самолета была предложена в [18] и выражается следующими уравнениями:

$$\begin{pmatrix} \ddot{\phi} \\ \ddot{\theta} \\ \ddot{\psi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{\theta}\dot{\psi} \left(\frac{I_{yy}-I_{zz}}{I_{xx}} \right) \\ \dot{\phi}\dot{\psi} \left(\frac{I_{zz}-I_{xx}}{I_{yy}} \right) \\ \dot{\theta}\dot{\phi} \left(\frac{I_{xx}-I_{yy}}{I_{zz}} \right) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{J_r}{I_{xx}} \dot{\theta}\Omega_d \\ \frac{-J_r}{I_{yy}} \dot{\phi}\Omega_d \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{l}{I_{xx}} \tau_\phi \\ \frac{l}{I_{yy}} \tau_\theta \\ \frac{1}{I_{zz}} \tau_\psi \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} \ddot{z} \\ \ddot{y} \\ \ddot{x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -g \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \frac{1}{m} \begin{pmatrix} \cos\phi \cos\theta \\ \cos\phi \sin\theta \cos\psi - \sin\phi \cos\psi \\ \cos\phi \sin\theta \sin\psi + \sin\phi \sin\psi \end{pmatrix} u_T \quad (2)$$

Символы ψ , ϕ , θ обозначают углы Эйлера, а символы $\tau_{(\phi, \theta, \psi)}$ представляют управляющий момент; J_r – момент инерции ротора; g – гравитационная постоянная; m – масса самолета; I_{yy} , I_{zz} , I_{xx} – моменты инерции; u_T – общая тяга, создаваемая четырьмя несущими винтами.

Мы можем определить управляющие входы следующим образом:

$$u_1 = \tau_\phi = b(-\Omega_2^2 + \Omega_4^2) \quad (3)$$

$$u_2 = \tau_\theta = b(-\Omega_1^2 + \Omega_3^2) \quad (4)$$

$$u_3 = \tau_\psi = d(-\Omega_1^2 + \Omega_2^2 - \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \quad (5)$$

$$u_4 = u_T = b(\Omega_1^2 + \Omega_2^2 + \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \quad (6)$$

где символ Ω ($i = 1, 2, 3, 4$) обозначает скорость каждого из четырех роторов, а символы b и d – коэффициенты подъемной силы и сопротивления соответственно, возмущение Ω_d может быть выражено соотношением:

$$\Omega_d = \Omega_2 + \Omega_4 - \Omega_1 - \Omega_3 \quad (7)$$

Устройство системы управления квадрокоптером

Контроллер разработан с использованием предыдущей динамической модели и основан на методе обратного шага при решении нелинейных систем. Данный метод разделяет нелинейную систему на группу SISO нелинейных подсистем с одним входом и выходом степени $n = 2$ следующим образом [18]:

$$\dot{x}_{1i} = x_{2i}, \quad \dot{x}_{2i} = f_i(x) + g_i(x)u_i, \quad y_i = x_{1i} \quad (8)$$

где u - вход, $f(x)$ и $g(x)$ - нелинейные функции.

Поскольку основная цель – стабилизировать высоту в случае зависания самолета, то мы можем иметь дело только с подсистемами, которые представляют каждый из трех углов и высоты [19], что означает, что подсистема высоты:

$$\dot{x}_{14} = x_{24}, \quad \dot{x}_{24} = f_4(x) + g_4(x)u_4, \quad (9)$$

где $f_4(x) = -g$ и $g_4(x) = \frac{\cos\phi \cos\theta}{m}$.

Подсистема крена:

$$\dot{x}_{11} = x_{21}, \quad \dot{x}_{21} = f_1(x) + g_1(x)u_1, \quad (10)$$

где $f_1(x) = \dot{\theta}\psi\left(\frac{I_{yy}-I_{zz}}{I_{xx}}\right) - \frac{J_r}{I_{xx}}\dot{\theta}\Omega_d$ и $g_1(x) = \frac{l}{I_{xx}}$.

Шаг подсистемы «рыскания»:

$$\dot{x}_{12} = x_{22}, \dot{x}_{22} = f_2(x) + g_2(x)u_2, \quad (11)$$

где $f_2(x) = \dot{\phi}\psi\left(\frac{I_{zz}-I_{xx}}{I_{yy}}\right) + \frac{J_r}{I_{yy}}\dot{\phi}\Omega_d$ и $g_2(x) = \frac{l}{I_{yy}}$.

Подсистема «рыскания»:

$$\dot{x}_{13} = x_{23}, \dot{x}_{23} = f_3(x) + g_3(x)u_3, \quad (12)$$

где $f_3(x) = \dot{\theta}\dot{\phi}\left(\frac{I_{xx}-I_{yy}}{I_{zz}}\right)$ и $g_3(x) = \frac{1}{I_{zz}}$.

Идеальная конструкция управления обратным шагом

В этой статье был применен оптимальный (традиционный) метод обратного шага управления, разработанный с использованием прямой теории Ляпунова. Вычисления выполняются в два шага [19]:

Первый шаг: ошибка отслеживания пути определяется следующим образом:

$$e_{1i} = x_{1i,d} - x_{1i}, \quad (13)$$

где $x_{1i,d}$ – путь, по которому нужно идти, а $i = 1, \dots, 4$.

Возьмем производную от e_{1i} :

$$\dot{e}_{1i} = \dot{x}_{1i,d} - \dot{x}_{1i}. \quad (14)$$

Первую функцию Ляпунова можно определить следующим образом:

$$V_{1i}(e_{1i}) = \frac{1}{2}e_{1i}^2. \quad (15)$$

Возьмем производную от первой функции Ляпунова:

$$\dot{V}_{1i}(e_{1i}) = e_{1i}\dot{e}_{1i} = e_{1i}(\dot{x}_{1i,d} - \dot{x}_{1i}). \quad (16)$$

Предполагая, что x является пределом виртуального управления, мы можем указать для него желаемое значение, определяемое как функция устойчивости, следующим образом:

$$\alpha_i = \dot{x}_{1i,d} + k_{1i}e_{1i}, \quad (17)$$

где k_1 - положительная постоянная.

Заменяя контрольный член по умолчанию в уравнении (16) на желаемое значение, получим:

$$\dot{V}_{1i}(e_{1i}) = -K_{1i}e_{1i}^2 \leq 0. \quad (18)$$

Второй шаг: Определяется отклонение контрольного предела по умолчанию от желаемого значения в виде:

$$e_{2i} = \alpha_i - \dot{x}_{1i} = \dot{x}_{1i,d} + k_{1i}e_{1i} - \dot{x}_{1i}. \quad (19)$$

Используя уравнение (17), получим:

$$\dot{e}_{2i} = \dot{\alpha}_i - \ddot{x}_{1i} = \ddot{x}_{1i,d} + k_{1i}\dot{e}_{1i} - \ddot{x}_{1i} - \dot{f}_i(x) - \dot{g}_i(x)u_i \quad (20)$$

и выбрав подчиненного Ляпунова II, получим:

$$V_{2i}(e_{1i}, e_{2i}) = \frac{1}{2}e_{1i}^2 + \frac{1}{2}e_{2i}^2, \quad (21)$$

взяв производную от второй функции, получим:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{2i}(e_{1i}, e_{2i}) &= e_{1i}\dot{e}_{1i} + e_{2i}\dot{e}_{2i} = e_{1i}(\dot{x}_{1i,d} - \dot{x}_{1i}) + e_{2i}(\dot{\alpha}_i - \ddot{x}_{1i}) \\ &= e_{1i}(e_{2i} - k_{1i}e_{1i}) + e_{2i}(k_{1i}\dot{e}_{1i} + \ddot{x}_{1i,d} - \ddot{x}_{1i} - \dot{f}_i(x) - \dot{g}_i(x)u_i) \\ &= -k_{1i}e_{1i}^2 + e_{2i}(e_{1i} + k_{1i}\dot{e}_{1i} + \ddot{x}_{1i,d} - \ddot{x}_{1i} - \dot{f}_i(x) - \dot{g}_i(x)u_i) \end{aligned} \quad (22)$$

Для $\dot{V}_{2i}(e_{1i}, e_{2i}) \leq 0$ тогда управляющий вход u_i должен быть таким, как в следующем уравнении:

$$u_i = \frac{1}{g_i(x)}(e_{1i} + k_{1i}\dot{e}_{1i} + \ddot{x}_{1i,d} - \ddot{x}_{1i} - \dot{f}_i(x) + k_{2i}e_{2i}) \quad (23)$$

где k_2 - положительное значение, а член $k_2 \cdot e_2$ был добавлен для стабилизации ошибки пути e_{1i} . Подставим уравнение (23) в (22), получим следующее уравнение для функции Ляпунова из квадратичной функции:

$$\dot{V}_{2i}(e_{1i}, e_{2i}) = -k_{1i} e_{1i} - k_{2i} e_{2i} = -E_i^T K E_i \leq 0 \quad (24)$$

Из соотношения (24) мы замечаем, что производная Ляпунова является отрицательной полуопределенной, и поэтому закон управления (23) делает систему асимптотически устойчивой и допускает переменные состояния $X = [\phi, \dot{\phi}; \theta, \dot{\theta}; \psi, \dot{\psi}; z, \dot{z}]$ для определения искомым величин [20].

Заключение

В данной работе предложена математическая модель квадрокоптера с четырьмя винтами, позволяющая рассмотреть аэродинамические процессы его движения при условии стабилизации высоты полета. Полученная система уравнений решена в программной среде Matlab Simulink.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 GREEN D.R; GOMEZ C., 1998 - Small scale airborne platforms for oil and gas pipeline monitoring and mapping. *In Proceedings of the Marine and Coastal Environments Conference-San Diego, US (October 1998)*, 1-54.
- 2 SRIVASTAVA A.; SINGH R.; KUSHWAHA S.; SHIVHARE S., 2016 - Quadrone-A Vision For Tomorrow. *International Journal of Engineering Science Invention Research & Development*, 2(9), 600-604.
- 3 PAPA U.; PONTE S., 2018-Preliminary design of an unmanned aircraft system for aircraft general visual inspection, *Electronics*, 7(12), 435-450.
- 4 DUC M.N.; TRONG T.N; XUAN Y.S., 2015- The quadrotor MAV system using PID control. *In 2015 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)*, 506-510.
- 5 RODRIGUEZ-ABR O.; et al., 2020- Genetic Algorithm-Based Tuning of Backstepping Controller for a Quadrotor-Type Unmanned Aerial Vehicle. *Electronics*, 9(10), 1735-1795.
- 6 PEDRO J.O.; DANGOR M.; KALA P.J., 2016- Differential evolution-based PID control of a quadrotor system for hovering application. *In 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2791-2798.
- 7 ELFEKY M.; et al., 2016-Modeling and simulation of quadrotor UAV with tilting rotor. *International Journal of Control Automation, and Systems*, 14(4), 1047-1055.
- 8 KOSE O.; OKTAY T., 2019- Dynamic modeling and simulation of quadrotor for different flight conditions. *European Journal of Science and Technology*, 15, 132-142.
- 9 HUANGJ.; et al., 2019-Control of rotary inverted pendulum using model-free backstepping technique. *IEEE Access*, 7, 96965-96973.
- 10 KHALILI A.A.; MOHAMED Z.; BASRI M.A.M., 2019-Enhanced backstepping sliding mode controller for motion tracking of a nonlinear 2-DOF piezo-actuated micromanipulation system. *Microsystem Technologies*, 25(10), 3765-3777.
- 11 RODRIGUEZ-ABREO O.; et al., 2020- Genetic Algorithm-Based Tuning of Backstepping Controller for a Quadrotor-Type Unmanned Aerial Vehicle. *Electronics*, 9(10), 1735-1759.
- 12 BASRI M.A; NOORDIN A., 2020-Optimal backstepping control of quadrotor UAV using gravitational search optimization algorithm. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(5), 1819-1826.
- 13 KHODADADI H.; GHADIRI H., 2016- Self-tuning PID controller design using fuzzy logic for half car active suspension system. *International Journal of Dynamics and Control*, 6(1), 224-232
- 14 FARAH N.; et al., 2018-Self-tuning fuzzy logic controller based on takagi-sugeno applied to induction motor drives. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 9(4), 1967-1975.

- 15 BABUSKA R.; et al., 2002- Fuzzy self-tuning PI control of pH in fermentation. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 15(1), 3-15.
- 16 LLAMA M.A.; KELLY R. ; SABBIBANEZ V., 2001- A stable motion control system for manipulators via fuzzy self-tuning. *Fuzzy sets and systems*, 124(2), 133-154.
- 17 BOUABDALLAH S., 2007- Design and control of quadrotors with application to autonomous flying. THESIS, Lausanne, Epfl.
- 18 GLIDA H.E.; et al., 2020- Optimal model-free backstepping control for a quadrotor helicopter. *Nonlinear Dynamics*, 100(4), 3449-3468.
- 19 BASRI M.A.M.; HUSAIN A.R.; DANAPALASINGAM K.A., 2015- Nonlinear Control of an Autonomous Quadrotor Unmanned Aerial Vehicle using Backstepping Controller Optimized by Particle Swarm Optimization. *Journal of Engineering Science & Technology Review*, 8(3), 39-45.
- 20 ZHOU L.; et al., 2019- Quadrotor UAV flight control via a novel saturation integral backstepping controller. *Automatika*, 60(2), pp.193-206.

УДК 519

Зайцев Дмитрий Сергеевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А.Бунина», e-mail: dimanz1997@bk.ru
 Zaitsev Dmitry Sergeevich – postgraduate student, Bunin Yelets State University, e-mail: dimanz1997@bk.ru

УПРАВЛЕНИЕ ИТ-ПРОЕКТАМИ: ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КОМАНД ИТ-РАЗРАБОТКИ

IT - PROJECT MANAGEMENT: MEASURING IT-DEVELOPMENT TEAM PRODUCTIVITY

Аннотация. В статье автор рассматривает поток создания ценности в производственной системе. Для управления на основе данных необходимо регулярно собирать актуальные метрики, характеризующие процесс создания ценности в каждой команде. Это очень трудоемкий процесс, отвлекающий разработчиков от основной деятельности – создания новой функциональности программного продукта. Поэтому возникает необходимость в простых и эффективных инструментах сбора и анализа метрик потока создания ценности, которые будут использовать существующие системы управления задачами в рабочем процессе, и не будут создавать лишнюю когнитивную нагрузку на команду разработки.

Abstract. In the article, the author considers the flow of value creation in the production system. For data-based management, you need to regularly collect up-to-date metrics that characterize the value creation process in each team. This is a very time consuming process that distracts developers from the main activity - creating a new functionality of the software product. Therefore, there is a need for simple and effective tools for collecting and analyzing value stream metrics that will use existing task management systems in the workflow, and will not create unnecessary cognitive burden on the development team.

Ключевые слова: продуктовый подход, agile команда, организационные изменения, качество продукта, измерение ценности, метрики потока создания ценности, продуктовые показатели.

Keywords: product approach, agile team, organizational changes, product quality, value measurement, value stream metrics, product metrics.

Введение

В условиях стремительно развивающихся цифровых технологий компании переходят к новым формам управления ИТ-разработкой, которые способны обеспечить темпы создания программных продуктов, соответствующие скорости адаптации бизнеса к конкурентному рынку. Когда ИТ-разработка становится уже не просто поддержкой бизнес-процессов, а частью бизнес-модели, возрастают требования к качеству поставляемых решений и скорости создания новой функциональности по запросам бизнеса. В этих условиях осуществляется переход к гибким методологиям управления (Agile). Одной из составляющих такой концепции управления является принятие решений на основе данных. Деятельность команд ИТ-разработки и поток создания бизнес-ценности, должны быть измеримы.

Результаты и их анализ

Agile-манифест напрямую декларирует принцип управления рабочим процессом команды на основе данных: команда должна систематически анализировать возможные способы улучшения эффективности и соответственно корректировать стиль своей работы [1].

Метрики позволяют оценить проходит ли отстройка рабочего процесса в нужную сторону, в сторону улучшения и достижения целей продуктового подхода. Это не означает, что измеряются достижения или провалы. Важно видеть направление развития, его тренд и скорость. Весь путь продуктовой команды должен быть измерим и подвергаться оценке. Это необходимо для того, чтобы непрерывно улучшать процесс разработки ПО, что является еще одним требованием продуктового подхода [2].

Таким образом, гибкой команде разработки необходимы инструменты измерений и набор метрик, позволяющий увидеть проблемные места в рабочем процессе, замедляющие поставку ценности, и исправить их.

Цель управления потоком создания ценности – помочь разработчикам привлечь своих заказчиков, предоставляя высококачественные программные продукты, создающие ценность. Управление потоком создания ценности дает возможность достичь этого за счёт системного подхода к разработке. Всесторонний обзор потока создания ценности позволяет фиксировать каждый аспект процесса поставки. Такой подход предоставляет менеджерам и руководству инструменты для решения проблем и повышения качества программных продуктов [4].

Скрынник О.В. рассматривает поток создания ценности в производственной системе, которую мы подвергаем измерениям для анализа характеристик продуктивности команд разработки [3]. В потоке при движении элементов работы (задач) от входа к завершению непосредственно создается бизнес-ценность, выраженная в приращении новой функциональности. Управление потоком создания ценности даёт командам возможность постоянно улучшать свою разработку и быстрее принести больше пользы заказчикам.

Стандартные характеристики потока создания ценности [3]:

- *Равномерность потока (Net Flow)*: отношение количества задач, принятых к исполнению, к количеству успешно завершённых задач.
- *Незавершённая работа (Work in Progress)*: количество выполняемых в настоящее время элементов работы в рамках конкретного потока создания ценности, чтобы команды могли распознать чрезмерное или недостаточное использование потоков создания ценности.
- *Скорость потока создания ценности (Lead Time)*: с точки зрения заказчика это время, необходимое для предоставления возможности – от момента принятия обязательств по конкретной задаче до поставки для конечных пользователей.

– *Профиль элементов работы (Work by Type)*: доля каждого типа элементов работы, выполненная за определённое время.

Это те точки измерения, которые позволяют оценить, насколько хорошо отстроен поток создания ценности и где есть проблемные зоны. К этим точкам необходимо приложить определенный набор метрик, чтобы получить данные для принятия решений.

Измерение представляет собой выраженное в количественных величинах сокращение неопределённости на основании одного или нескольких наблюдений.

Метрика – это технически или процедурно измеряемая величина, характеризующая объект управления.

KPI (Key Performance Indicators) – это метрики, которые используются для оценки состояния объекта управления: метрика может являться KPI только если она принципиально важна для оценки состояния объекта; метрика может являться KPI, только если для неё определено ожидаемое значение и диапазон допустимых отклонений.

Управление потоком создания ценности требует большего, чем просто измерения. Чтобы постоянно предоставлять программные продукты и услуги, которые удовлетворяют ожиданиям заказчиков, необходимо принимать решения на основе бизнес-аналитики и вносить улучшения, управляя рисками.

Задачи, в решении которых могут помочь измерения:

– направление деятельности (Direct) – грамотное планирование требует постановки целей, которые согласно концепции SMART должны быть специфичны и измеримы. С каждой целью должен быть связан один или несколько показателей, которые позволят оценивать прогресс;

– обоснование изменений (Justify) – отклонения метрик от целевых значений, неудовлетворительная динамика, негативный тренд являются хорошими цифровыми аргументами в пользу необходимости совершенствования;

– подтверждение выполнения и результатов (Validate) – персонал действует в соответствии с нормативами, принятые решения исполняются, а их исполнение даёт ожидаемые результаты;

– принятие корректирующих мер (Intervene) – метрики позволяют установить точку для принятия оперативных корректирующих мер.

Рассмотрим подробнее стандартные метрики, которые позволяют оценить вышеописанные характеристики потока создания ценности [2].

1. *Равномерность потока (Net Flow)*. Измерение равномерности потока является комплексным показателем, состоящим из входящего потока элементов работы «Flow in» и потока завершённых задач «Done».

Показатель «Flow In» – это общее количество задач всех типов, которые были взяты из бэклога в работу в данном периоде (даже если задача затем была возвращена в бэклог – она продолжает считаться взятой в работу).

Показатель «Done» – количество завершённых полезных задач за отчётный период. Завершённой считается задача, переведённая в статус «Закрывается» в данном отчётном периоде (результаты выполнения установлены в среду эксплуатации и доступны для использования).

Задачи, взятые в работу, но не завершённые попадают в отдельную метрику, называемую «Discard». Это элементы работы, которые можно явно отнести к потерям. Например, отменённые задачи, дубли и подобное.

Метрика позволяет ответить на вопросы:

1. Насколько соответствует количеству взятых задач количеству завершённых?

2. Велики ли отклонения между тем, что взяли, и тем, что завершили?

3. Done: команда выдаёт что-то полезное? Сколько в штуках? Насколько равномерно?

4. Discard: не слишком ли много «мусорных» задач, на которые затрачиваются ресурсы команды?

2. *Незавершённая работа (Work in Progress, WIP)*. Количество незавершённых задач на конец периода. Незавершённой считается задача, к выполнению которой приступили (то есть она больше не находится в бэклоге), но в статус «Закррито» не перевели. В том числе учитываются задачи, которые взяли в работу, а затем вернули обратно в бэклог.

Следует стремиться к равномерному графику со значениями за каждую неделю в зависимости от количества участков обработки в потоке и количества исполнителей ролей в потоке.

Метрика позволяет ответить на вопросы:

1. Какой объём работы постоянно находится в потоке?

2. Нет ли накопления количества задач от недели к неделе?

3. *Характеристика скорости потока (Lead Time)*. Время выполнения элемента работы (реализации задачи) можно выразить через количество рабочих дней на завершённую полезную задачу.

Эта метрика так же является комплексной. Вычисляются минимальные, максимальные и средние значения времени оборотов элементов в потоке создания ценности. Среднее значение определяется через медиану в рабочих днях от момента, когда задача попала в поток до момента её закрытия. Если завершённых задач в отчётном периоде нет, то показатель не вычисляется. Аналогично вычисляются наибольшее время и наименьшее время для данного отчётного периода.

Для задач, которые взяли в работу, а затем по любой причине перенесли обратно в бэклог, датой начала работы считается дата первого взятия в работу. Таким образом, перенос задачи обратно в бэклог не уменьшает суммарное время выполнения задачи.

Метрика позволяет ответить на вопросы:

1. Какова скорость потока?

2. Насколько сильны отклонения этой скорости?

3. Насколько равномерно достигается скорость?

4. *Доля каждого типа элементов работы (Work by Type)*

Чтобы оценить емкость ресурсов, которые тратит продуктивная команда в потоке создания ценности на тот или иной тип задач, вводится данная метрика. Исчисляется как количество завершённых полезных задач за отчётный период в разбивке по типам задач: бизнес-задачи, технические, количество дефектов, задачи эксплуатации. Рассчитывается аналогично «Flow Out / Done».

Доля задач для бизнеса должна быть значимой – не менее половины всех задач.

Технические задачи должны быть регулярно представлены. При этом под техническими задачами не должна маскироваться частично выполненная работа (например, предварительный анализ как отдельная задача, не несущая конечной бизнес-ценности).

Доля дефектов должна быть небольшой, чем меньше – тем лучше. Задачи по эксплуатации должны быть регулярно представлены (для команд, учитывающих эксплуатацию в потоке).

Задачи эксплуатации – это опциональная категория. К ним следует относить, к примеру, следующие ситуации: настройку параметров системы без изменения

функциональности; предоставление прав доступа; экспорт/импорт данных; выгрузка отчетности и т.п.

Метрика позволяет ответить на вопросы:

1. Чем занята команда?
2. Бизнес получает пользу?
3. Технические задачи получают внимание и ресурс команды?

Заключение

Таким образом, рассмотренные метрики являются необходимым минимумом для принятия решений на основе данных в процессе управления ИТ разработкой для гибкой команды. При необходимости – этот пакет метрик может быть расширен командой. Однако без этого минимум поток создания ценности не будет управляемым. Команда может собирать метрики любым доступным ей способом. Однако сбор и анализ данных является достаточно затратным процессом. Поэтому в условиях крупной компании целесообразно разработать специальный инструмент, которым смогут пользоваться все команды во внутренней разработке программных продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Постигаая Agile. Ценности, принципы, методологии: Эндрю Стеллман, Дженифер Гринн. – МИФ. - 2017 – 442 с.
- 2 Демин П.А. Управление услугами на основе измерений / П.А. Демин – Парадиз, 2019. – 232 с.
- 3 Скрынник О.В. DevOps для ИТ-менеджеров. Концентрированное структурированное изложение передовых идей / О.В. Скрынник. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 288 с.
- 4 Deadline. Роман об управлении проектами: Том ДеМарко. – М.: МИФ, 2017 – 310 с.

УДК 621.314.5

Йе Мин Тху – преподаватель кафедры «Математика», Военно-педагогическая академия г. Пьин Оо Лвин, e-mail: mryeminthu08@gmail.com
Ye Min Thu – teacher of Mathematics Department, Military Pedagogical Academy of Pyin Oo Lwin, e-mail: mryeminthu08@gmail.com

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТИРИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОДКЛЮЧЕННОГО К СЕТИ

PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODEL OF A THYRISTOR CONVERTER CONNECTED TO A NETWORK

Аннотация. Тиристорные выпрямители, управляемые сетью, инверторы и регуляторы, широко используются в промышленности и на электрифицированном транспорте, у них много общего, как в плане силовой цепи, так и в системе управления. Они имеют единую математическую структуру и процессы переключения. Однако в современной научной литературе они представлены как различные устройства и описаны и рассматриваются отдельно. В данной работе сделана попытка рассмотреть эти устройства, на единой основе используя одинаковые уравнения, описывающие электромагнитные процессы. Показаны единства математических уравнений описывающие транзисторные преобразователи на примере тиристорных выпрямителей и регуляторов переменного напряжения.

Abstract. Grid-controlled thyristor rectifiers, inverters and regulators are widely used in industry and in electrified transport, they have much in common, both in terms of the power circuit and in the control system. They have a single mathematical structure and switching processes. However, in the modern scientific literature, they are presented as different devices and are described and considered separately. In this paper, an attempt is made to consider these devices, on a unified basis, using the same equations describing electromagnetic processes. The unity of mathematical equations describing transistor converters is shown by the example of thyristor rectifiers and AC voltage regulators.

Ключевые слова: выпрямитель, регулятор, переменный ток, постоянный ток, обобщенная блочно-модульная модель.

Key words: rectifier, regulator, alternating current, direct current, generalized block-modular model.

Введение

Тиристорные выпрямители и регуляторы переменного напряжения наиболее широко используются в промышленности. На рисунке 1 показаны схемы трехфазного выпрямителя и регулятора.

Схема тиристорного выпрямителя включенного по мостовой схеме приведена на рисунке 1, а. Она включает в себя шесть тиристоров, соединенных попарно и встречно. Схема трёхфазного регулятора напряжения на тиристорах, представлена на рисунке 1, б. В регуляторе напряжения в цепь нагрузки включены попарно встречно параллельно включенные тиристоры. Можно ввести общую нумерацию тиристоров в этих двух схемах, которые включают в себя тиристоры:

- Фаза А - VS 1 и VS 4;
- Фаза В – VS 3 и VS 6;
- Фаза С – VS 5 и VS 2.

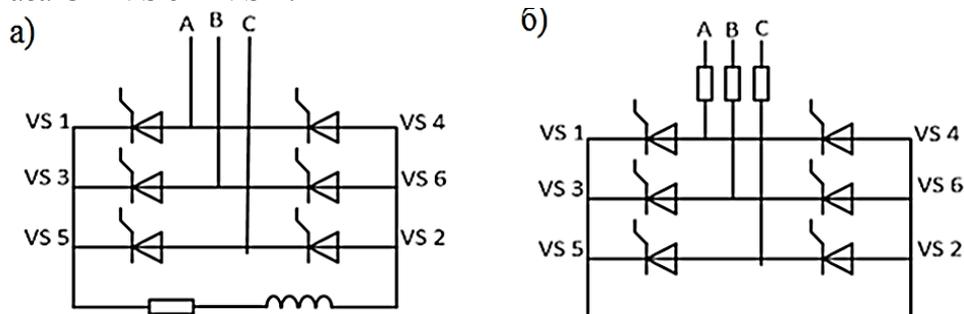


Рисунок 1 – Трёхфазные преобразователи, включенные по мостовой схеме:
а – выпрямитель; б – регулятор

1. Описание модели исследования

Обобщенная блочно-модульная модель тиристорных преобразователей показана на рисунке 2.

В схеме, представленной на рисунке 2 к тиристорному преобразователю присоединены нагрузки постоянного и переменного токов. Такое случается при подключении синхронных двигателей с балластом. При этом нагрузка постоянного тока подключается к выходу выпрямителя, а нагрузка переменного тока включена между тиристорным блоком и сетью. Также эта схема находит применение в регуляторах переменного напряжения работающих без нагрузки постоянного тока и в выпрямителях, у которых нет нагрузки по переменному току.

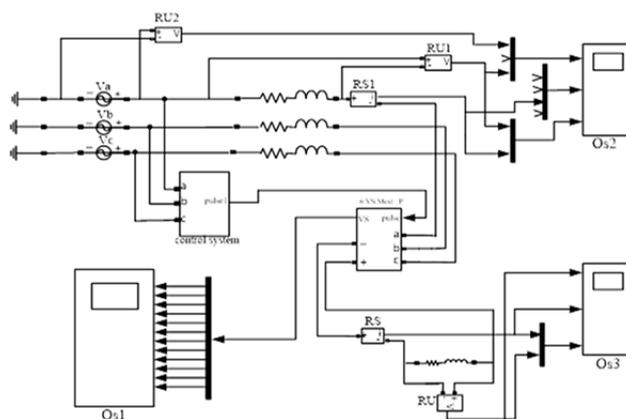


Рисунок 2 – Обобщенная блочно-модульная модель тиристорных преобразователей

2. Результаты исследования

Результаты исследования проводились в среде моделирования в программе Matlab Simulink.

Результаты моделирования работы трехфазного выпрямителя в среде Matlab на активно-индуктивную нагрузку представлены на осциллограммах рисунка 3.

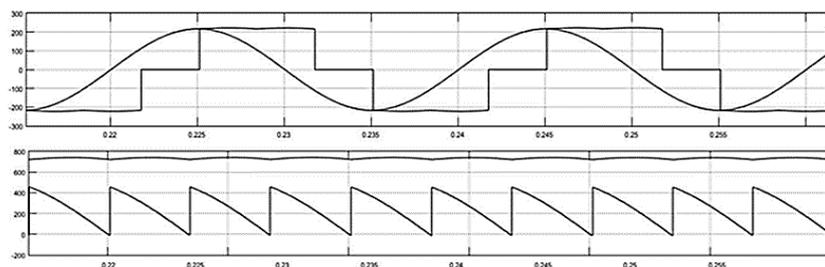


Рисунок 3 – Результаты численного моделирования для выпрямителя

На рисунке 3 сверху показаны осциллограммы тока и напряжения на входе, снизу – осциллограммы тока и напряжения на выходе выпрямителя.

Результаты численных расчетов при моделировании трехфазного регулятора переменного напряжения в среде Matlab представлены осциллограммами рисунка 4.

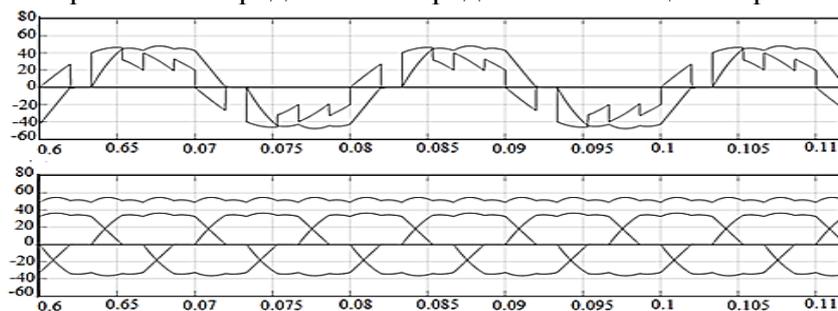


Рисунок 4 – Результаты численных экспериментов для регулятора переменного напряжения

На рисунке 4 сверху показаны осциллограммы напряжения U_H и тока i_H нагрузки; снизу – осциллограммы токов сети i_a, i_b, i_c , выпрямленного тока i_d в закороченной диагонали моста.

Выводы

Полученные в ходе математического моделирования и проведенных расчетов результаты физического моделирования выпрямителей и регуляторов переменного напряжения отображают физические процессы в выпрямителях и регуляторах переменного напряжения с достаточной достоверностью и точностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Свидетельство РФ № 2016617861 о регистрации программы для ЭВМ «Программа обобщенной математической модели в среде MatLab. тиристорных преобразователей, ведомых сетью для исследования физических процессов»/ Кли-маш В. С. (RU), Йе Мин Тху (RU) // Бюлл. № 8,20.08.2016.

УДК 534

Калугина Наталья Анатольевна – канд. физ. мат. наук, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: natanat55@mfil.ru

Kalugina Natalia Anatolevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: natanat55@mfil.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ

INVESTIGATION OF RESONANT PHENOMENA

Аннотация. В работе исследуются интерференционные явления, связанные с распространением звуковых волн. Представлен результат сложения двух звуковых волн близкими частотами, именуемыми биениями. В исследованиях используется многофункциональный регистратор данных «Лабдиск», данные с которого обрабатываются с помощью программы «GlobiLab».

Abstract. The paper investigates interference phenomena associated with the propagation of sound waves. The result of the addition of two sound waves with close frequencies, called beats, is presented. The research uses a multifunctional data logger "Labdisk", the data from which is processed using the program "GlobiLab".

Ключевые слова: интерференция, биения, осциллограмма, камертон, частота.

Keywords: interference, beats, oscillogram, tuning fork, frequency.

Колебательные и, связанные с ними волновые процессы, присутствуют в окружающем нас мире повсеместно. Колебания зданий, механизмов, деревьев и прочих объектов, в том числе и живых, сопровождаются звуковыми волнами.

Многообразие различных звуков в природе обусловлено интерференционными явлениями.

Интерференция проявляется в усилении или ослаблении амплитуды колебаний при сложении волн, результат будет зависеть от соотношений их частот, амплитуд, фаз колебаний и направлений движения колеблющихся частиц (тел).

Рассмотрим простейший пример резонанса колебаний. Если на одном шнуре подвесить несколько грузов на нитях (математические маятники), причем длина нитей будет различной, кроме двух маятников с одинаковой длиной нитей. При отклонении от положения равновесия одного из этих маятников и дальнейших его колебаниях постепенно в колебательный процесс вовлечется именно маятник такой же длины, остальные грузы останутся неподвижными. Это явление имеет место из-за совпадения собственных частот, зависящих от длины нитей.

Однако интересные эффекты имеют место и при отличающихся частотах. Так при сложении колебаний с близкими частотами наблюдаются биения колебаний.

Пусть складываются два колебания одинакового направления, описываемые уравнениями:

$$x_1 = A \cos \omega t, \quad x_2 = A \cos(\omega + \Delta\omega) t, \quad (1)$$

Если частоты отличаются незначительно ($\Delta\omega \ll \omega$), то после алгебраического сложения уравнений

$$x = A \cos \omega t + A \cos(\omega + \Delta\omega) t = 2A \cos \frac{\Delta\omega}{2} t \cdot \cos \left(\frac{2\omega + \Delta\omega}{2} t \right)$$

получится уравнение биений:

$$x = 2A \cos \frac{\Delta\omega}{2} t \cos \omega t.$$

Из уравнения следует, что колебания происходят с частотой ω , т.е.

$$x = A_{\text{биений}} \cos \omega t, \quad (2)$$

где амплитуда периодически изменяется с течением времени по закону:

$$A_{\text{биений}} = 2A \cos \frac{\Delta\omega}{2} t. \quad (3)$$

Такие колебания называются биениями (рисунок 1), видно, что частота биений амплитуды равна $\Delta\omega$, амплитуда изменяется в пределах от 0 до $2A$.

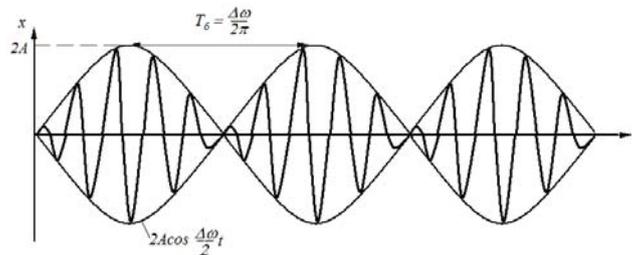


Рисунок 1 – Биения

Для проведения исследований в качестве источника звуковых колебаний используются камертоны с частотой около 450 Гц. Регистрация звуковых волн производится с помощью Лабдиска – многофункционального регистратора данных. Встроенный микрофон позволяет регистрировать звуковые сигналы с различной частотой измерения.

Через USB-кабель сигналы передаются на компьютер и обрабатываются с помощью программы «GlobiLab», позволяющей управлять экспериментом, отображать и анализировать данные в режиме реального времени (рисунок 2).



Рисунок 2 – Экспериментальная установка

На рисунке 3 представлена осциллограмма колебаний одного из камертонов (верхний график), на нижнем графике представлен результат обработки программой «GlobiLab» - определена частота колебаний.

Исследовано влияние на частоту колебаний камертона накладной муфты (рисунок 2), в зависимости от ее положения: чем выше расположена муфта, тем ниже частота.

В работе использованы два камертона с одинаковой частотой колебаний. Для проверки степени совпадения частот используется метод резонанса. Для этого резонаторы камертонов устанавливаются в одном направлении. Ударом молоточка создаются колебания в одном камертоне, через небольшой промежуток времени звучание этого камертона глушится прикосновением пальца, и обнаруживается, что второй камертон звучит тоже. Это возможно только в случае, когда камертоны имеют одинаковую частоту, что эквивалентно резонансу математических маятников.

Для исследования биений резонаторы камертонов раздвигались на расстояние 30 сантиметров, в середине помещался Лабдиск с датчиком-микрофоном. Одновременно двумя молоточками возбуждались колебания обоих камертонов. Через небольшой промежуток времени включался регистратор, и записывалась осциллограмма, имеющая вид биений (рисунок 4). Приведен пример биений с частотой 5 Гц.

Определено оптимальное расстояние между камертонами (30 см) по максимальной амплитуде биений. Определен также диапазон частот биений для использованных осцилляторов $\Delta\omega$ (от 2 до 8 Гц).

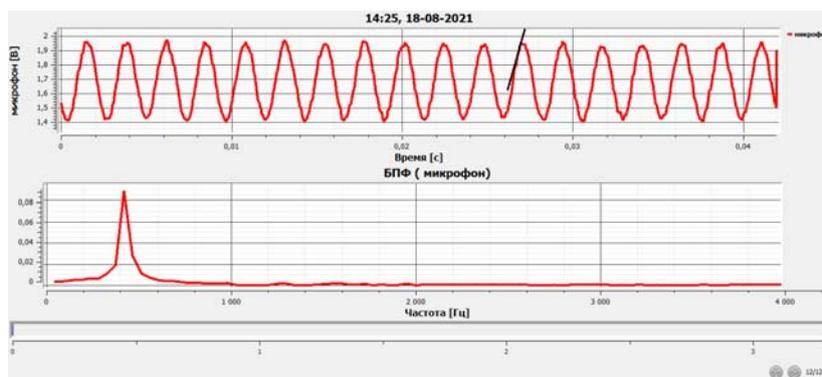


Рисунок 3 – Осциллограмма колебаний камертона

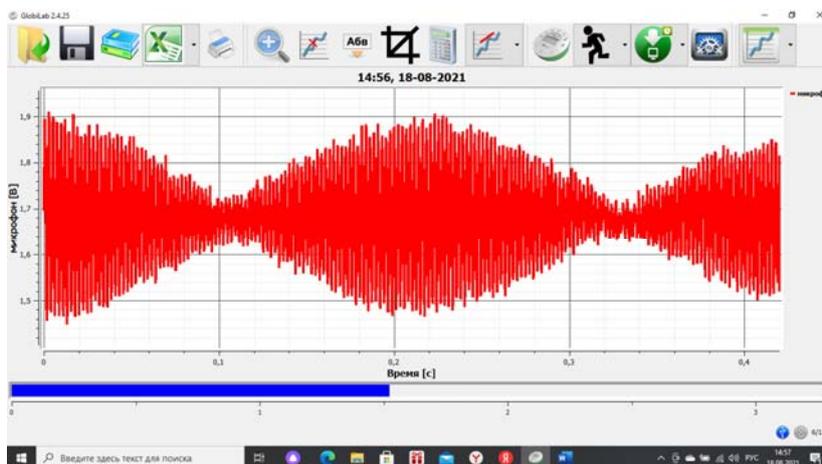


Рисунок 4 – Биения звуковых колебаний

Таким образом, показан сравнительно простой метод анализа диапазонов частот колебаний различных механизмов и шумов с целью предотвращения их вредных воздействий или возможности полезного использования.

УДК 532.546

Кильдибаева Светлана Рустамовна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Прикладная информатика и программирование», Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», e-mail: freya.13@mail.ru

Kildibaeva Svetlana Rustamovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Applied Informatics and Programming Department, Sterlitamak branch of Bashkir State University, e-mail: freya.13@mail.ru

Суяргулова Элина Эдуардовна – студент, Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», e-mail: 17elinushka17@gmail.com

Suyargulova Elina Eduardovna – student, Sterlitamak branch of Bashkir State University, e-mail: 17elinushka17@gmail.com

ГИДРАТЫ И ПРОБЛЕМЫ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ГЛУБОКОВОДНУЮ РАЗРАБОТКУ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

HYDRATES AND HYDRATE FORMATION PROBLEMS THAT AFFECT DEEP-SEA OIL FIELD DEVELOPMENT

Аннотация. В последнее время растет запрос на использование гидратов, как потенциальный источник добычи энергии. Этим объясняется активное изучение глубоководных месторождений. Помимо этого, изучение гидратов будет актуально для нефтегазовой промышленности, так как гидратообразование напрямую связано с проблемой закупорки трубопроводов. В статье дается понятие гидратам и рассказывается об условиях их образования.

Abstract. Recently, there has been a growing demand for the use of hydrates as a potential source of energy production. This explains the active study of deep-water deposits. In addition, the study of hydrates will be relevant for the oil and gas industry, since hydrate formation is directly related to the problem of pipeline blockage. The article gives the concept of hydrates and describes the conditions of their formation.

Ключевые слова: гидраты, гидратообразование, глубоководная разработка месторождений.

Key words: hydrates, hydrate formation, deep-water field development.

Введение

Газовые гидраты представляют собой твердые химические соединения молекул газа и воды. С недавнего времени гидраты природного газа рассматриваются учеными как потенциально привлекательный источник альтернативной энергии. Причем рассматриваются и газогидраты в пористых пластах, и газогидратные залежи на дне водоемов, и даже гидраты, которые образуются при миграции пузырьков метана при всплывании в толще воды. Разнообразие форм и мест возникновения газовых гидратов дает большой простор для исследователей. Помимо потенциальной добычи газа из газогидратных залежей, также газогидраты могут нести негативные эффекты, связанные с закупоркой трубопроводов, через которые транспортируется газ.

Гидратообразование

Гидратообразование — процесс образования кристаллических соединений газа и воды в определенных температурных условиях. Соединение газогидрата является клатратом, то есть одни молекулы заключены в структуре молекул другого вещества. Получается, молекулы воды принимают роль каркаса, в котором заключены другие молекулы.

Гидратообразование может стать помехой для стабильной добычи и переработки природного газа. Согласно оценкам, приведенным в работе [1], запасы газа в газогидратных залежах Мирового океана составляют 251 млрд т условного топлива, причем более половины сосредоточено в Северном Ледовитом океане и почти четверть в Индийском океане. Данная оценка благотворно влияет на увеличение объемов добычи в данных районах, а также способствует увеличению объемов исследований данной области в странах, имеющих доступ к этим океанам.

Одним из наиболее интересных для исследователей случаев, всколыхнувшим общественность, послужил разлив нефти в Мексиканском заливе, произошедший в 2010 г. Помимо больших негативных последствий в виде вылитой в океан нефти, большой проблемой стали газовые гидраты, которые образовывались из-за газа, сопутствовавшего при добыче нефти. Такой необычный эффект препятствовал установке купола, который из-за плавучести газа постоянно всплывал и не давал закупорить место утечки.

Случай разлива нефти в Мексиканском заливе показал, насколько опасными могут быть особенные свойства гидратов, если не существует теоретических основ, позволяющих использовать гидратообразование с положительной стороны.

Необходимые условия для гидратообразования

Для гидратообразования необходима низкая температура и высокое давление. Кривые температуры и давления для различных веществ, необходимых для образования гидрат, изображены на рисунке (рисунок 1) [2].

При изменении температуры можно увидеть значительное отклонение давления. У всех, кроме метана, линии равновесия у трехфазных систем имеют сильный наклон.

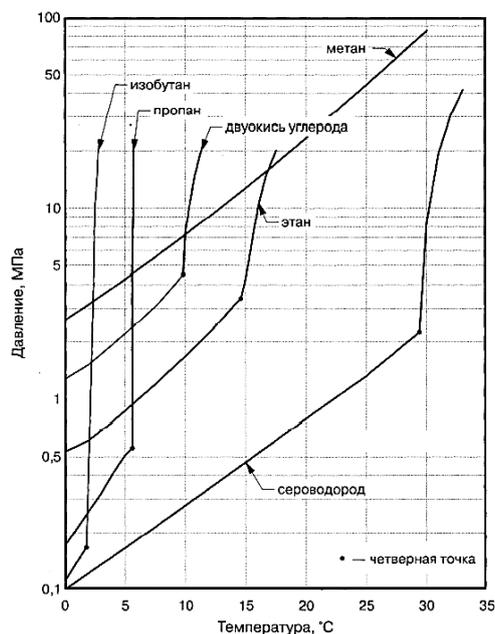


Рисунок 1 – Зависимость компонентов природного газа от давления и температуры

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ТЭК России. Энергия морских глубин. URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2014/9/313/ (дата обращения: 01.10.2021).

2 Чухарева Н.В. Определение условий гидратообразования при транспорте природного газа в заданных технологических условиях эксплуатации промысловых трубопроводов: Методические указания / Издательство НИ ТПУ, 2010. – 30 с.

УДК 532.546

Кильдибаева Светлана Рустамовна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Прикладная информатика и программирование», Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», e-mail: freya.13@mail.ru

Kildibaeva Svetlana Rustamovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Applied Informatics and Programming Department, Sterlitamak branch of Bashkir State University, e-mail: freya.13@mail.ru

Суяргулова Элина Эдуардовна – студент, Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», e-mail: 17elinushka17@gmail.com

Suyargulova Elina Eduardovna – student, Sterlitamak branch of Bashkir State University, e-mail: 17elinushka17@gmail.com

О ЛИКВИДАЦИЯХ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ

ABOUT LIQUIDATION OF EMERGENCY SPILLS

Аннотация. Аварийный разлив нефтепродуктов может привести к природной катастрофе. Содержащиеся токсичные вещества в нефти нарушают химический состав вод, проникают в почвенный состав и губят флору и фауну. Также аварийный разлив нефти может привести к крупным экономическим убыткам. Для того, чтобы избежать эти проблемы, стоит изучить условия возникновения аварийных разливов.

Abstract. An emergency spill of petroleum products can lead to a natural catastrophe. The toxic substances contained in oil violate the chemical composition of waters, penetrate into the soil composition and destroy flora and fauna. Also, an emergency oil spill can lead to large economic losses. In order to avoid these problems, it is worth studying the conditions for the occurrence of emergency spills.

Ключевые слова: ликвидация аварийных разливов, нефтепромышленность.

Key words: emergency spill response, oil industry.

Введение

Аварийный разлив нефти является чрезвычайной ситуацией, которая может нанести непоправимый ущерб окружающей среде. Ликвидация разлива приводит к использованию дорогостоящих технических средств. Соответственно, предотвращение аварий – экономически выгодное решение.

Законодательство РФ регулирует сферу добычи, транспортировки и переработки нефти. Основные нормативные акты, регулирующие работу нефтепромышленного комплекса: Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. за №613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов», Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2002 г. за №240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ».

Правительство РФ обязует нефтяные компании разработать план действий для ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН). ЛАРН – обязательные мероприятия, связанные с уменьшением вреда на окружающую среду от нефти и нефтепродуктов. Для каждого месторождения создается индивидуальный ЛАРН. Чаще всего в этих планах используются боновые заграждения.

Боновые заграждения

Боновые заграждения не дают растечься нефти, тем самым процесс уборки становится легче.

Существуют разные боновые заграждения: самонадувные, тяжелые надувные, отклоняющие, несгораемые и сорбционные. Также боны можно систематизировать по классам [2]: I класс используется для защищенных акваторий, к ним относятся реки и водоемы; для входа на прибрежную зону эксплуатируется II класс; если разлив произошел в открытой акватории, то применяют III класс.

Для выбора типа бонового заграждения принимаются во внимание следующие условия: 1) погодные условия, высота волн, водная зона, скорость течения и т.д.; 2) материально-технические требования; 3) наличие рабочей силы и технических средств развертывания бонового заграждения; 4) необходимость обеспечения совместимости различных типов боновых заграждения между собой.

Рассмотрим схему сбора нефти (рисунок 1) [1]. Боны буксируются, при этом сохраняют определенную конфигурацию. Однако, такая систем может выполнять свои обязанности только при условии, что есть достаточно пространства чистой воды, нужной для судоходства.

Развертывание бонов сложная операция. Необходимо четко контролировать процесс и последовательно разворачивать бон. Тем самым получится предотвратить ущерб для бона в ходе развертывания.

После установки бона необходимо реализовать постоянное обслуживание. Непрерывное движение из-за движения волн и ветра приводит к износу. Данный износ может привести бон в полную негодность.

Сбор нефти и нефтепродуктов

После установки бонов на помощь приходят нефтесборщики. Их задача собрать локализованную нефть. После сбора ее отправляют во временное хранилище. Данная операция предполагает наличие нескольких судов. Помимо этого, для транспортировки нефти необходим ряд барж или танкеров.

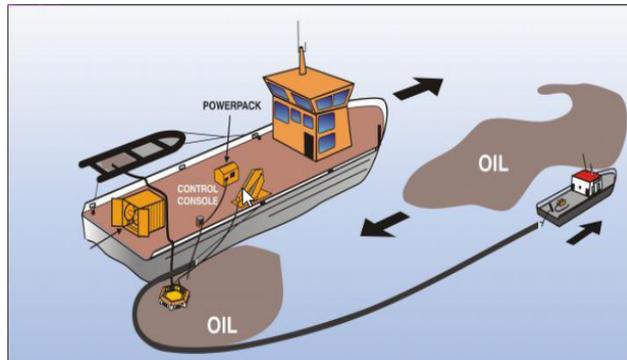


Рисунок 1 – Схема сбора нефти

Существуют четыре группы нефтесборщиков: запрудные, олеофильные, вакуумные и механические.

Сливные нефтесборщики под силой тяжести заставляют нефть переливаться через край сборщика, который установлен на уровне раздела между нефтью и водой. Тем самым, количество воды снижается до минимума. Данный нефтесборщик прост в эксплуатации, может снять слои всех видов нефти. Однако хорошо работает только в тихую погоду.

Олеофильные нефтесборщики движутся через нефтяное пятно, и удерживаемая нефть затем соскребается или выжимается с поверхности в место сбора. Преимущество такой сборки нефти заключается в очень малом объеме подбираемой воды. Но такой вид нефтесборщика не будет работать с нефтью, обработанной диспергаторами.

Вакуумные нефтесборщики отсасывают нефть с поверхности воды непосредственно в сборный сосуд. Для эффективности на концах рукавов монтируется специально сконструированные всасывающие нефтесборные насадки. Данные нефтесборщики широко доступны, так как собирают все типы нефти и эмульсий. Помимо этого, существуют портативные варианты. Но такая очистка нефти может собрать большое количество воды при несоблюдении осторожности.

Механические нефтесборщики имеют ленты с лопастями, металлические зубчатые диски, захватывающие черпаки и сепараторы барабанного типа. В основе действий данных инструментов лежит физический принцип всасывания нефти. Механические нефтесборщики отлично справляются со сбором тяжелых нефтепродуктов и мусора. Но они не способны обеспечить простой и легкой сбор нефти, так как требуют большой толщины нефтяного слоя.

Ликвидация глубоководных разливов

Практика ликвидации разливов нефти показывает, что это трудоемкий процесс, требующих серьезных затрат. В случае, когда разработка месторождения происходит на большой глубине в случае аварии возможно возникновение утечки. Также глубоководный разлив может возникнуть в случае, когда происходит транспортировка нефти на больших глубинах через трубопроводы. В этих случаях процесс ликвидации может быть на порядок сложнее: во-первых, на больших глубинах нефть сложнее локализовать, во-вторых в момент, когда нефть достигнет поверхности водоема, нефть может сильно отклониться от места разлива под действием подводного течения [5], в-третьих, специальные устройства, которые могли бы производить сбор углеводородов непосредственно над местом утечки пока находятся на стадии создания математических моделей [6].

Заключение

Ликвидация аварийного разлива нефти является очень сложным и кропотливым делом. Они требуют немалых затрат экономических и человеческих ресурсов. Каждый конкретный случай разлива нефти требует индивидуальный подход и оптимальный способ ликвидации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Соромотин А. В. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов. Ликвидация последствий разливов // IACSJ. 2021. – №1.
- 2 Любин В.Е., Кусаинов А.Б., Захаров И.А. Ликвидация чрезвычайных ситуаций при разливе нефти и нефтепродуктов на воде и на суше. Учебное пособие. - Кокшетау, 2014. – 125 с.
- 3 Вылкован А.И., Венцюлис Л.С, Зайцев В.М., Филатов В.Д. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно-практическое пособие. - СПб: Центр-Техинформ, 2000.
- 4 Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. «Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». – М.: Ин-октаво, 2005. – 368с.
- 5 Кильдибаева С.Р., Гималтдинов И.К. Математическая модель затопленной струи с учетом влияния 3D течения окружающей воды // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 137-143.
- 6 Гималтдинов И.К., Кильдибаева С.Р. К теории накопления углеводородов в куполе, применяемом для ликвидации техногенного разлива на дне океана. // Инженерно-физический журнал. – 2018. – Т. 91, № 1. – С. 260–265.

УДК 621.45.03

Мохамад Кара Балли – аспирант, «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: mohmadkarabally@gmail.com

Mohamad Kara Bally – postgraduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: mohmadkarabally@gmail.com

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ МИКРОТРЕЩИН В ЛОПАТКЕ ТУРБИНЫ ДВИГАТЕЛЯ

TECHNOLOGICAL STUDY FOR THE CHARACTERISTICS OF AN EARLY DETECTION SYSTEM FOR MICROCRACKS IN THE TURBINE BLADE OF TURBINE ENGINE

Аннотация. Микротрещины в турбинной лопатке турбины являются основной причиной выхода из строя этих лопаток, учитывая, что турбина в двигателе является основным источником энергии и подвергается большим нагрузкам от высоких температур и больших окружных скоростей вращения. Поэтому раннее обнаружение этих микротрещин имеет большое значение для повышения надежности работы турбины и, как следствие, значительного повышения безопасности эксплуатации самолета.

Методы, используемые в настоящее время для обнаружения микротрещин в лопатке турбины, не позволяют обнаруживать микротрещины в процессе работы двигателя. Это побудило нас задуматься о современной технологической системе, которая позволяет обнаруживать микротрещины в лопатках газовых турбин при их работе.

Abstract. Microcracks in the turbine blade are the main cause of failure of these blades, given that the turbine in the engine is the main source of energy and is subject to high loads from high temperatures and high peripheral speeds. Therefore, early detection of these microcracks is very important for increasing the reliability of the turbine and, as a consequence, significantly increasing the safety of aircraft operation.

The methods currently used to detect microcracks in a turbine blade do not allow detecting microcracks during engine operation. This prompted us to think about a modern technological system that allows us to detect microcracks in gas turbine blades during their operation.

Ключевые слова: активное вещество, капсулы, давление, температура потока.

Key words: active substance, capsules, pressure, flow temperature.

Введение

Принцип работы системы обнаружения микротрещин был ранее представлен [1, 2] и заключается в размещении капсул с активным веществом в лопатках турбины. Если в лопатках турбины образуются трещины, то оболочка капсулы разрывается и активное вещество выходит в проточную часть турбины [2], где регистрируется датчиками.

В предыдущих исследованиях путем выбора из нескольких видов было определено активное вещество для данного метода (KNO_3) [3]. Также было проведено исследование по изучению влияние температуры потока газа, на величину сигнала создаваемого на разработанном устройстве регистрации.

Для данного метода важными факторами являются давление активного вещества внутри капсулы. От его величины, а также от толщины оболочки капсулы и прочностных характеристик материала капсулы зависит момент разрыва капсулы и способность активного вещества поступать в проточную часть двигателя. Давление активного вещества внутри капсулы зависит от количества активного вещества помещенного в капсулу, объема капсулы, наличия внутри капсулы дополнительных активных и пассивных веществ, а также их температуры меняющейся в процессе эксплуатации авиационного двигателя. При эксплуатации авиационных двигателей температура лопаток меняется по сложному циклу. При запуске двигателей температура растет от небольших величин 300 К до рабочих температур двигателя, примерно (1000-1200) К, затем при завершении полета она уменьшается до 300 К при остывании двигателя. Эти процессы могут привести к изменению активного вещества внутри капсулы. Следствием этого может быть изменение давления внутри капсулы.

В данной статье представлены результаты исследования величины давления в зависимости от температуры и при циклическом повторном нагреве. для этого было проведено экспериментальное исследование, в ходе которого была спроектирована капсула с толстой стенкой способная выдержать высокое давление во время процесса исследования. Схема и размеры капсулы в (мм) показаны на рисунке 1.

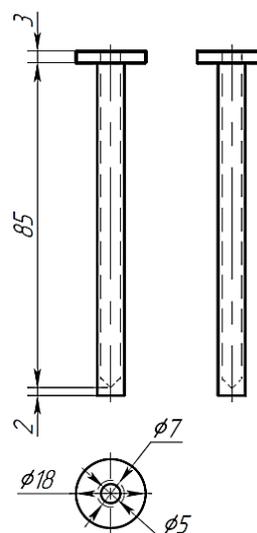


Рисунок 1- Схема капсулы для проведения эксперимента

Капсула была присоединена непосредственно к манометру (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема соединения капсулы с манометром

Основной трудностью был процесс обеспечения герметичности соединения, чтобы предотвратить эффективную утечку вещества и, следовательно, потерю давления. Герметичность была обеспечена установкой и обжимкой медной прокладки.

Затем устройство (капсула - манометр) было установлено в проточную часть стенда представленного на рисунке 3.



Рисунок 3 – Экспериментальная установка

Описание экспериментальной установки и методики проведения опыта приведены в [3].

Для получения зависимости давления в капсуле от температуры газа капсула заполнялась раствором нитрата калия (KNO_3), до полного объема. В процессе нагрева капсулы вода испарялась и заполняла весь объем измерительной части манометра. На основании проведенных опытов была получена зависимость давления внутри капсулы от температуры потока представленная на рисунке 4.

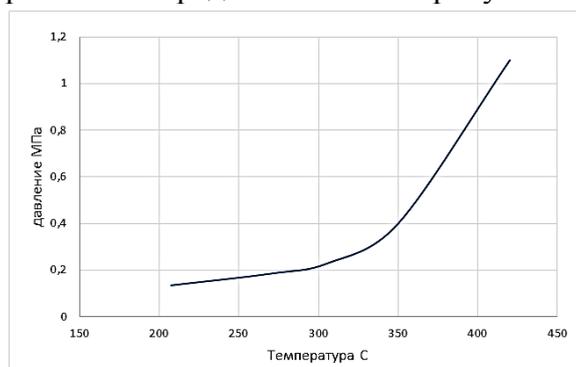
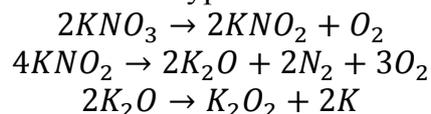


Рисунок 4 - Зависимость давления в капсуле от температуры

В дальнейшем капсула заполнялась активным веществом в твердом состоянии (порошок) так, чтобы оно заполнило половину объема капсулы, и измеряли давление при температуре 500 °С. В первоначальном опыте было получено значение давления 0,64 МПа.

Учитывая, что исследуемая система не работает постоянно при одинаковой температуре, а периодически подвергается процессам охлаждения (период простоя двигателя или его остановки) и нагревания до высоких температур (режим работы двигателя), был проведен опыт с охлаждением капсулы до 15 °С и повторным нагревом до 500 °С. Остаточное давление в капсуле составило 0,05 МПа после окончания процесса охлаждения и 0,62 МПа при повторном нагревании до 500 °С.

При высоких температурах активное вещество в капсуле разлагается в соответствии со следующими химическими уравнениями:



Подводя итог, можно сказать, что в проведенных опытах доказано:

- достижение достаточно высоких уровней давления, достаточных для разрушения тонкостенных оболочек капсул;
- при циклическом охлаждении и нагревании активного вещества до требуемых температур не происходит существенного падения уровня давления в капсулах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Гринкруг М.С., Поповский А.В. Способ диагностики зарождающихся дефектов. Патент на изобретение №2168724, РФ, RU C1 7 G 01 N 33/00, G 01 M 3/16, F 01 D 5/18 №2000106087/28; Заявлено 13.03.2000. Оpubл. 10.06.2001. Бюл. № 16

2 Гринкруг М.С., Кара Балли Мохамад, Ткачева Ю.И. Способ обнаружения микротрещин в лопатках работающих газотурбинных двигателей Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019. – Ч. 3. -226 – 229 с.

3 M.S. Grinkrug, M. Kara Balli, J I Tkacheva, N A Novgorodov. Experimental study in order to choose an active substance in the early detection system of micro cracks in the turbine blade. March 2021.IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1111 012020.

УДК 62.545

Пухов Алексей Александрович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: lemonsqueezeasy@yandex.ru

Puhov Alexey Alexandrovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: lemonsqueezeasy@yandex.ru

Гринкруг Мирон Соломонович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: grin@knastu.ru

Grinkrug Miron Solomonovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: grin@knastu.ru

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, РАБОТАЮЩИХ ПО ЦИКЛУ ДИЗЕЛЯ

METHODS OF REGULATION FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES RUNNING ON A DIESEL CYCLE

Аннотация. В данной работе описаны наиболее распространённые из существующих способы регулирования мощностей двигателей внутреннего сгорания, работающих по циклу Дизеля. Рассмотрены особенности их технических реализаций, а также их характерные недостатки.

Abstract. In this paper the most common methods for internal combustion engine running on a diesel cycle are described. Their technical implementation peculiarities and common disadvantages are observed.

Ключевые слова: ДВС, методы регулирования, цикл Дизеля.

Key words: ICE, regulation methods, Diesel cycle.

По причине особенностей эксплуатации, устанавливаемые и используемые мощности ДВС (двигателей внутреннего сгорания) всегда подвергаются инженерному расчёту на основе необходимости покрытия максимальных потребностей, то есть на максимальную мощность потребителя. Покрытие такого рода рассчитывается таким образом, чтобы номинальная мощность ДВС, обусловленная его конструктивными и эксплуатационными особенностями, покрывала полностью максимальную расчётную мощность потребителя. В то же время, режимы работы на номинальной мощности в течении всего срока эксплуатации в любой из областей применения ДВС являются по своей сущности исключительными, так как пиковое энергопотребление развивается в очень ограниченных периодах для всех видов потребителей. Таким образом, в подавляющем большинстве случаев, ДВС в современной энергетике осуществляет свою работу на режимах частичных нагрузок без возмож-

ности дискретного регулирования вводимыми (выводимыми) агрегатами из суммарной генерационной мощности. По причине указанных фактов, возникает необходимость эффективного регулирования мощностей ДВС, с целью достижения высокого КПД (коэффициента полезного действия) на режимах неполных нагрузок.

На данный момент в устоявшейся практике дизельного двигателестроения можно выделить несколько различных методов регулирования мощности:

- изменение цикловой подачи топлива;
- изменением характера впрыска;
- изменением фракционного состава топлива;
- изменением количества задействованных в работе двигателя цилиндров;
- управлением временем открытия впускных и выпускных клапанов;
- изменением давления наддува.

Изменение цикловой подачи топлива

Несмотря на наличие некоторых редких способов регулирования рабочего объёма цилиндра, подавляющее большинство ДВС конструктивно выполнены таким образом, который не позволяет изменять рабочий объём во время их работы. Поэтому объём поступающего воздуха на каждом цикле без осуществления регулируемого давления наддува, остаётся примерно постоянным. При этом объём впрыскиваемого топлива практически не оказывает влияние на таковой после образования ТВС (топливно-воздушной смеси) в связи с его малостью, что позволяет не учитывать в приближённых расчётах влияние впрыска топлива на общий объём ТВС. Таким образом, в идеализированном термодинамическом процессе сгорания топлива, к одной и той же массе рабочего тела за счёт изменения массы впрыскиваемого топлива, возможно подведение в ходе цикла различной величины теплоты, что приводит к изменению мощности двигателя.

Однако, описанный способ, связанный с варьированием топливоподачи, обладает несколькими недостатками. Например, в условиях малых нагрузок на ДВС, значительная доля теплоты уходит на бесполезное нагревание чрезмерных объёмов воздуха, заполняющих цилиндр, таким образом, отвечая значительным потерям тепла в окружающую среду. Кроме того, сгорание топлива в условиях, далёких от стехиометрического отношения, негативно сказывается на экологических аспектах, создавая условия для повышенной эмиссии токсичных газов, в том числе продуктов пиролиза и неполного сгорания в атмосферу, наблюдающихся при переходных и перегрузочных режимах работы двигателя.

Изменение характера впрыска

Угол расположения форсунки впрыска топлива в значительной мере определяет характер распыления топлива, а также сильно влияет на процессы смесеобразования в цилиндре. В свою очередь, внесение изменений в процесс смесеобразования (распыление на большую поверхность стенок цилиндра, образование более диспергированных аэрозолей и т. д.), напрямую сказывается и на процессе сгорания топлива, приводя как к более быстрому его сгоранию, так и к замедленному. Путём изменения скорости сгорания ТВС, можно добиться изменения развиваемого давления в объёме цилиндра во время фазы сгорания, что напрямую связано с изменением эффективного КПД и мощности двигателя.

Также одним из способов изменения характера впрыска топлива является изменение угла опережения впрыска, который отражает разницу во времени между моментом начала впрыска топлива в цилиндр и моментом достижения поршнем положения ВМТ (верхней мёртвой точки). Так, например, большая задержка во времени (большой угол опережения) создаёт условия для образования более равномерной и насыщенной ТВС, что может влиять как на мощность, так и на эффективный КПД двигателя.

Изменение фракционного состава топлива

Другим способом управления ДВС является изменение фракционного состава топлива. Путём смешения легких и тяжелых фракций дизельного топлива в различных пропорциях возможно регулирование температуры воспламенения ТВС. За счёт изменения температуры воспламенения, возможно варьирование степени сжатия в цилиндре (так как она ограничена сверху достижением точки самовоспламенения ТВС), что, при осуществлении необходимого управления величиной запаздывания при открытии впускных клапанов относительно тактов двигателя, позволяет изменять как выдаваемую двигателем мощность, так и эффективный КПД. Однако, данный способ требует достаточно сложных технических решений для своей реализации, в связи с чем применяется достаточно редко и ограниченно.

Изменение количества задействованных в работе двигателя цилиндров

При проектировании ДВС больших мощностей возникает проблема их перевода на режим частичных нагрузок, так как сокращение объёмов цикловой подачи топлива приводит, во-первых, к значительному снижению эффективности работы, а, во-вторых, в условиях низких нагрузок к неспособности обеспечить стабильную работу двигателя.

В таких условиях достаточно разумной мерой является изменение количества задействованных в работе цилиндров. При этом, в работающих цилиндрах поддерживаются оптимальные и эффективные режимы работы. Недостатками данного способа являются повышенные внутренние потери на трение и возможность применения лишь для диапазонного изменения нагрузок

Управление временем открытия впускных и выпускных клапанов

Управление временем открытия впускных и выпускных клапанов позволяет регулировать объём воздуха, выполняющего функцию рабочего тела во время работы цилиндра. Так, например, более раннее закрытие впускных клапанов приводит к меньшему поступлению воздуха в цилиндр, таким образом, в условиях работы на частичных нагрузках, теплота, получаемая в процессе сгорания уменьшенных относительно номинальных порций топлива, передаётся меньшему количеству рабочего тела, что позволяет избежать больших потерь в окружающую среду с выпускными газами. Того же самого можно добиться, выполняя задержку во времени перед закрытием выпускных клапанов во время такта сжатия (часть поступившего в цилиндр воздуха будет выпущена обратно в атмосферу). Таким образом, данный метод позволяет осуществлять схожие с изменением количества задействованных в работе двигателя цилиндрах процессы управления, однако, приводит к необходимости использования дополнительных устройств управления в системе двигателя или значительного преобразования уже имеющихся в нём, что, в свою очередь, негативно сказывается на его надёжности.

Изменение давления наддува

На данный момент в дизельном двигателестроении широко распространена методика повышения наполняемости цилиндра воздухом за счёт повышения начального давления воздуха в цилиндре. Увеличение данного давления приводит к увеличению массы поступающей в ходе этого процесса в цилиндр воздуха, за счёт чего, при сохранении одного и того же массового отношения топливо/воздух, возможно осуществление изменения величины поступающей в ходе цикла теплоты.

Повышение давления наддува осуществляется, в свою очередь, добавлением в конструкцию по ходу воздушного тракта двигателя специального компрессорного устройства, которое получает своё питание от газовой турбины, через передачу от вала двигателя или от электрического привода. При этом регулирование скорости вращения ротора компрессорного устройства может осуществляться путём варьирования параметров электропитания в случае электрического привода, или путём

применения редуционного-передаточного устройства между валом ДВС и валом компрессора. Однако, в виду технической сложности реализации узла передачи в механическом приводе, последний зачастую оказывается нерегулируемым, таким образом, когда частота его вращения пропорциональна частоте вращения двигателя. По этой причине положительная прибавка к мощности двигателя на номинальных нагрузках при применении наддува, имеет недостаток на промежуточных. Дополнительная масса воздуха, поступающая в цилиндр при малых нагрузках приводит, по механизму описанному выше, к дополнительным потерям теплоты в окружающую среду и тем самым снижает эффективность двигателя в целом.

Вывод

Как видно из анализа применяемых способов, управление дизельным ДВС в области частичных нагрузок представляет собой значительную проблему, связанную со сложностью достижения высоких показателей эффективного КПД в данных режимах, в связи с чем является актуальной и требует дальнейшего исследования с целью поиска наиболее оптимальных методов поддержания высокого эффективного КПД двигателя на режимах частичных нагрузок.

УДК 537.533.35

Сюй Александр Вячеславович – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры общей физики, ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», e-mail: alsyuy271@gmail.com

Syuy Alexander Vyacheslavovich – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Docent, Associate Professor of General and Applied Physics Department, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), e-mail: alsyuy271@gmail.com

Целиков Глеб Игоревич – канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник центра фотоники и двумерных материалов, ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», e-mail: celikov@physics.msu.ru

Tselikov Gleb Igorevich – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Senior Researcher of Center for Photonics and 2D Materials, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), e-mail: celikov@physics.msu.ru

Панова Дарья Андреевна – студент, ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», e-mail: alsyuy271@gmail.com

Panova Daria Andreevna – student, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), e-mail: alsyuy271@gmail.com

Ткачева Юлия Ильинична – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общая физика», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: tkacheva.u@yandex.ru

Tkacheva Julia Ilyinichna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of General Physics Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: tkacheva.u@yandex.ru

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ZnS

PREPARATION AND CHARACTERISTIC OF FRAGMENTED ZnS NANOPARTICLES

Аннотация. Приведены экспериментальные результаты синтеза наночастиц ZnS методом лазерной фрагментации в жидкости. С помощью просвечивающей электронной микроскопии определена структура и морфология наночастиц ZnS.

Abstract. Experimental results of the synthesis of ZnS nanoparticles by the method of laser fragmentation in a liquid are presented. The structure and morphology of ZnS nanoparticles were determined using transmission electron microscopy.

Ключевые слова: сульфид цинка, наночастицы, просвечивающая электронная микроскопия, структура.

Key words: zinc sulfide, nanoparticles, transmission electron microscopy, structure.

Введение

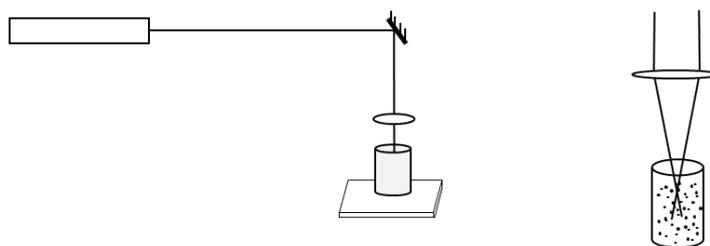
В настоящее время наноструктуры ZnS вызывают большой интерес со стороны специалистов различных областей знаний в силу уникальных люминесцентных и электрических свойств данного материала. Сульфид цинка (ZnS) имеет превосходную химическую и термическую стабильность, и, как и все полупроводниковые материалы могут легко легироваться различными химическими элементами, что позволяет изменять его электронную структуру, а значит широко применяться в различных приложениях, например, в плоских дисплеях, светодиодах, инфракрасных окнах, электролюминесценции, датчиках, лазерах и фотокатализе [1–4]. В последнее время появляется много новых применений наноструктур ZnS, таких как светоизлучающие диоды, сенсibilизированные красителями солнечные батареи и т.п. Полупроводниковые наноструктуры привлекают большой исследовательский интерес из-за их особых химических и физических свойств, обусловленных своей структурой [5].

Свойства наночастиц ZnS сильно зависят от их размера, формы и морфологии. Синтезировать наночастицы можно методом лазерной абляции или фрагментации в жидкости с контролем размеров, посредством подбора лазерных режимов облучения мишени, а значит управлением их физических свойств. В данной работе приводятся результаты синтеза наночастиц сульфида цинка методом лазерной фрагментации в жидкости.

Синтез наночастиц ZnS

В нашей работе используется метод лазерной фрагментации в жидкости. На рисунке 1 представлена экспериментальная схема.

В нашем случае в качестве мишени используется кристаллический порошок или пудра, растворенные в жидкости, которая заливается в кювету, на дно которой помещается магнит. Кювета устанавливается на магнитной мешалке, которая не позволяет порошку или пудре оседать в процессе фрагментации [6] (рисунок 1,б). Для синтеза наночастиц ZnS мы используем слоистый кристалл ZnS, который предварительно механически измельчался при помощи ультразвука. В акустической ванне в течение 1 минуты кристалл расслаивается, что контролируется по изменению окраски жидкости. Для каждого материала подбирается своя жидкость. Так как наш образец растворим в ацетоне, можно выбрать любую другую жидкость (в нашем варианте выбран этанол и вода). Затем смешивается кристаллический порошок или пудра ZnS со спиртом (водой) и на дно кюветы помещается магнит. Кювета ставится на магнитную мешалку, излучение лазера фокусируется в объеме раствора. Режим лазерной фрагментации (энергия импульса, время облучения, длительность импульса, длина волны) подбирается под каждый материал в зависимости от вида материала и его концентрации. В нашем случае используется фемтосекундный лазер с длительностью импульсов 250 фс, время облучения составило 15-30 минут, на длине волны 1030 нм, энергия импульса 100 мкДж.



1 – фемтосекундный лазер (1030 нм), 2 – зеркало, 3 – линза, 4 – кювета, 5 – столик
 Рисунок 1 – Схема установки лазерной абляции в жидкости:
 а – принципиальная схема; б – схема фокусировки для порошка или пудры

Характеризация наночастиц ZnS

Для характеристики наночастиц используется просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ, Jeol JEM-2100, Япония). Согласно исследованиям просвечивающей электронной микроскопии выявлено, что сульфид цинка под действием фемтосекундного лазерного излучения фрагментируется частицами преимущественно размером порядка 20-30 нм. На рисунке 2 представлены результаты структурных ТЕМ исследований наночастиц ZnS. Из рисунка 2 видно, что частицы обладают различной формой, что позволяет утверждать о том, что процесс фрагментации быстрый и неоднородный, в силу того что фрагментация происходит при быстром охлаждении испарившегося материала. Дифракционная картина ТЕМ соответствует гексагональной симметрии кристаллической решетки, что подтверждается гексагональной формой наночастиц (рисунок 2,б).

Межплоскостное расстояние на рисунке 2,а соответствует 0,32 нм.

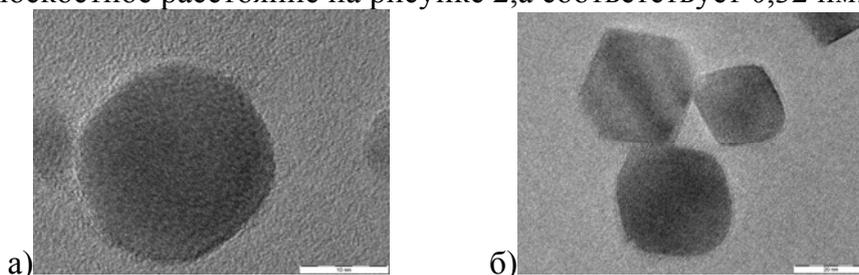


Рисунок 2 – ТЕМ изображения наночастиц ZnS:

а – сферической формы, б – четырех и шестиугольные наночастицы

Заключение

Методом лазерной фрагментации в жидкости подобраны параметры фемтосекундного излучения и растворитель для синтеза стабильных наночастиц ZnS с характерным размером 20-30 нм. Ожидается, что синтезированные наночастицы обладают целым рядом ярких физических свойств, например, фотолюминесценция в широком диапазоне (от УФ до ближнего ИК), фотокаталитическая активность, фотокаталитическое разложение воды с выделением водорода и др.

Метод лазерной фрагментации в жидкости обладает целым рядом преимуществ по сравнению с другими методами синтеза наночастиц. Частицы, находясь в жидкости остаются длительное время в стабильном состоянии (больше года). Синтез наночастиц происходит в неравновесном состоянии из раствора и позволяет синтезировать гибридные материалы, что невозможно в других условиях, например в вакууме или на воздухе. Поэтому на сегодняшний день метод лазерной фрагментации является одним из перспективных методов синтеза наночастиц. Единственным недостатком такого метода можно считать малое количество синтезированного материала, поэтому в промышленных масштабах производить синтез таким способом не представляется возможным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Fang, X.S., Single-crystalline ZnS nanobelts as ultraviolet-light sensors/ X. S. Fang, Y. Bando, M. Y. Liao, U. K. Gautam, C. Y. Zhi, B. Dierre, B. D. Liu, T. Y. Zhai, T. Sekiguchi, Y. Koide, and D. Golberg//*Adv. Mater.*, 21, 2034–2039 (2009).
- 2 Zhu, G.X., Ultrathin ZnS single crystal nanowires: Controlled synthesis and room temperature ferromagnetism properties / G. X. Zhu, S. G. Zhang, Z. Xu, J. Ma, and X. P. Shen// *J. Amer. Chem. Soc.*, 133 (39), 15605–15612 (2011).
- 3 Sorensen, L., Fabrication of stable low-density silica aerogels containing luminescent ZnS capped CdSe quantum dots/L. Sorensen, G. F. Strouse, and A. E. Stiegman // *Adv. Mater.*, 18, 1965–1967 (2006).
- 4 Chen, D.G., ZnS nano-architectures: Photocatalysis, deactivation and regeneration/D.G. Chen, F. Huang, G.Q. Ren, M. Zheng, D.S. Li, Y.J. Wang, and Z. Lin // *Nanoscale*, 2, 2062–2064 (2010).
- 5 Shen, G.Z., Ultrathin In₂O₃ nanowires with diameters below 4 nm: Synthesis, reversible wettability switching behavior, and transparent thin-film transistor applications/G.Z. Shen, B. Liang, X.F. Wang, H.T. Huang, D. Chen, and Z.L. Wang// *ACS Nano*, 5(8), 6148–6155 (2011).
- 6 Pierre Blandin, Ksenia A. Maximova, Maxim B. Gongalsky, Juan F. Sanchez-Royo, Vladimir S. Chirvony, Marc Sentis, Victor Yu. Timoshenko and Andrei V. Kabashin, Femtosecond laser fragmentation from water-dispersed microcolloids: Toward fast control able growth of ultrapure Si-based nanomaterials for biological applications. *J.Mater.Chem.B*, 2489 (2013).

УДК 519.2

Шматков Руслан Николаевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Экономическая теория и антикризисное управление», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», e-mail: srn-travel@mail.ru

Shmatkov Ruslan Nikolaevich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Do-cent, Associate Professor of Economic Theory and Anti-crisis Management Department, Siberian State Transport University, e-mail: srn-travel@mail.ru

Николаева Галина Дмитриевна – студент, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», e-mail: galinanikolaeva2002@gmail.com

Nikolaeva Galina Dmitrievna – student, Siberian State Transport University, e-mail: galinanikolaeva2002@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ИТ

APPLICATION OF PROBABILITY THEORY IN MODERN IT

Аннотация. В данной работе будет рассмотрено влияние математики на развитие других наук и сфер, а именно воздействие теории вероятности на современные информационные технологии. Особое внимание будет уделено автоматическим генераторам паролей, а также компьютерным играм.

Будут изучены преимущества автоматически сгенерированных паролей и алгоритм их создания. Кроме того, будет проанализировано, как разработчики игр заманивают игроков, намеренно создавая преграды и каким образом создаётся колесо фортуны в каждой игре. Какой пароль надёжнее? Придуманный человеком или роботом? Какова вероятность угадать пароль? Как хитрят создатели игр? Можно угадать, какой бонус выпадет в игровой лотерее? Ответы на эти и некоторые другие вопросы будут даны в этой статье.

Abstract. This paper will consider the impact of mathematics on the development of other sciences and fields, namely the impact of probability theory on modern information technologies. Special attention will be paid to the automatic password generator, as well as computer games. The advantages of automatically generated passwords and the algorithm for their creation will be studied. In addition, it will be analyzed how game developers lure players by deliberately creating obstacles and how the wheel of fortune is created in each game. Which password is more secure? Invented by a man and a robot? What is the probability of guessing the password? How do game creators cheat? Can you guess which bonus will fall out in the lottery? Answers to these and some other questions will be given in this article.

Ключевые слова: теория вероятности, генерация паролей, разгадывание пароля, компьютерные игры.

Key words: probability theory, password generation, password solving, computer games.

Ещё в 13 веке английский философ, естествоиспытатель и математик Роджер Бэкон сказал: «Устройство нашего мира непостижимо без знания математики» [7, с. 18]. Прошло более 800 лет, но весь мир продолжает следовать этим словам. Актуальность применения теории вероятности в современных ИТ заключается в том, что сейчас теория вероятности является важным механизмом сохранения безопасности и конфиденциальности, особенно с сети Интернет. Кроме этого, она используется в компьютерных играх—огромнейшем пласте в ИТ. Многие не принимают их как часть информационных технологий, однако, если рассматривать это развлечение как двигатель создания невероятного количества программ и новых методик, становится ясно, что его вполне можно отнести к ИТ. В свою очередь, компьютерные игры популярны как никогда, а поскольку теория вероятности тесно связана с ними, они развивается вместе, это является ещё одним аспектом актуальности.

С развитием Интернета и технологий появилась необходимость обезопасить личные данные в этой сети. Для это были созданы графические ключи, пароли, цифровые коды. Но если взять пароль обычного человека, высока вероятность того, что он связан с важными именами или датами из жизни этого пользователя. Исследования показали, что более 40 % пользователей сами признаются, что используют ненадёжный пароль, потому что его проще запомнить [4, с. 51]. Самыми популярными сомнительными паролями стали: набор цифр от 1 до 6, кличка домашнего животного, дата или место рождения, а также самое необычное слово «password» для англоязычных стран и, соответственно, «пароль» для русскоговорящих [1, с. 15].

Следовательно, злоумышленник легко может через социальные сети или другие источники узнать подробную информацию о человеке и самым банальным методом—методом подбора вычислить пароль. Тогда у пользователя начали требовать усложнить пароль, например, добавить прописную букву или цифру [2, с. 66]. Но и эта техника не спасала от кибер-преступников.

Поэтому в эту систему вступает теория вероятности, теперь каждый может создать программу для генерации пароля. Но зачем делать это самостоятельно, если сервисы для этого уже созданы? Суть заключается в том, что человек выбирает диапазон букв, цифр, символов. А система из этого массива создаёт пароль, последовательность знаков которого не подчинена законам и лежит в хаотичном порядке.

Теория вероятности – раздел математики, изучающий случайные события, случайные величины, их свойства и операции над ними [6, с. 31]. Разберём простой пример её применения в ИТ. Допустим, мы решили использовать PIN-код из четы-

рех цифр, у пользователя три попытки, прежде чем компьютер выключится и не будет доступен в течении определённого времени. Необходимо найти вероятность того, что преступник сможет разгадать пароль до выключения устройства.

Всем известно, что цифр может быть всего 10. Таким образом, и на первом, и на втором, и на третьем, и на четвёртом месте может быть любая цифра из 10. Возводим в четвертую степень.

$$10^4 = 10000 \quad (1)$$

Далее необходимо узнать вероятность успеха за три попытки.

$$\frac{3}{10000} = 0,0003 \quad (2)$$

Итак, вероятность того, что четырёхзначный пароль может быть взломан за три попытки равна 0,0003. Как можно увидеть, если комбинация чисел совершенно случайна и не зависит от личности пользователя, даже самый простой пароль только из четырех цифр очень тяжело взломать.

Мы выяснили, что теория вероятности необходима для безопасности, но она также помогает развивать развлекательную сферу, особенно компьютерные игры.

Возьмём для примера игры, где игроку необходимо попадать в цель. Создатели могут предложить несколько вариантов развития действия: непровержимое попадание в любой ситуации, достаточно частое попадание, редкое попадание. Очевидно, что при первом варианте пользователю очень быстро наскучит такое времяпровождение, а при последнем он также быстро перестанет играть в неё, поскольку начнёт нервничать из-за проигрышей. А поскольку цель разработчиков – распространить игру как можно шире, то нужно учитывать желания и психологию потребителей. Поэтому логично выбрать второй вариант, потому что такая ситуация завлечёт пользователей, у них появится интерес.

Например, событие А состоит в том, что игрок попадёт с первого раза, а В – что он попадёт в цель с первого или со второго раза. Найти вероятность, что пользователь попадёт хотя бы один раз (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели задачи и их значения

Показатель	Значение показателя
$P(A)$, вероятность попадания в мишень	0,8
$P_1(A)$, вероятность промаха с первого раза	$1-0,8=0,2$
$P_2(A)$, вероятность промаха со второго раза	$1-0,8=0,2$
$P_1(A)*P_2(A)$, вероятность промаха оба раза	$0,2*0,2=0,04$
$P(B)$, вероятность что хотя бы один раз не промахнётся	$1-0,04=0,96$
Ответ	0,96

Таким образом, вероятность является высокой, но не достигает максимума. Поэтому пользователь может заинтересоваться или даже расстроиться из-за промаха, что повысит его мотивацию играть дальше до попадания. Но это ещё не всё, совершенствуя данную систему, разработчики добавили в изображение область, в пределах которой вероятность попадания будет составлять 1. Но при этом она достаточно небольшого размера. Так создаётся иллюзия возможности простого пути для попадания, когда игрок пытается попасть в эту область, но из-за маленького размера успех не всегда легко достижим [5, с. 56].

Чтобы привлекать большее число клиентов, создатели игр решили добавить небольшую лотерею. Это «игра в игре», когда пользователь крутит колесо фортуны и получает бонус. Чаще всего ему дают один шанс в сутки, из-за чего пользователь неосознанно может начать играть каждый день.

Например, на колесе пять отделений. В первом выигрыш 10 дублонов (условно), во втором – 7, в третьем – 5, в четвертом – 3, в пятом – 0. Найти вероятность, что выигрыш составит 10 дублонов.

$$P(A) = \frac{1}{5} \quad (3)$$

И каждый игрок будет уверен, что он сейчас выиграет максимум, то есть 10 дублонов, но с этой же вероятностью он может не получить ничего.

Отсюда следует, что теория вероятности буквально обволакивает ИТ. Она невидима, но повсеместна. Она присутствует в ИТ, когда мы работаем, пытаемся защитить свои данные или просто развлекаемся. Теперь окончательно стало понятно, что надёжнее пароль, который не связал с личной информацией пользователя. Поэтому в этом случае удобнее и практичнее довериться технологиям и теории вероятности. Было определено, какие ловушки ставят создатели для привлечения игроков, играя на их психологии. Удивительно, что если человек хочет просто расслабиться от тяжёлого дня, он входит в пространство теории вероятности, не осознавая этого. Она окутывает каждую сферу нашей жизни, даже если её никто не замечает и не придаёт большой важности. Американский писатель Том Клэнси говорил: «В жизни нет гарантий, одни вероятности» [3, с. 21]. Возможно, в теории вероятности есть что-то большее, чем нам кажется.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ахлимирзаев А. Роль и значение практическо-профессионального подхода обучения теории вероятностей и математической статистики в подготовке будущих экономистов / А. Ахлимирзаев – М.: Universum: психология и образование, 2021 – 112 с.
- 2 Берёзкин, О. И. О фундаментальных понятиях теории вероятностей / О. И. Берёзкин. – М.: Вестник РУК, 2018 – 211 с.
- 3 Деменчёнок О. Г. Совершенствование компьютерного контроля знаний на основе теории вероятностей и математической статистики / О. Г. Деменчёнок – М.: Образовательные технологии, 2020 – 91 с.
- 4 Зепнова Н.Н. Субъективный и объективный подходы к решению задач теории вероятностей и дискретной математики / Н.Н. Зепнова – Иркутск: Вестник БГУ, 2017 – 62 с.
- 5 Николаева О.А. профессионально направленные задачи по теории вероятностей для студентов экономических специальностей / О.А. Николаева – Спб.: ДМ, 2013 – 53 с.
- 6 Петров, А.В. «Иная и забытая» теория вероятностей / А.В. Петров – Иркутск: Вестник ИрГТУ, 2017 – 81 с.
- 7 Харламова И. Ю. Компьютерные технологии при изучении теории вероятностей и математической статистики / И. Ю. Харламова – М.: Базис, 2019 – 31 с.

УДК 669.788

Щёголева Татьяна Александровна – ассистент кафедры «Физика», ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», e-mail: tanyashc@rambler.ru

Shchegoleva Tatiana Alexandrovna – Assistant of Physics Department, Donetsk National Technical University, e-mail: tanyashc@rambler.ru

Глухова Жанна Лукьяновна – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Физика», ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», e-mail: zhglukhova@yandex.ru

Glukhova Zhanna Lukyanovna – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Do-cent, Associate Professor of Physics Department, Donetsk National Technical University, e-mail: zhglukhova@yandex.ru

Ветчинов Александр Васильевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Физика», ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», avetchinov@mail.ru

Vetchinov Alexander Vasilyevich – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Do-cent, Associate Professor of Physics Department, Donetsk National Technical University, e-mail: avetchinov@mail.ru

СИСТЕМЫ МЕТАЛЛ-ВОДОРОД И ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

METAL-HYDROGEN SYSTEMS AND HYDROGEN TECHNOLOGIES

Аннотация. В настоящей работе представлен обзор направлений исследования взаимодействия водорода с металлами и основных результатов, которые были получены в Донецком национальном техническом университете под руководством профессора В.А. Гольцова. Представлены результаты последних исследований зависимости формоизменения палладиевых пластин от величины силы тока при электролитическом насыщении водородом.

Abstract. This paper presents an overview of the directions for studying the interaction of hydrogen with metals and the main results that were obtained at the Donetsk National Technical University under the leadership of Professor V.A. Goltsov. The result of recent studies of the dependence of the form changing of palladium plates on the magnitude of the current strength during electrolytic saturation with hydrogen is presented.

Ключевые слова: электролитическое насыщение, насыщение водородом, формоизменение металлов.

Key words: electrolytic saturation, hydrogen saturation, form changing of metals.

В настоящее время наблюдается интерес к теоретическим и прикладным аспектам взаимодействия водорода с металлами, как в области физики твердого тела, так и в физическом металловедении. Этот интерес продиктован потребностями техники и фундаментальной науки в связи с работами в области управляемого термоядерного синтеза, ядерной и водородной энергетики, с расширяющимся использованием водорода в различных отраслях промышленности (металлургия, авиация, кораблестроение, строительство, химическая, газовая и нефтяная отрасли и др.).

Развитие водородных технологий выдвигает задачу обеспечения надежности и экологической безопасности этих отраслей. Для решения такой задачи необходимо проведение всестороннего исследования поведения материалов в водородосодержащих средах, в которых, как известно, физико-механические свойства материалов претерпевают принципиальные изменения. Процессы взаимодействия водоро-

да с металлами и сплавами отличаются сложностью и являются причиной различных физических явлений.

Как известно, водород, с одной стороны, оказывает неуправляемое отрицательное воздействие на металлические материалы. Он является причиной образования флокенов, повышенной хрупкости, вызывает коррозию и износ конструкций. Это вызывает многие технические проблемы в разных областях промышленности и может приводить к катастрофическим последствиям. А с другой стороны, водородное воздействие может быть использовано для улучшения структуры и свойств ряда функциональных материалов на основе палладия и некоторых конструкционных материалов [1].

В 1972 г. была разработана концепция о водородофазовом наклепе (ВФН) [2], которая в последующем была всесторонне разработана [3-5]. Развитие гидридных превращений – необходимое условие образования ВФН. Значительную роль в гидридных превращениях играют водородные концентрационные (ВК) напряжения. Детальный анализ данного явления приведен в работе [5]. Если ВК-напряжения соответствуют области упругих деформаций, то в системе металл-водород (Me-H) наблюдается явление водородоупругости. При этом ВФН не образуется.

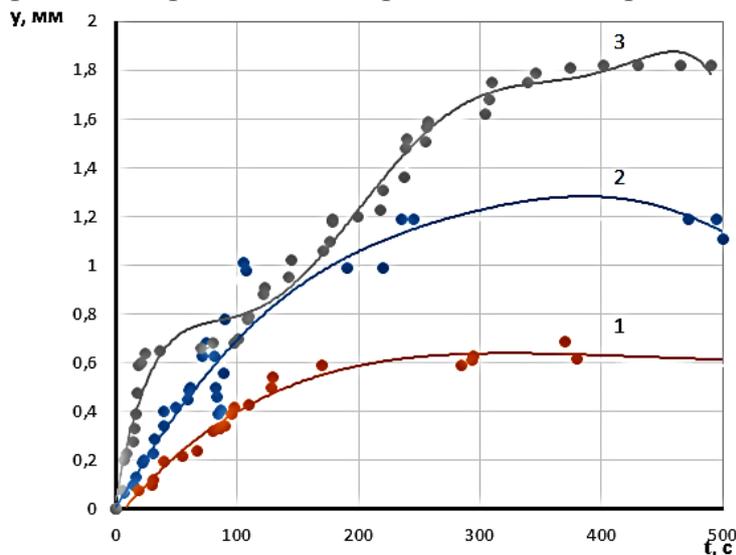
Взаимообусловленность реагирования системы Me-H на любые изменения внешних и внутренних факторов вызывает в металлах ряд водородоупругих эффектов [6], одним из которых является формоизменение металла под воздействием водорода. Основные результаты экспериментальных исследований водородоупругого формоизменения палладиевой пластины в зависимости от давления водорода в области α -твердого раствора в интервале от 150 ° до 100 °С представлены в работе [7]. Показано, что при одностороннем наводороживании в широком диапазоне давлений и температур Pd-пластинка закономерно изменяет форму. Этот процесс при насыщении условно можно разделить на обратимую и остаточную составляющие, тогда как полный цикл (насыщение-дегазация) можно считать обратимым. Установлены закономерности поведения общего формоизменения и его обратимой и остаточной составляющих в зависимости от давления водорода в области температур от 100 до 150 °С.

В работе [8] дан подробный анализ влияния ВК-напряжений на процесс диффузии водорода в системах Me-H. Описаны базовые закономерности поведения ВК неоднородностей. Показано, что возникающие напряжения приводят к замедлению процесса диффузии водорода, что в свою очередь увеличивает время жизни ВК неоднородностей. Результаты исследований говорят о том, что при одностороннем насыщении водородом одной из причин остаточного изменения формы Pd-пластины является замедление диффузии водорода ВК-напряжениями. За экспериментально разумные времена не происходит выравнивания концентрации водорода по толщине пластины.

В работе [9] представлен анализ закономерностей вызванного водородом изменения формы палладиевых пластин под воздействием одностороннего наводороживания. Изучена α -область образуемых твердых растворов. Рассмотрен диапазон температур от 110 до 350 °С, при давлениях водорода до 0,43 МПа. Результаты анализа свидетельствуют о том, что при высоких значениях давления (0,3÷0,43 МПа) и температурах 200÷280 °С, повышение давления водорода вызывает линейный и весьма сильный рост максимального изгиба пластины вплоть до $y_{\max} \approx 7\div 10$ мм.

В настоящее время проводится систематическое исследование формоизменения палладиевых пластин в условиях электролитического наводороживания. Описание методики и результатов экспериментов приводится в работе [10].

На рисунке 1 представлена зависимость стрелы прогиба палладиевой пластины от времени при одностороннем наводороживании электрохимическим способом.



1 – плотность тока $0,6 \text{ мА/см}^2$; 2 – плотность тока $1,0 \text{ мА/см}^2$;
3 – плотность тока $2,0 \text{ мА/см}^2$

Рисунок 1 – Зависимость стрелы прогиба палладиевой пластины от времени при одностороннем наводороживании электрохимическим способом

Представленные результаты показывают, что плотность подаваемого тока оказывает существенное влияние на величину изгиба изучаемой пластины палладия: при увеличении плотности тока изгиб закономерно увеличивается, что объясняется увеличением роста концентрации водорода в приповерхностных слоях образца.

Представленные в данной статье результаты представляют интерес при разработке различных технологических режимов эксплуатации металлических изделий в водородсодержащих средах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Водород в металлах: пер. с англ. / под ред. Г. Алефельда и И. Фелькля. – М.: Мир, 1981. – Т. 1. – 475 с.; Т. 2. – 430 с.

2 А.с. 510529 СССР, МПК С 22 F 1/00. Способ упрочнения гидридообразующих металлов и сплавов / В. А. Гольцов, Н. И. Тимофеев; Донец. политехн. ин-т (СССР). – №1936144; заявл. 11.06.73; опубл. 15.04.76, Бюл. №14.

3 Гольцов, В.А. Водородофазовый наклеп палладия / В. А. Гольцов, Н. И. Тимофеев, И. Ю. Мачикина // Физика металлов и металловедение. – 1978. – Т. 46, № 3. – С. 502–510.

4 Goltsov, V.A. Fundamentals of Hydrogen treatment of materials and its classification / V. A. Goltsov // Int. J. Hydrogen Energy. – 1997. - Vol. 22.- №2/3. P. 119-124.

5 Гольцов, В. А. Фундаментальные основы водородной обработки материалов / В. А. Гольцов // Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 1. – С. 42–69.

6 Смирнов, Л. И. Динамика систем металл – водород в континуальном приближении и некоторые водородоупругие эффекты / Л. И. Смирнов, В. А. Гольцов // Физика металлов и металловедение. – 1997. – Т. 84, вып. 6. – С. 47-56.

7 Гольцов, В. А. Упругое изменение формы палладиевой пластины под действием водорода. Результаты эксперимента / В. А. Гольцов, Ж. Л. Глухова // Физика металлов и металловедение. – 2000. – Т. 90, № 4. – С. 68–73.

8 Глухова, Ж.Л. Явление водородоупругости в системах металл-водород материалов / Ж. Л. Глухова, В.А. Гольцов // Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 1. – С. 138–151.

9 Гольцова, М.В. Экспериментальные закономерности и феноменологическая модель формоизменения палладиевой пластины при ее одностороннем насыщении водородом материалов / М. В. Гольцова, Е.Н. Любименко // Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 1. – С. 152–169.

10 Щеголева, Т. А. Электрохимическая водородная установка для исследования формоизменения металлов и сплавов / Т.А. Щеголева, А.В. Ветчинов, 11. В.А. Гольцов // Вестник ДонНТУ. Специальный выпуск «Металлургические процессы и оборудование». – 2016. – №4(4). – С. 23–26.

СЕКЦИЯ 5. СОВРЕМЕННАЯ ЭКОНОМИКА: СФЕРЫ, ОТРАСЛИ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 336.717

Бутко Владимир Павлович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: akvlucifer@gmail.com

Butko Vladimir Pavlovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: akvlucifer@gmail.com

Цыкунова Анна Андреевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: annasan_2001@mail.ru

Tsykunova Anna Andreevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: annasan_2001@mail.ru

Кудрякова Надежда Валерьевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kudryakova_08@mail.ru

Kudryakova Nadezhda Valerievna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kudryakova_08@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ПЕРСПЕКТИВ ПЕРЕХОДА РОССИИ ОТ НАЛИЧНЫХ К БЕЗНАЛИЧНЫМ РАСЧЕТАМ

RESEARCH OF OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR RUSSIA'S TRANSITION FROM CASH TO CASHLESS PAYMENTS

Аннотация. В статье рассматривается возможность полного перехода от наличных расчетов к безналичным. Авторами рассмотрены как положительные, так и отрицательные стороны безналичного денежного обращения.

Abstract. The article discusses the possibility of a complete transition from cash to non-cash payments. The authors considered both the positive and negative aspects of non-cash monetary circulation.

Ключевые слова: наличные деньги, электронные деньги, цифровая валюта.

Key words: cash, electronic money, digital currency.

С каждым днем глобальная сеть интернет развивается и увеличивает сферу своих возможностей. Одной из таких сфер являются электронные деньги. Монеты и банкноты, или наличные деньги, постепенно заменяются пластиковыми платежными картами, а в сети интернет можно воспользоваться множеством платежных систем, таких как PayPal, WebMoney, Яндекс деньги. В настоящее время цифровые валюты не выпускаются национальными центральными банками.

Использование безналичных денег растет ежедневно, становясь все более удобным средством расчетов как для покупателей, так и для продавцов, частично включая отдаленные, малонаселенные и труднодоступные территории, где доступ к хорошо развитой финансовой инфраструктуре ограничен. Увеличение доли безналичных платежей приводит к большему охвату населения финансовыми услугами, которые, в свою очередь, становятся доступнее, что в конечном итоге улучшает качество жизни людей.

Данная тема является актуальной, поскольку на сегодняшний день существует различные мнения относительно полного перехода к безналичным расчетам, а

именно, одна часть населения рада переходу на новый и простой способ оплаты и получения денежных средств, другая наоборот, категорически против безналичных расчетов, так как считает электронные средства недостаточно защищенными от сетевых хакеров, которые получили широкое распространение на сегодняшний момент. Многие люди также опасаются слежки их личного бюджета в электронных сетях.

Существует два основных вида денежного обращения, а именно в наличной и безналичной формах.

Наличная форма представляет собой обмен, который производится с помощью монет, бумажных банкнот, издаваемых Центральным банком. Основной монополющий выпуск денег в Российской Федерации осуществляет Банк России. Непосредственно, наличный обмен представляет собой движение денежной массы в экономике, как между государственными органами, так и между частными лицами и предприятиями за определённый момент времени.

Безналичная форма расчетов представляет собой обмен средствами по банковским счетам, которые принадлежат как частным лицам, так же предприятиям и другим банкам или же государственным органам (рисунок 1).

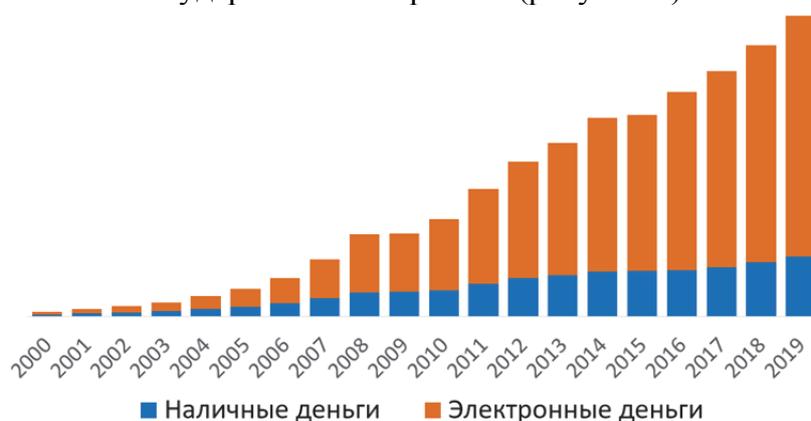


Рисунок 1 – Доля электронных денег в общем объеме денежной массы в России

Общий размер безналичного обращения в России зависит от ряда определенных факторов:

1. Общепринятого масштаба цен в экономической системе;
2. Объемов распределительных и перераспределительных отношений, которые осуществляются через финансовую систему;
3. Темпов роста производства товаров и размеров продаж.

Если сравнивать эти две формы финансового оборота денежных средств в стране, можно заметить, что безналичное денежное обращение, которое осуществляется с использованием электронных средств, очень ускоряет процесс передачи денег другому лицу или организации, а также снижает издержки обращения.

Наличное и безналичное обращение связано между собой. Деньги изо дня в день меняют форму от наличных к безналичным, и наоборот. Вместе они образуют единый денежный оборот страны, где действуют деньги одного наименования (рисунок 2).

У безналичной формы денежного обращения есть ряд преимуществ, по сравнению с наличной формой:

1. безналичные деньги безопаснее хранить;
2. в случае утраты карты (кошелька) счет можно заблокировать с последующим выводом хранящихся на нем средств;
3. при помощи электронных кошельков можно отслеживать расходы;

4. при ошибочно совершенной банковской операции можно связаться с сотрудником банка и отменить данную операцию.

Кроме преимуществ перед наличной формой, у безналичной формы расчетов есть и недостатки:

1. Для использования безналичных средств необходима карта (счет);
2. Возможность заморозки средств из-за проблем банка;
3. Обслуживание любого счета (карты) – это платная услуга;
4. Некоторые банковские операции требуют длительного времени проведения самой операции, что довольно неудобно.

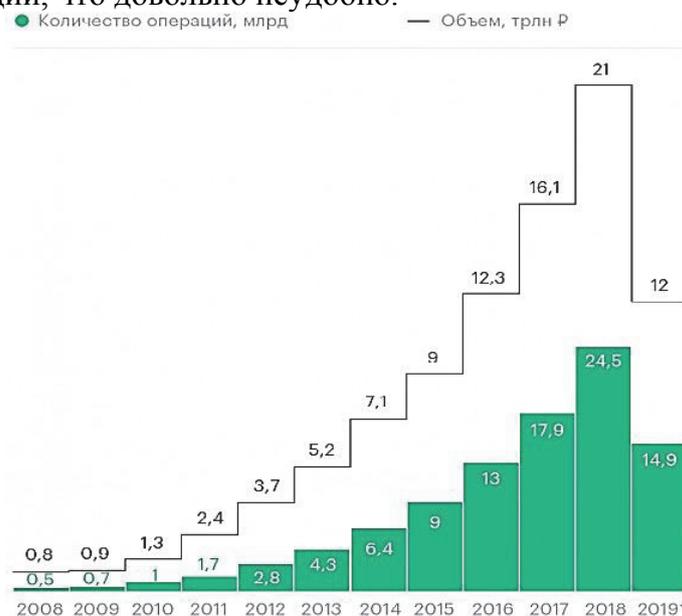


Рисунок 2 – Количество операций по оплате банковскими картами товаров и услуг

Переходу на безналичный расчет способствуют три основных причины:

1. Развитие цифровых технологий;
2. Развитие сбп (система быстрых платежей);
3. Пандемия Коронавируса (с 2019 года включительно).

Переход от наличных денег к безналичным в ближайшие 15 лет может быть связан с появлением российской электронной валюты. В октябре 2020 года Банк России представил доклад по созданию и внедрению цифрового рубля. Как ожидается, в экспериментальном режиме проект может заработать уже к концу 2021 года.

Переход от наличного к безналичному расчету может положительно сказаться на устойчивости банковской системы и росте экономики за счет увеличения остатков на счетах или среднего чека в магазине.

Однако, на наш взгляд, Россия еще не готова к полному переходу на безналичный расчет. В отдаленных населенных пунктах, которых в нашей стране довольно много, нет интернета и терминалы, в большинстве своем, работать не будут. У многих людей нет и зарплатных карт, многие пожилые люди даже не знают, как пользоваться электронными средствами оплаты. Большинство жителей России не готовы к тому, чтобы за их средствами следили. Ко всему прочему, обслуживание любой банковской карты – это платная услуга, а за своевременное информирование по операциям, проводимым картой, необходимо платить и за дополнительные услуги, предоставляемые банком – держателем карты (счета).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Лента. В России стали забывать, как выглядят наличные. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://m.lenta.ru/articles/2020/11/08/cifbl/>.
- 2 Риа новости. Переход на безнал: готова ли Россия отказаться от купюр. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://ria.ru/20170123/1486312945.html>.
- 3 РТ на русском. Цифровой курс. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://russian.rt.com/business/article/826952-dolya-beznalichnyh-platezhej-rossiya>.
- 4 Смолбизнес. Плюсы и минусы работы по «безналу». [Электронный ресурс] – Электрон. данн. https://smallbusiness.ru/library/plyusy_i_minusy_raboty_po_beznalu.html.
- 5 Банки.ру. Как цифровой рубль отменит «банковское рабство». [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://www.banki.ru/news/columnists/?id=10947478>.
- 6 РБК. ЦБ определился с форматом ввода цифрового рубля как новой формы денег. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://www.rbc.ru/finances/08/04/2021/606ddb6c49a7947c8d84009ed>.

УДК 336.02

Гасанова Айтадж Габил кызы – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: a.gasanova11@mail.ru

Hasanova Aytaj Gabil kyzy – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: a.gasanova11@mail.ru

Кизиль Елена Витальевна – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kisil_ev@mail.ru

Kizil Elena Vitalievna – Doctor of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kisil_ev@mail.ru

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ ПОЛИТИКИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ANALYSIS OF DIRECTIONS OF BUDGET AND TAX MUNICIPAL EDUCATION POLICIES

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы бюджетно-налоговой политики муниципального образования. Проведен анализ формирования доходной базы бюджета и структуры расходования средств. Акцентировано внимание на долгосрочном бюджетном прогнозе муниципального района в контексте реализации приоритетных задач и направлений муниципальной бюджетно-налоговой политики.

Abstract. The paper deals with the issues of budgetary and tax policy of the municipality. The analysis of the formation of the income base of the budget and the structure of spending funds is carried out. Attention is focused on the long-term budget forecast of the municipal district in the context of the implementation of priority tasks and areas of the municipal budgetary and tax policy

Ключевые слова: доходы, расходы бюджета муниципального района, долгосрочный бюджетный прогноз.

Key words: revenues, expenditures of the budget of the municipal district, long-term budget forecast.

В соответствии с Бюджетным кодексом РФ бюджет является регламентированной формой создания доходной базы и обеспечения расходных обязательств муниципального образования [1]. В этой связи первостепенное значение имеет разработка муниципальной бюджетно-налоговой политики как базового инструмента регулирования бюджетно-налоговых отношений. В условиях экономической нестабильности и хронической нехватки бюджетных ресурсов проблема совершенствования деятельности органов местного самоуправления в области мобилизации доходов и регулирования социально-экономического развития муниципальной территории стоит наиболее остро. Основной целью бюджетной политики муниципальных образований является создание условий для повышения качества жизни жителей района, ведения предпринимательской деятельности и привлечения инвестиций [3].

Объектом исследования в настоящей работе выступает бюджет муниципального образования «Комсомольский-на-Амуре муниципальный район».

В 2020 году исполнение бюджета по доходам на 18,5 % выше уровня 2019 года. Поступления налоговых и неналоговых доходов в сопоставимом нормативе отчислений на 36,0 % превосходят аналогичные доходы в 2019 году.

Наибольший удельный вес в структуре налоговых доходов составляет налог на доходы физических лиц. В 2020 году его удельный вес 96,1 % в общем объеме налоговых поступлений района. Остальные 3,9 % составляют налог на совокупный доход (1,7 %), акцизы (0,5 %), транспортный налог (1,3 %), госпошлина (0,4 %).

Неналоговые доходы в основном представлены доходами от использования имущества (79,5 %). Поступления по другим статьям значительно меньше: штрафы, санкции, возмещение ущерба (16,2 %); доходы от продажи имущества, земель (3,1 %); платежи за пользование природными ресурсами (0,7 %); доходы от компенсации затрат (0,4 %).

Динамика отраслевой структуры налоговых поступлений нестабильна. Так в 2019 году на войсковые части приходилось 52,5 % от всех налоговых поступлений в бюджет, тогда как в 2020 году – только 38,5 %. Налоговый поток от бюджетных организаций примерно одинаков: в 2019 году он составлял 14,4 %, в 2020 году – 13,1 %. Существенно возросли налоговые отчисления по строительной отрасли: с 3,5 % в 2019 году до 16,9 % в 2020 году. Противоположную тенденцию имеют налоговые доходы по лесной отрасли. Они уменьшились в 2020 году и находились на уровне 5,1 % по сравнению с 2019 годом (7,2 %). В 2020 году на 7,1 % возросли налоговые потоки по транспортной отрасли. Их доля в отраслевой структуре составила 19,3 %.

Из краевого бюджета в 2020 году поступило 1 161,4 млн. р. межбюджетных трансфертов, что составило 48,5 % в общей структуре доходов муниципального района. Из них в виде дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности средства поступили в размере 8,4 %, на целевые трансферты пришлось 91,6 %.

Положительная динамика налоговых и неналоговых доходов, а также безвозмездных поступлений из вышестоящего бюджета обусловила устойчивое исполнение расходов консолидированного бюджета. Особенностью структуры расходов бюджета района является сохранения высокой доли социально-ориентированных расходов, а также рост расходов на дорожное хозяйство. Консолидированный бюджет района по расходам исполнен в сумме 2 239,7 млн. рублей, что на 17,9 % выше уровня 2019 года.

Исполнение консолидированного бюджета осуществлялось на основе 138 муниципальных программ, в том числе 17 программ муниципального района и 121 программы сельских поселений. Финансовое обеспечение расходных полномочий осуществляется в рамках программного бюджета более чем на 95 % в общем объеме расходов.

В таблице 1 представлены основные характеристики бюджета муниципального района на 2022 - 2024 г.г.

Таблица 1 – Параметры долгосрочного прогноза бюджета муниципального района [2]

Доходы и расходы бюджета, млн. р.	Период		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Доходы	1 891,7	1 926,0	1 914,1
Налоговые и неналоговые доходы	781,6	805,1	841,7
Расходы	1 901,7	1 926,0	1 914,1
Дефицит бюджета	10	0	0

Прогноз объема доходов бюджета муниципального района на 2021-2024 г.г. имеет нестабильную динамику. Рост доходов в 2022 году по сравнению с 2021 годом составляет 1,8 %, в 2024 году наблюдается снижение доходов по отношению к предыдущему 2023 году на 0,6 %.

Налоговые и неналоговые доходы бюджета муниципального района в 2022 году прогнозируются со снижением к оценке 2021 года на 23,3 %. На 2023 год доходы планируются с ростом к 2022 году на 3 %, на 2024 год – с ростом к 2023 году на 4,5 %. Динамика расходов бюджета соответствует изменению доходных поступлений. Дефицит бюджета в 2023 и 2024 годах имеет нулевое значение. Объем муниципального долга района составит на 01.01.2023 г. – 12,7 млн. р.; на 01.01.2024 г. – 11,4 млн. р.; на 01.01.2025 г. – 10,0 млн. р.

Таким образом, основные направления налоговой политики муниципального образования сохраняют свою актуальность и в планируемом периоде. Долгосрочный прогноз бюджетно-налоговой политики района основывается на расширении налоговой базы; недопущении роста недоимки по налоговым и неналоговым платежам в бюджет; повышении эффективности управления муниципальной собственностью [3,4]. Соблюдение данных принципов позволит обеспечить устойчивость и сбалансированность бюджетной системы района, стимулирование предпринимательской деятельности, привлечение инвестиций за счет концентрации финансовых ресурсов на реализации приоритетных задач муниципальной территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бюджетный кодекс Российской Федерации : федер. закон от 31.07.1998 №145-ФЗ (ред. от 01.07.2021, с изм. от 15.07.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.07.2021) [Электронный ресурс] // «Консультант Плюс»: справочная правовая система. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 11.11.2021).

2 Бюджет Комсомольского муниципального района // Официальный сайт администрации Комсомольского муниципального района. – Раздел сайта «Финансы района», подраздел «Бюджет». – URL: <https://raion-kms.khabkrai.ru/Finansy-raiona-Vyudzhet/> (дата обращения: 30.11.2021).

3 Борщ, Л.М. Анализ эффективности региональной бюджетной политики / Л.М. Борщ, С.В. Герасимова // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. - 2021. - Том 23. - № 1. - С. 88-101.

4 Качанова, Е.А. Эффективность организации бюджетно-налоговой политики муниципального образования в стратегическом планировании развития территории / Е.А. Качанова, Р.В. Маточкин //Муниципалитет: экономика и управление. - 2017. – № 3 (20). - С. 47-56.

УДК 336.717

Гасанова Айтадж Габил кызы – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: a.gasanova11@mail.ru

Gasanova Aytaj Gabil kyzy – student, of Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: a.gasanova11@mail.ru

Яковлева Татьяна Анатольевна – канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: efbu@knastu.ru

Yakovleva Tatiana Anatolyevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: efbu@knastu.ru

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

STAFFING OF THE AVIATION INDUSTRY AS A FACTOR OF COMPETITIVENESS

Аннотация. В статье рассматриваются факторы конкурентоспособности высокотехнологичной продукции, к числу которых относится продукция авиационной промышленности, в их взаимосвязи и взаимообусловленности.

Abstract. The article examines the factors of competitiveness of high-tech products, which include the products of the aviation industry, in their relationship and interdependence.

Ключевые слова: авиационная промышленность, высокотехнологичное производство, кадровое обеспечение.

Keywords: aviation industry, high-tech production, staffing.

На новейшем этапе развития научно-технического прогресса одним из значительных показателей конкурентоспособности хозяйствующего субъекта является уровень технологичности производства. Особенно важна такая характеристика для сложных и наукоемких производств с длительным периодом конструкторских работ, к числу которых, безусловно, относятся предприятия авиационной промышленности.

Актуальность поддержания высокой технологичности бизнес-процессов на предприятиях отечественного авиапрома обусловлена еще и тем, что Россия имеет статус третьей мировой авиастроительной державы по показателю выпуска готовой продукции. В 2020 году общий объём производства авиационной промышленности России составил 1 281 588,8 млн. рублей, в том числе на промышленных предприятиях отрасли – 887 525,4 млн. рублей [1]. При этом на мировой рынок было поставлено авиационной техники на сумму более 300 000 млн. рублей, что «заставляет» предприятия авиапрома поддерживать конкурентоспособность выпускаемой продукции на уровне мировых требований.

Тренд развития авиационной промышленности характеризуется революционными и масштабными изменениями, связанными с образованием и применением новых технологий, способных достаточно крупно повысить и постоянно поддерживать высокие качественные показатели выпускаемой продукции, обеспечивая ей конкурентоспособности на внутреннем и мировом рынках.

Существует множество подходов не только к трактовке понятия «конкуренции», но и к перечню факторов на неё влияющих. Рассмотрим наиболее распространенный подход, в сторонники которого выделяют 5 основных факторов конкурентоспособности современного промышленного предприятия (Таблица).

Таблица 1 – Факторы конкурентоспособности предприятия

Факторы конкурентоспособности предприятия	
Человеческие ресурсы	Количество, квалификация и стоимость рабочей силы
Физические ресурсы	Земельные, лесные, водные, климатические, географическое положение
Ресурсы знаний	Сумма научной, технической и рыночной информации
Денежные ресурсы	Количество и стоимость капитала, который может быть использован
Инфраструктура	Тип, количество имеющейся инфраструктуры и плата за пользование ею

В рамках статьи проанализируем взаимосвязь и взаимовлияние двух из перечисленных факторов конкурентоспособности – ресурсов знаний, включающих используемые технологии, и человеческих ресурсов.

Напомним, что от поколения к поколению усложняются конструкции авиационной техники, расширяется использование новых конструкционных материалов, в современных конструкциях летательных аппаратов все больше применяются трехмерные сложно-контурные поверхности для создания аэродинамических элементов, с целью снижения веса применяются ажурные, тонкостенные и пустотелые элементы конструкции при условии выполнения важных требований по прочности и жесткости. В полной мере использовать достоинства названных и других технических инноваций могут только высококвалифицированные кадры, обладающие и соответствующими профессиональными компетенциями, и инновационными характеристиками.

В 2020 году средняя численность работающих в авиационной промышленности 404,9 тыс. человек или 97% к уровню 2019 года, в том числе в промышленности – 301,5 тыс. человек (97,1%), в научных организациях – 102,7 тыс. человек (96,6%) [1]. Профессионально-квалификационная организация кадров ведущих предприятий авиапрома не претерпела особых изменений. Однако произошло увеличение доли руководителей в общей численности работников (14,36 %), достаточно значимый вес специалистов при этом остался неизменным (30,31 %), а также произошло некоторое омоложение кадрового потенциала на авиапроме [2], ставшее следствием усиления за последние годы приема на работу молодых специалистов после окончания высших учебных заведений.

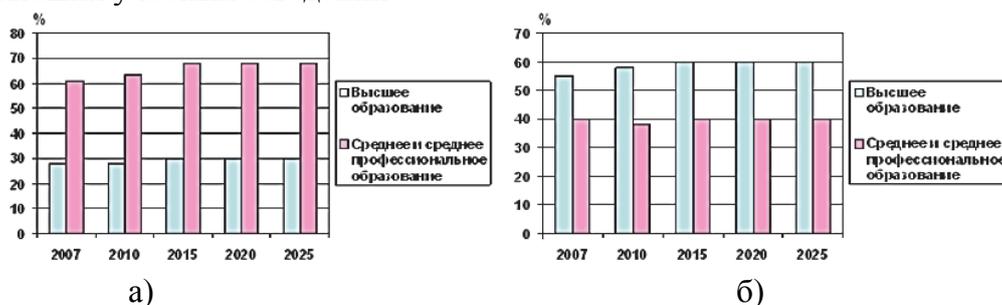


Рисунок 1 – Динамика структура кадрового потенциала авиационной промышленности по критерию «уровень образования»:

а – производственные предприятия, б – конструкторское бюро

Высокая технологичность продукции авиапрома предъявляет жесткие требования к образованию и квалификации работников, особенно занятых конструкторскими и технологическими разработками. На представленных выше диаграммах видно, что удельный вес сотрудников с высшим образованием в таких структурах, как конструкторское бюро в два раза выше, чем среди занятых на промышленных предприятиях (рисунок 1).

Помимо формального образования специалист, работающий в данной отрасли, то есть в авиапроме должен отличаться способностью к критическому мышлению и креативному, современному подходу, умением быстро и без трудностей пе-

рестраиваться с одного объекта или типа деятельности на другие, то есть обладать профессиональной мобильностью.

В заключении нужно сказать, что для достижения основных целей стратегии совершенствования кадров для предприятий авиастроения на будущую перспективу возможно только при создании наилучших образовательных программ аэрокосмических университетах Российской Федерации и субъектах Российской Федерации, которые бы были нацелены на особенности и оригинальность разработки и производства авиационной техники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Годовой отчет Общества (Акционерного общества «Авиационная промышленность» - АО «Авиапром») по итогам деятельности за 2020 год – [Электронный ресурс]. URL <http://www.aviaprom.pro/> (дата обращения: 21.10.2021).

2 Сорокин А.Е. Разработка предложений по управлению процессом формирования и использования трудового потенциала предприятий авиационной промышленности. В кн.: Экономика, организация производства и информационный менеджмент в оборонной промышленности. Сб. науч. тр.- М.: НИИСУ, МАИ, 2008.

3 Проблемы кадрового обеспечения инновационной деятельности в авиационной промышленности России – [Электронный ресурс]. URL <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-kadrovogo-obespecheniya-innovatsionnoy-deyatelnosti-v-aviatsionnoy-promyshlennosti-rossii/> (дата обращения: 21.10.2021).

4 Анализ отрасли авиастроения в России в 2015-2019 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2020-2024 гг. – [Электронный ресурс] – URL <https://businessstat.ru> (дата обращения: 21.10.2021).

УДК 338.45:69

Гресева Маргарита Александровна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: margooosss@mail.ru

Greseva Margarita Alexandrovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: margooosss@mail.ru

Кузнецова Ольга Рудольфовна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: orkuznetsova@mail.ru

Kuznetsova Olga Rudolfovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: orkuznetsova@mail.ru

НЕОБХОДИМОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

THE NECESSITY AND PROSPECTS OF ESTABLISHING A CONSTRUCTION CLUSTER IN THE FAR EAST

Аннотация. Работа посвящена вопросам, связанным с созданием в Хабаровском крае строительного кластера. Обозначены основные причины неудовлетворительного состояния строительной отрасли, определены предпосылки для создания кластера. Сформулированы преимущества кластерного объединения предприятий. Сделан вывод о целесообразности реализации данного проекта.

Abstract. Work dedicated to issues related to the creation of a construction cluster in the Khabarovsk Territory. The main reasons for the unsatisfactory state of the construction

industry are identified, the prerequisites for the creation of a cluster are determined. The advantages of the cluster association of enterprises are formulated. The conclusion is made about the feasibility of the implementation of this project.

Ключевые слова: кластер, отрасль, строительство, Дальний Восток, жилье, предпочтения, строительные материалы.

Key words: cluster, industry, construction, Far East, housing, preferences, building materials.

Состояние строительной отрасли Дальнего Востока России характеризуется тем, что по многим показателям отрасль сегодня отстает по темпам развития от других регионов страны.

Люди обеспечены жильем в дальневосточных регионах на 11 % ниже, чем в среднем по стране. Ввод жилья в регионах почти в два раза отстает от среднероссийского уровня и составляет 0,31 м² на жителя. Уровень рентабельности строительной отрасли ниже, чем по стране, а стоимость строительства в среднем на 50 % выше. Причинами такого состояния отрасли являются:

- нехватка строительных организаций, которые способны работать качественно и своевременно;
- отсутствие инфраструктурной подготовки площадок под застройку, где главная роль принадлежит региональным органам власти и органам местного самоуправления;
- высокая стоимость строительных материалов, в цене на которые большой удельный вес занимают затраты на транспортировку из европейской части страны или из соседних зарубежных стран;
- недостаточное количество местных предприятий по производству строительных материалов и другие причины.

Перечисленные причины являются так же факторами, влияющими на состояние рынка жилья, где спрос в последнее время растет, а вместе с ним растут и цены.

Сложившаяся неблагоприятная ситуация в строительной отрасли требует принятия экстренных и кардинальных решений так как строительство жилья и других инфраструктурных объектов на Дальнем Востоке является залогом стабильности и спокойствия социальной обстановки в обществе.

Предпосылки для разработки и принятия таких решений имеются. На федеральном уровне запущена программа дальневосточной ипотеки. Разработаны специальные условия для предприятий, работающих на территориях опережающего социально-экономического развития, предусматривающие льготные режимы налогообложения. Кроме того, на обширных территориях Дальнего Востока нет проблемы выбора строительной площадки, а спрос на жилье высокий и стабильный.

Одним из вариантов решения проблемы оздоровления строительной отрасли может стать создание строительного кластера (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структура кластера

Кластер – объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами. Данное определение позволяет установить, что жилищно-строительный кластер – это крупное объединение географически локализованных в рамках региона строительных предприятий, научных и образовательных организаций и других инфраструктурных фирм

Создание такого кластера наиболее удобно в Хабаровском крае, как с точки зрения логистики, так и с точки зрения наличия ресурсов в регионе. Данное решение поддержано и Президентом Российской Федерации и Губернатором Хабаровского края.

Создание строительного кластера повлияет на формирование благоприятного инвестиционного климата, будут так же введены особые преференции для потенциальных инвесторов, в частности, в виде налоговых послаблений. Кроме того, одной из форм реализации проекта создания кластера может стать прямое государственное финансирование или государственно-частное партнерство.

Дальневосточный строительный кластер будет создан на площадке «Ракитное» территории опережающего развития «Хабаровск», которая в своем арсенале имеет земельные участки площадью около 50 га, оборудованными необходимыми инженерными коммуникациями и имеющими развитую транспортную инфраструктуру. [3,2,4,6]

В настоящее время в промышленной зоне «Ракитное» разместилось семь резидентов. Они занимаются производством строительных материалов, таких как каменная вата, пластиковые водостоки и пластиковые трубы, которые необходимы для строительства трубопроводов природного газа и транспортировки природного газа. В ближайшее время на специальной территории откроется производство железобетонных изделий, сухих смесей и красок, асфальта и бытового газобетона. [1]

Таким образом, создание дальневосточного кластера производителей строительных материалов направлено на снятие нескольких ограничений. Первое ограничение связано с объемом производимых стройматериалов, и второе – это ограничение, связанное с персоналом. В состав объединения по строительному кластеру должны войти как промышленные предприятия, так и высшие, а также средне-специальные учебные заведения, в которых будет вестись подготовка кадров для предприятий кластера.

К ожидаемым эффектам, которые получают предприятия-участники строительного кластера, относятся:

- снижение затрат на производство продукции, работ и услуг;
- возможность выхода на внешний рынок и стабильный рост внутреннего рынка;
- повышение оплаты труда работников;
- повышение качества производимой продукции и рост ее конкурентоспособности.

Кроме того на вновь созданный емкий рынок могут войти малые предприятия, для которых кластер создает инновационную привлекательность и удобство в виде большой концентрации вокруг строительных фирм и сборочных предприятий.

Создание кластерных цепочек в строительной отрасли поможет быстрее выходить на новые продукты. Так же создаются условия организации новых домо-строительных систем и конструктивных решений с переходом на более экономичное, бережное отношение к ресурсам, к формированию другой ценовой политики, особенно в части обеспечения доступности сооружений, предназначенных для удовлетворения потребностей народа. [5]

Создание такой структуры позволит нарастить темпы строительства объектов, а также уменьшить себестоимость, сроки возведения и ввода в эксплуатацию социально значимых объектов и нового жилого фонда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 В Хабаровском крае создадут крупнейший на Дальнем Востоке строительный кластер // kapital-rus.ru [Электронный ресурс] https://kapital-rus.ru/uznai/news/v_habarovskom_krae_sozdadut_krupnejshij_na_dalnem_vostoke_stroitelnyj_klaster/ (дата обращения: 30.11.2021).

2 Дальневосточный строительный кластер планируется создать в Хабаровском крае// vostokgosplan.ru [Электронный ресурс] <https://vostokgosplan.ru/wp/2021/11/дальневосточный-строительный-кластер/> (дата обращения: 30.11.2021).

3 Дальневосточный строительный кластер создадут в Хабаровском крае // www.khabkrai.ru [Электронный ресурс] <https://www.khabkrai.ru/events/news/185998/> (дата обращения: 30.11.2021).

4 На Дальнем Востоке планируется создать строительный кластер // www.amur.info [Электронный ресурс] <https://www.amur.info/news/2021/09/17/194825/> (дата обращения: 30.11.2021).

5 Рамазанова, А.О. Строительные кластеры как основа формирования стратегических преимуществ российских предприятий строительного комплекса/А.О.Рамазанова, Л.А.Борисова // <https://cyberleninka.ru/article/n/stroitelnye-klastery-kak-osnova-formirovaniya-strategicheskikh-preimuschestv-rossiyskih-predpriyatij-stroitel'nogo-kompleksa>

6 Строительный кластер в Хабаровском крае создадут до июля 2022 года // www.eastrussia.ru [Электронный ресурс] <https://www.eastrussia.ru/news/stroitelnyy-klaster-v-khabarovskom-krae-sozdadut-do-iyulya-2022-goda/> (дата обращения: 30.11.2021).

УДК 338

Демьяненко Юлия Игоревна – старший преподаватель кафедры «Высшая математика», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей и сообщения», e-mail: slawa.54@mail.ru

Demyanenko Yulia Igorevna – Senior Lecturer of Higher Mathematics Department, Siberian State Transport University, e-mail: slawa.54@mail.ru

Серегина Полина Александровна – студент, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей и сообщения», e-mail: bronipolimamama@gmail.com

Seregina Polina Aleksandrovna – student, Siberian State Transport University, e-mail: bronipolimamama@gmail.com

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ОТКРЫТИЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

ECONOMIC ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF OPENING A FARM IN RUSSIA

Аннотация. Вопросы о сельском хозяйстве и его экономической рентабельности сейчас актуальны. Россия заинтересована в импортозамещении разнообразных товаров, в частности говядины, и разнообразными способами пытается мотивировать людей разводить крупный рогатый скот. Чтобы открыть своё производство говядины

ны, мы должны проанализировать, насколько это выгодно, для этого нам пригодится наука экономика. Проведя анализ, мы выяснили, что заниматься выращиванием крупного рогатого скота не очень выгодно.

Abstract. Agriculture and its economic profitability problems are relevant nowadays. Russia is interested in import substitution of various goods, beef in particular, and tries different ways to motivate people to breed cattle. To open our own beef production, we need to analyse how profitable it is, and for that we will need such science as economics. After conducting a research, we've found out that cultivating cattle is not very profitable.

Ключевые слова: фермерское хозяйство, рентабельность, экономика, крупный рогатый скот.

Key words: farming, profitability, economy, cattle.

Экономика присутствует во всех областях человеческой жизни, особенно во всех сферах бизнеса и предпринимательской деятельности. Экономика также является неотъемлемой частью сельского хозяйства, в частности животноводства, чтобы убедиться в их крепкой связи, попробуем представить себя на месте человека, который решил заняться разведением крупного рогатого скота (КРС). Чтобы определить, выгодно ли заниматься данным производством, обратимся к науке экономике, для того, чтобы посмотреть динамику оптовых цен за один килограмм говядины за последние десять лет (рисунок 1). Стоит пояснить, что будем рассматривать цены на мясо говядины на кости, а не на бескостное мясо, очень важно понимать, какое мясо будет использоваться для изучения цен на него, ведь бескостное мясо стоит практически в два раза больше, чем мясо на кости.

На рисунке 1 видно, что цена на говядину постоянно растет, но будущим предпринимателям не стоит обольщаться, ведь цена может расти из-за постоянно растущих издержек. Тут как раз такой вариант, постоянно увеличивается цена на корма, эксперты утверждают, что цены на мясо должны вырасти еще примерно на 15 %, чтобы разведение коров стало рентабельным. Не стоит забывать, что шкуры коров будут проданы и предприятие получит дополнительный доход. Один килограмм шкуры стоит от шестнадцати, до двадцати рублей, от одной туши коровы можно получить от двадцати до тридцати килограмм шкуры.

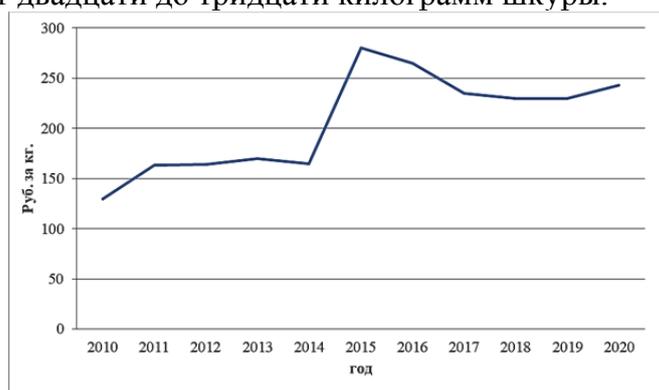


Рисунок 1 – Динамика оптовых цен на один килограмм говядины за последние десять лет

Рассчитаем, сколько денег можно получить от забоя одной коровы и в последующем продажи туши и шкуры данной коровы. Для начала нужно выбрать породу, возраст быка и узнать средний вес его туши. Обычно быков на мясо выращивают до двух лет, потому что к этому возрасту корова достигнет хорошего веса, при этом мясо не будет жестким и предприятие не потратит на его поддержание жизни лишние материальные ресурсы. Так как предприятие занимается разведением КРС для получения мяса, а не молока, то выгодней купить и выращивать быка, а не корову, и

не обычного быка, а быка мясной породы, так как средний вес коровы равен 350-450 кг, а вот вес взрослого мясного быка при идеальных условиях его проживания может достигать 500-900 килограмм. Фермерское хозяйство будет выращивать, а затем отправить на убой бычка красно-пёстрой породы. Если взять средний вес двухгодовалого быка 550 кг и вычесть из него вес всех внутренних органов с кровью (115 кг.), головы (12 кг.), ног до скакательных суставов (10 кг), шкуры (23 кг) и в итоге получим тушу весом 388 килограмм. Эту тушу можно продать за 89240 рублей, чтобы получить цену туши, нужно массу (388 кг) умножить на стоимость (230 руб. за кг). Необходимо учесть, что еще шкура стоит 391 рубль, ливер 2085 рублей (печень 6 кг, цена 200 руб. за кг; сердце 3 кг, цена 170 руб. за кг; лёгкие 5 кг, 75 руб. за кг), органы, которые являются годными для продажи и дальнейшего употребления (говяжий язык 1кг, цена 450 руб. за кг; почки 2 кг, 70 руб. за кг). Итого приблизительная цена за продажу туши и органов быка составит 92306 рублей, стоит пояснить, что это очень грубые и приблизительные расчеты.

После того, как стала известна цена, за которую можно продать тушу говядины и другие органы годные для реализации, необходимо определить стоимость кормов, которые необходимы для поддержания и нормального роста коровы, и стоимость телят. В среднем бык съедает в сутки от 2 до 5 килограммов дробленого зерна, его стоимость варьируется от 8 до 10 тыс. рублей за тонну, и от 10 до 15 кг сена, оно стоит 400 руб. за центнер. Возьмем среднюю величину съедаемого корма и его стоимости за кг, для начала посчитаем, сколько пищи в день употребит одно животное, и сколько это будет стоить. В среднем быку нужно 3,5 кг дробленого зерна, его стоимость составляет 9 руб. за кг и 12,5 кг сена, оно стоит 4 руб. за кг, итого дневной рацион быка выйдет в цену 81,5 руб. Для сравнения, свинья съедает в день около 33 кг дробленого зерна, именно поэтому, проще и выгоднее разводить КРС, а не свиней. Теперь посмотрим, сколько всего за два года съест корова, и сколько это будет стоить, за все время жизни быку понадобится 2555 кг дробленого зерна, 9125 кг сена, всего цена пропитания быка на два года выйдет в 59495 руб.

Сейчас определим стоимость и возраст телят. Рекомендуются покупать в хозяйство двух или трехнедельного теленка, так как к этому времени он успеет попить материнского молока и окрепнуть. При этом он будет стоить дешевле, чем месячный теленок, ведь чем взрослее особь, тем выше ее стоимость. Изучив рынок, станет понятно, что двух – трехнедельный теленок красно-пёстрой породы обойдется нам примерно в 13 тыс. рублей.

Издержки не заканчиваются пропитанием и покупкой телят, не стоит забывать, про затраты на услуги ветеринара, ведь животному необходимо ставить прививки, следить за его здоровьем, лечить в случае необходимости. Также животному нужен обслуживающий персонал, который будет кормить его, убираться за ним. И конечно же будут затраты на помещение, в котором живет бык, на постройку данного здания, его обслуживания, электричество, отопления, если климат холодный, воду, которую пьют представители КРС. Под эти расходы за все два года жизни быка в фермерском хозяйстве примерно заложим 8 тыс. руб. это довольно грубый и не совсем точный расчет, и на убой животного наша ферма потратит 500 руб.

Если сложить все издержки, которые были посчитаны ранее и вычесть из дохода, станет известна чистая прибыль с производства одного быка. В итоге чистая прибыль составила всего 11311 руб., эта сумма не впечатлит человека, который планирует заниматься бизнесом и хочет, чтобы его дело приносило ему хороший доход.

Государство понимает, что занятие животноводством или растениеводством не очень привлекательное и рентабельное занятие, фермеров сейчас действительно мало и Россия сама не может производить достаточное количество говядины, кото-

рое необходимо нашему многомиллионному населению, поэтому приходится закупать мясо за границей. В частности, самый большой поставщик мяса России на данный момент является страна-экспортер Беларусь. Но нашему государству не очень выгодно закупать говядину у других государств, и оно пытается любыми способами поощрять отечественного производителя, путем создания разнообразных программ поддержки фермеров и введении льгот. К примеру, существуют разнообразные гранты для начинающих фермеров: грант для начинающего фермера, максимальный размер гранта для начинающего фермера составляет 3 млн рублей для разведения КРС, выделенные государством деньги мы можем потратить на приобретение земельного участка, животных, сельхозтехнику и разнообразный инвентарь и так далее; «Агростартап», но он доступен только для личных подсобных хозяйств (ЛПХ), с условием, что после получения данного гранта он зарегистрирует крестьянское фермерское хозяйство (КФХ).

Несмотря на все льготы от государства для фермеров, их предприятие все же не принесет больших доходов, ведь на пропитание для крупного рогатого скота уходит слишком много денежных средств. Но данную статью издержек можно уменьшить, начав выращивать сено и зерно. Конечно, на покупку полей, семян, тракторов и другого специального оборудования, нужного для обработки земли и урожая понадобятся большие инвестиции, но в дальнейшем они окупятся, не зря у подавляющего большинства животноводческих успешных и крупных фермах есть свои земельные участки, на которых они выращивают корм для животных. Фермерское хозяйство сможет продавать излишки сена и зерна, получая дополнительный доход.

Проведя анализ рентабельности открытия фермы связанной с разведением КРС, для получения мясной продукции, можно сделать вывод, что экономика и сельское хозяйство неразрывно связаны друг с другом. Без такой науки как экономика не открыть успешной фермы, не обрести большой прибыли, не получить благополучного развития хозяйства. Не случайно, слово экономика произошло от др.-греч. οἶκος «дом, хозяйство; хозяйствование» + νόμος «ном, территория под управлением; правило, закон»; букв. — «правила ведения домашнего хозяйства».

УДК 339.56

Дружинин Владимир Александрович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: drujinin.volodya@mail.ru

Druzhinin Vladimir Alexandrovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: drujinin.volodya@mail.ru

Кудрякова Надежда Валерьевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kudryakova_08@mail.ru

Kudryakova Nadezhda Valerievna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kudryakova_08@mail.ru

АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПАНДЕМИИ

ANALYSIS OF RUSSIA'S FOREIGN TRADE IN THE CONTEXT OF THE IMPACT OF THE CONSEQUENCES OF THE PANDEMIC

Аннотация. Пандемия COVID-19 привела не только к изменению различных аспектов образа жизни множества людей во всем мире, но и выразилась в структурных изменениях в международной торговле. Как и предыдущие глобальные экономические

кризисы, рецессия, вызванная пандемией COVID-19, привела к резкому снижению спроса на энергоресурсы, что стало причиной падения мировых цен на нефть и оказалось в особенности болезненным для российского экспорта. В настоящей статье описывается влияние пандемии на внешнюю торговлю России, произошедшие изменения, описано влияние на трансформацию импорта и экспорта страны.

Abstract. The COVID-19 pandemic has not only led to changes in various aspects of the lifestyle of many people around the world, but has also resulted in structural changes in international trade. Like previous global economic crises, the recession caused by the COVID-19 pandemic led to a sharp decline in demand for energy resources, which caused a drop in world oil prices and turned out to be particularly painful for Russian exports. This article describes the impact of the pandemic on Russia's foreign trade, the changes that have occurred, and the impact on the transformation of the country's imports and exports.

Ключевые слова: Внешняя торговля, пандемия, мировой экономический кризис, экспорт и импорт, торговый баланс, постпандемическая структура мировой экономики, управление рисками.

Keywords: Foreign trade, pandemic, global economic crisis, exports and imports, trade balance, post-pandemic structure of the world economy, risk management.

Пандемия коронавируса повлияла на многие экономические процессы в мировой экономике, и в том числе на внешние экономические отношения. Частичное или полное закрытие межгосударственных границ привело к сокращению потоков товаров, нарушениям транзакций и несоблюдению обязательств и соглашений.

Эксперты отмечают, что пандемия повлияла как на глобальный валовой внутренний продукт (ВВП), так и на международную торговлю. По сравнению с 2019 годом продажи снизились в автомобильной промышленности (-49%), химической промышленности (-13%), энергетике (-52%) и машиностроении (-14%). Между тем, продажи в сегменте продуктов питания не изменились.

Нынешний кризис значительно отличается от предыдущих с точки зрения того, как он влияет на мировую торговлю. Если в последних двух кризисах, в том числе в 2008-2009 годах, мировая торговля товарами пострадала больше, чем торговля услугами, то в рамках кризиса, обусловленного пандемией темпы сокращения экспорта услуг превышают темпы сокращения торговли товарами из-за его конкретных характеристик, которые повлияли на сектор услуг.

Согласно таможенной статистике, за январь-декабрь 2020 года оборот в российской внешней торговле составил 571,9 млрд. долларов США и снизился на 15,2% по сравнению с январем-декабром 2019 года.

Снижение темпов внешней торговли России продолжалось с 2014 года из-за напряженности в международных отношениях, общего экономического спада в стране и снижения глобальных цен на нефть.

Российский экспорт в январе-декабре 2020 года составил 338,2 млрд. долларов США и снизился на 20,7% по сравнению с январем-декабром 2019 года.

Экспорт России с января по декабрь 2020 традиционно основывался на топливных и энергетических продуктах, на которые приходилось 49,6 % экспортных товаров. По сравнению с январем-декабром 2019 года стоимость топлива и энергетических продуктов снизилась на 36,6 %, а физический объем сократился на 6,0 %.

Доля экспорта энергии снизилась до 20-летнего минимума, в то время как поставки продуктов питания и драгоценных металлов выросли на 50 %.

Сырая нефть традиционно была и остается основным продуктом российского экспорта. Второе место занимают нефтепродукты. Машины и оборудование находятся на третьем месте. Наиболее обсуждаемым продуктом российского экспорта

является природный газ. Еще одним важным российским экспортным продуктом является металлургическая продукция.

В то время как цены на нефть и газ вернулись к относительно комфортным уровням во второй половине 2020 года, к концу года доля экспорта снизилась до 51 % (самая низкая с 1999 года).

Российским компаниям удалось частично компенсировать снижение экспорта нефти и газа из-за продовольствия, сельскохозяйственного сырья и драгоценных металлов.

В 2020 году российские производители экспортировали большую часть мяса и молочных продуктов, что на 41 % больше, чем в прошлом году. Экспорт энерго-ресурсов, в частности, нефти и газа увеличился на 17 %, а зерновых - на 21 %. Доля продуктов в пищевой и перерабатывающей промышленности в продажах выросла на 15 %, в то же время экспорт рыбы и морепродуктов в 2020 году снизился на 4 %.

Важно, чтобы объёмные характеристики российского экспорта были намного более стабильными, чем ценовые характеристики, что свидетельствует о постоянном спросе на российский экспорт.

Снижение стоимости российского экспорта началось еще до начала пандемии (в январе 2020 года) и было связано с падением цен на нефть. Экспорт России сократился в мае 2020 года (в отличие от ситуации в мировой торговле, где спад был самым глубоким в апреле), достигнув 34,1 % (апрель - 31, 5%). По мере роста цен на нефть в июне разрыв по сравнению с показателями предыдущего года замедлился, но в июле-августе из-за снижения цен на энергоносители вновь произошёл спад от экспортных поступлений в данной отрасли.

Хотя соглашение ОПЕК + обязало Россию сократить добычу нефти, ценовые тенденции оставались основным двигателем годового снижения стоимости внутреннего экспорта, поскольку снижение поставок нефти сопровождалось увеличением физического экспорта других товаров.

В декабре 2020 года продолжился ежемесячный рост макроэкономических показателей внешней торговли, начавшийся в июне после рецессии, вызванной коронавирусом. Рост экспорта на 5,1 % в декабре по сравнению с предыдущим месяцем был в основном обусловлен увеличением экспорта сырой нефти и нефтепродуктов (основную роль в этом сыграло увеличение физических объемов поставок). Увеличение импорта на 3,7 процента в декабре было, в основном, обусловлено увеличением импорта из-за рубежа: фармацевтических препаратов; автомобилей, оборудования и транспортных средств; товаров, связанных с другим импортом.

Шестимесячное стимулирование не смогло ликвидировать разрыв в уровне макроэкономических показателей внешней торговли с уровнем начала 2020 года. В декабре 2020 года по сравнению с декабрем 2019 года выручка от внешней торговли снизилась на 4,6 %, экспорт - на 9,5 %, торговый баланс - на 30,3%, только импорт увеличился на 3,4 %.

Эксперты считают, что в среднесрочной перспективе доля несырьевого экспорта агропромышленного комплекса, металлургии, транспортного машиностроения, фармацевтической промышленности будет расти. Российские производители удобрений обладают большим потенциалом. Россия, с другой стороны, закупает, в основном, оборудование и технику в странах ЕС.

В то же время сегодня довольно сложно оценить последствия второй волны пандемии – масштабы связанных с ней ограничений для бизнеса и снижение спроса и предложения на мировых товарных рынках. Однако уже сейчас, похоже, складываются очертания постпандемической структуры мировой экономики и мировой торговли, что связано с развитием оцифровки и автоматизации бизнес-процессов,

масштабным переходом к удаленным операциям, расширением практики сознательного потребления и другими вопросами. В этом контексте наметилась тенденция к изменению структуры российского экспорта товаров в сторону уменьшения доли минеральных продуктов и увеличения доли продовольствия и сельскохозяйственного сырья, что часто интерпретируется как результат изменений в мировом потреблении и перехода к экономике жилого района.

К сожалению, ситуация остается неопределенной, но многие эксперты считают, что низшая стадия «коронавирусного кризиса» прошла, и сейчас все восстанавливается. Отмечена тенденция к восстановлению прежних экономико-хозяйственных отношений, а не адаптация к новым условиям ведения бизнеса.

Наибольшее снижение объемов продаж находится в сегменте HoReCa (отелей, ресторанов, кафе), прочих предприятий сферы услуг – именно данная отрасль наиболее сильно пострадала от пандемии из-за закрытия ресторанов и отелей. Наиболее пострадали малые и средние предприятия. Темпы роста мирового рынка для сегмента HoReCa замедлились до 21,2 % в 2020 году. Между тем, общий рост на 17 % ожидается к концу 2021 года, увеличив предыдущие цифры с 2,295 до 2,684 млрд. долларов.

Необходимо отметить, что по характеру воздействий на мировую экономику в целом, настоящий кризис разительно отличается от предыдущих, например, от кризиса 2008 года. В отличие от прошлых кризисов, именно торговля страдала более чем другие сферы экономики, в настоящий же момент специфика кризиса максимально затронула сферу услуг во всех ее проявлениях.

Прерывание цепочки поставок было одним из первых экономических проявлений пандемии, причем вирус только начал распространяться в Китае в период с января по февраль прошлого года. Затем китайские поставщики начали отказываться от глобальных цепей, что привело к их распаду. Поскольку пандемия распространяется на другие страны и регионы, проблема приобрела более глобальное значение. Высокотехнологичная промышленность (инструменты и автомобили), где сложные цепи являются консорциумами поставщиков из разных стран, пострадала больше всего.

В отличие от экспорта, импорт сократился во втором квартале в основном из-за снижения физических объемов импорта, подпадающих под действие карантинных мер, что привело к снижению экономической активности страны и реального спроса как на инвестиционные, так и на потребительские товары. В целом, однако, в период с января по сентябрь 2020 года по сравнению с аналогичным периодом 2019 года импорт сократился всего на 6,9 процента, что привело к радикальному сокращению положительного сальдо в торговле (57 млрд. долл.). Этот показатель снизился с 135,2 до 78 млрд. долл.

Сам по себе коронавирус не является фактором, снижающим экспорт, но он запускает множество процессов, каждый из которых имеет свой собственный эффект в течение очень длительного времени. Даже если бы вторая волна болезни нам не угрожала и COVID-19 был побежден, падение спроса на мировых рынках и ослабление рубля все равно оказали бы влияние. Компенсировать такие условия невозможно (невозможно, например, заставить людей сразу покупать в тех же количествах, что и до кризиса). Поэтому во время пандемии и при угрозе второй волны отдельные компании и целые отрасли могут нуждаться в государственной поддержке и дополнительном финансировании.

В этих условиях разработка новой модели участия России в мировой торговле является актуальной с учетом естественных конкурентных преимуществ в производстве минеральных продуктов, цветных металлов, продовольственного и сельскохозяйственного сырья; и необходимости расширения спроса на высокотехноло-

гичную продукцию на мировом рынке. Также, в связи с распространением коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации, сельскохозяйственная экспортная деятельность стала ключевой для экономического развития. Из-за снижения объема транспортировки нефти и газа сельскохозяйственно-промышленный комплекс сумел занять ключевые позиции в организации экспорта сырья и готовой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Литвинов, Е.А. и др. Влияние коронавируса на глобальные цепочки //Российский внешнеэкономический вестник. – 2020. – №. 6.

2 Оболенский В.П. Экономика и внешняя торговля России: полгода в условиях пандемии // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2020. №5. С. 24-34.

3 Влияние пандемии covid-19 на внешнюю торговлю россии [электронный ресурс] <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pandemii-covid-19-na-vneshnyuyu-torgovlyu-rossii> (дата обращения: 04.11.2021).

УДК 336

Ковальчук Александр Алексеевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: skovalchuks1612@mail.ru

Kovalchuk Alexander Alexeevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: skovalchuks1612@mail.ru

Кизиль Елена Витальевна – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kisil_ev@mail.ru

Kizil Elena Vitalievna – Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kisil_ev@mail.ru

БЮДЖЕТ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ОСНОВА ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ

THE BUDGET OF MUNICIPAL EDUCATION AS A BASIS OF FINANCIAL SUPPORT OF THE TASKS OF LOCAL SELF-GOVERNMENT

Аннотация. В работе подчеркивается значение местного бюджета в решении социально-экономических задач местного самоуправления. На примере городского округа рассмотрены пути мобилизации доходных источников и направления расходования средств местного бюджета. Акцентировано внимание на необходимости обеспечения финансовой состоятельности местных бюджетов как залога благополучия населения локальной территории.

Abstract. The work emphasizes the importance of the local budget in solving the socio-economic problems of local self-government. On the example of an urban district, the ways of mobilizing income sources and directions of spending local budget funds are considered. Attention is focused on the need to ensure the financial viability of local budgets as a guarantee of the well-being of the population of the local territory.

Ключевые слова: доходы местного бюджета, направления расходования средств местного бюджета.

Key words: local budget revenues, directions of spending of local budget funds.

Местное самоуправление, как одна из главных составляющих демократического общества, выполняет множество функций для создания достойного уровня жизни населения. Под местным самоуправлением понимается, прежде всего, организация работы, которая нацелена на решение задач местного значения и напрямую зависит от полноты ее экономического и финансового обеспечения.

Согласно статье 31 БК РФ контроль формирования и исполнения местного бюджета органы местного самоуправления проводят самостоятельно. В их ведении находятся, в том числе, вопросы бюджетной сбалансированности и эффективного использования бюджетных средств [1]. Каждый гражданин, участвуя в формировании местного бюджета как налогоплательщик, одновременно является получателем социальных гарантий, пользуясь услугами в сфере образования, культуры, социального обеспечения и т.д. Средства для выполнения этих целей сконцентрированы в местном бюджете, структура доходов которого представлена налоговыми, неналоговыми доходами и безвозмездными поступлениями из вышестоящих бюджетов [2].

Объектом исследования является бюджет г. Комсомольска-на-Амуре, который в 2020 году сформирован на 8336 млн. р., исполнен на 8439,5 млн. р. Более чем на 87 % бюджет носит программный характер. Значительную часть местного бюджета составляют безвозмездные поступления из вышестоящих бюджетов. Их величина в 2020 году равнялась 5766,8 млн. р. и находилась на уровне 68 % в общем объеме доходов бюджета. Основным источником налоговых поступлений в бюджет г. Комсомольска-на-Амуре является налог на доходы физических лиц. В 2020 году его доля составляла более 48 % в структуре налоговых и неналоговых доходов. Доходы от использования муниципального имущества зафиксированы на уровне 495 млн. р. или 18 % от собственных доходов. Имущественные налоги (более 300 млн. р.) составляли 11 % в общей структуре налоговых и неналоговых поступлений.

Следует отметить, что в городе функционируют крупнейшие предприятия по переработке нефти, изготовлению стали, машиностроительной, авиационной, судостроительной продукции, занимающие передовые позиции не только в российской, но и в мировой промышленности. Однако поступления от этих градообразующих предприятий в бюджет невелики и составили 667,5 млн. р. или 25,2 % от суммы налоговых и неналоговых доходов городского округа.

Расходы на социальную сферу в 2020 году находились на уровне 66,3 % или 5 446 млн. р. в объеме всех расходов местного бюджета (рисунок 1). Из них 5119 млн. р., или 63,6 %, приходилось на содержание 108 муниципальных бюджетных и автономных учреждений.

Финансирование приоритетных направлений экономического развития города в основном сосредоточено на жилищно-коммунальном хозяйстве, на которое в 2020 году израсходовано 725,4 млн. р. На реконструкцию объектов дорожного хозяйства, реализацию регионального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», содержание объектов дорожной сети, модернизацию светофорных объектов было выделено 1315,2 млн. р.



Рисунок 1 – Структура расходов бюджета г. Комсомольска-на-Амуре в 2020 году [3]

Общий объем затрат на жилищно-коммунальное и дорожное хозяйство в структуре направлений расходования средств бюджета в 2020 году составлял 23 %.

Бюджетные инвестиции в 2020 году осуществлялись в объеме 915,2 млн. р. или 11 % от общих расходов, из них 276,3 млн. р. или 30 % направлены на жилищно-коммунальное хозяйство и 638,9 млн. р. или 70 % задействованы в дорожном хозяйстве.

На реализацию комплексного социально-экономического развития и формирование городской среды приходилось соответственно 9,1 % и 2 % от суммарных расходов.

Планируемые доходы в 2021 году будут сокращены до 7675 млн. р. Наблюдаемая отрицательная динамика связана со снижением налоговых поступлений в местный бюджет. Основной причиной падения уровня налоговых доходов является отмена единого налога на вменённый доход. Переход плательщиков на упрощённую и патентную систему налогообложения не компенсирует потери местного бюджета от отмены ЕНВД.

Безвозмездные поступления планируются в сумме 4743,9 млн. р., или 61,8 % в общей структуре доходов [4]. По-прежнему основной статьёй местного бюджета, формирующей собственную доходную базу, будет являться налог на доходы физических лиц (более 70 % от всех налоговых поступлений).

Исполнение бюджета по расходам запланировано на сумму 7352,8 млн. р., что на 14 % меньше, чем было исполнено в 2020 году [4]. При этом 72 % от всех расходов бюджета будут направлены на социально-культурную деятельность. Чуть менее половины всех средств бюджета будут составлять расходы на образование: 59 % или 4174 млн. р. Наибольший удельный вес в этой сумме будет приходиться на заработную плату и выплаты в социальные фонды.

Таким образом, местный бюджет является главной составляющей финансовой системы муниципального образования, очень важной и неотъемлемой частью местного самоуправления. Расширение доходной базы местного бюджета и рационализация расходования средств является залогом социального благополучия населения и развития самоуправления на местах. Коренная перестройка принципов взаимодействия между бюджетами бюджетной системы страны в части усиления акцента на децентрализацию в отношениях «центр-регионы-муниципальные образования» будет способствовать росту финансовой состоятельности местных бюджетов, снизит зависимость муниципального образования от вышестоящих бюджетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Атаева А.Г. Бюджеты муниципальных образований: проблемы и источники формирования // Молодой ученый. – 2019. – № 3. – С. 53-62.

2 Бюджетный кодекс Российской Федерации : федер. закон от 31.07.1998 №145-ФЗ (ред. от 01.07.2021, с изм. от 15.07.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.07.2021) [Электронный ресурс] // «Консультант Плюс»: справочная правовая система. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 11.11.2021).

3 Бюджет для граждан. Отчет об исполнении местного бюджета за 2020 год // Комсомольск-на-Амуре. Официальный сайт органов местного самоуправления. – Раздел сайта «Деятельность», подраздел «Финансовая деятельность». – URL: <https://www.kmscity.ru/activity/city/finance/budget-citizen> (дата обращения: 30.11.2021).

4 О местном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов : Решение Комсомольской-на-Амуре городской Думы от 9.12.2020 № 127 // Комсомольск-на-Амуре. Официальный сайт органов местного самоуправления. – Раздел сайта «Местное самоуправление», подраздел «Городская Дума», «Решения Думы». – URL: <https://www.kmscity.ru/assets/power/duma/normativ/2020/2020-127-obieedineny-szhatyi.pdf> (дата обращения: 30.11.2021).

УДК 334.012.64

Кудрякова Надежда Валерьевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kudryakova_08@mail.ru

Kudryakova Nadezhda Valerievna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kudryakova_08@mail.ru

Тураков Игорь Андреевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: turakov.2017@gmail.com

Turakov Igor Andreevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: turakov.2017@gmail.com

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА К УСЛОВИЯМ ПАНДЕМИИ

PROBLEMS OF ADAPTATION OF SMALL BUSINESSES TO PANDEMIC CONDITIONS

Аннотация. В статье рассматривается проблема влияния пандемии на деятельность предприятий малого бизнеса в России. Авторами рассмотрено не только отрицательное, но и положительное воздействие пандемии на бизнес; проведен анализ управленческих решений на предприятиях малого бизнеса как реакции на сложившиеся условия.

Abstract. The article deals with the problem of the impact of the pandemic on the activities of small businesses in Russia. The authors considered not only the negative, but also the positive impact of the pandemic on business; the analysis of management decisions at small businesses as a reaction to the prevailing conditions was carried out.

Ключевые слова: малый бизнес, предпринимательство в условиях пандемии, цифровая трансформация.

Key words: small business, entrepreneurship in a pandemic, digital transformation.

Малый бизнес представляет большой слой мелких собственников, которые в силу своей массовости в значительной степени определяют социально-экономический и отчасти политический уровень развития страны. Малый бизнес значительно влияет на самозанятость населения, создание новых рабочих мест для безработных, стимулирует рост экономики, повышает конкурентоспособность. Из-за вспышки распространения коронавируса, Правительство страны приняло жесткие меры, которые были направлены на недопущение развития эпидемии. Меры можно назвать небывалыми – были введены ограничения на авиазаимододействие практически со всеми странами, вузы отправлены на каникулы или перешли на дистанционное обучение. Такие меры затронули огромное количество предприятий и сфер бизнеса.

Малый бизнес невозможен без непосредственного общения между людьми, но из-за пандемии такая деятельность была практически полностью сведена до нуля, что подвергло малый бизнес огромному кризису. Чтобы подстроиться под правила карантина и самоизоляции, предприниматели перепрофилировали бизнес: переходили в дистанционный режим, подстраивались под потребительский спрос. Бизнес стал гибче. Компании стали изготавливать маски, косметические бренды – продавать санитайзеры.

Ниже рассмотрим реакции бизнеса на кризис и процентное отношение к тому или иному выбору, то есть как поступили предприниматели во время пандемии (рисунок 1).



Рисунок 1 – Реакции бизнеса на кризис

Из рисунка 1 видно, что большое количество предпринимателей перешло на онлайн или дистанционную работу (29 % и 25 %). В какой-то момент такое решение частично спасало малый бизнес, но, к сожалению, 11 % полностью остановило свою деятельность. Очень много отраслей пришли в упадок, такие как туризм, общепит, парикмахерские.

Треть российских компаний только за первую половину 2020 года понесла убытки более 1,5 млрд. руб., 46 % представителей бизнеса говорят о снижении спроса на продукцию или услуги. Среди населения столько же (46%), отмечают серьезное сокращение доходов, а 33 % населения – сбережений.

Правительство оказало меры поддержки малому бизнесу. Государство составило список отраслей, которых подкосила ситуация с коронавирусом. Для этих организаций введены особые меры поддержки, а именно:

1. Отсрочка и рассрочка уплаты налогов;
2. Списание страховых и налоговых взносов;
3. Кредит на развитие компании;
4. Помощь самозанятым.

Данная помощь, несомненно, помогла «выжить» малому бизнесу, но не восстановиться.

Предприниматели старались решить проблему самостоятельно: оптимизировали экономические и профессиональные средства и даже пробовали запускать свежие направления.

Финансовой подушки не было у 62 % компаний, поэтому им пришлось экстренно оптимизировать расходы. Чаще всего уменьшали затраты на маркетинг, зарплаты сотрудников и офис, а 34 % предпринимателей сокращали штат.

На рисунке 2 показано, какие расходы сокращали предприниматели в целях адаптации к условиям пандемии.

Как видно из рисунка 2, большое сокращение находится в сфере маркетинга и рекламы, что является не лучшим решением для предпринимателей, если конечно, ваша сфера в принципе выжила. На втором месте стоит оплата труда работников, или же можно сделать вывод о сокращении персонала, что напрямую может повлиять на бизнес.

Можно сделать вывод, что в большей степени страдают те предприятия малого бизнеса, в которых численность сотрудников не достигает 100 чел.

Мы рассмотрели отрицательное влияние пандемии на бизнес, но есть еще и положительные эффекты, о них тоже стоит сказать. Например, возросла конкуренция и уменьшилось количество серых схем.

	% от опрошенных предпринимателей
Маркетинг, реклама	42
Оплата труда работников	26
Аренда помещений	22
Производственные расходы	18
Расходы на IT-решения и сервисы	16
Соцпакет для работников	10

Рисунок 2 – Расходы сокращения предпринимателей (%)

Пандемия оказала благоприятное воздействие на цифровую трансформацию госсектора в двух отношениях. Во-первых, ускорилась цифровизация процессов, которые в «аналоговом» виде были менее эффективны.

Во-вторых, внедрение цифровой трансформации стало восприниматься с большим оптимизмом, поскольку многие лица увидели реальную пользу и выгоду от перевода процессов в цифровой формат. В период самоизоляции интенсифицировалось использование цифровых технологий населением. Одна треть опрошенных считает, что за время пандемии стали пользоваться цифровыми сервисами чаще.

Исходя из вышеперечисленного, хочется сказать, сейчас 2021 год и ситуация с малым бизнесом немного улучшается: пострадавшие отрасли бизнеса постепенно восстанавливаются, бизнес стали чаще проверять государственные органы, уменьшаются «жесткие» меры Правительства на соблюдения постановления о пандемии.

Одна из немногих решений проблем для бизнеса в данной для страны ситуации - это пересмотр политики предприятий и использование имеющихся факторов для того, чтобы оставаться на плаву. Влияние пандемии на бизнес оказалось колоссальным, однако, бизнес, переживший пандемию и кризис, в дальнейшем сможет стать сильнее.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кдто.ранепа.ру. Главные выводы исследования. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. https://cdto.ranepa.ru/digital_turn_research/glavnye-vyvody-issledovaniya

2 Мбизцентр.ру. Опрос предпринимателей. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. https://mbiz.censor.net/resonance/3183985/opros_predprinimateleyi_kak_pandemiya_koronavirusa_povliyala_na_biznes?__cf_chl_jschl_tk__=pmd_p.OEEqDrDbA7npH8jHxIUFSBpN9yBjBZXcQYwQo9uVI-1634975191-0-gqNtZGzNArujcnBszQqR

3 СберБанк.ру. Государственная поддержка малого и среднего бизнеса. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/gosudarstvennaja-podderzhka-malogo-i-srednego-biznesa-v-2020/

4 СберБанк.ру. Потери российского бизнеса от коронавируса [Электронный ресурс] – Электрон. данн. https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/poteri-rossijskogo-biznesa-ot-koronavirusa/

5 СКБКонтур.ру Как пандемия повлияла на бизнес. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://kontur.ru/press/news/analitica/2020/10/7292>

6 Тасс.ру. Эксперты: малый бизнес. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://tass.ru/ekonomika/10575241>

7 Тинькофф-Журнал.ру. Исследование Тинькофф. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://journal.tinkoff.ru/news/biznes-v-pandemiyu/>

УДК 339.92

Кузнецова Ольга Рудольфовна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: orkuznetsova@mail.ru

Kuznetsova Olga Rudolfovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: orkuznetsova@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА НА ЭКОНОМИКУ РОССИИ

IMPACT OF THE CORONAVIRUS PANDEMIC ON THE RUSSIAN ECONOMY

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния пандемии коронавируса на экономику России и других стран. Обозначены последствия негативного и позитивного воздействия пандемии на страны мира, представлены отрасли и производства, наиболее пострадавшие от пандемии. Сформулированы направления дальнейшего развития экономики с учетом понесенных потерь, связанных с пандемией.

Abstract. The article is devoted to the study of the impact of the coronavirus pandemic on the economy of Russia and other countries. The consequences of the negative and positive impact of the pandemic on the countries of the world are indicated, the industries and industries most affected by the pandemic are presented. Directions for further development of the economy are formulated, taking into account the losses incurred associated with the pandemic.

Ключевые слова: пандемия, коронавирус, экономика, макроэкономические показатели, меры поддержки.

Key words: pandemic, coronavirus, economy, macroeconomic indicators, support measures.

Вот уже два года весь мир живет в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19. Первыми удар этого вируса принял на себя Китай. Другие страны, наблюдая за тем, как Китай самоотверженно борется с инфекцией, еще надеялись на то, что, как и в случае с другими неожиданно появившимися ранее вирусами (птичий грипп-2003, свиной грипп-2009) экономические и человеческие потери будут не столь великими. Однако негативные эффекты от пандемии ощутили на себе почти все страны мира, отрасли, производства и люди. И потери оцениваются как очень серьезные.

Тематика влияния пандемии сейчас активно обсуждается в научных изданиях [2,3,6,7], а также в средствах массовой информации.

Россия тоже попала в орбиту пандемии со всеми вытекающими из этого последствиями.

Мировая экономика недополучила из-за пандемии коронавируса около 3 трлн. долларов в 2020 году. Это следует из прогноза, подготовленного аналитиками Bloomberg Economics. [5] К концу 2021-го, по некоторым прогнозам, суммарный ущерб для мировой экономики от пандемии коронавируса достигнет семи триллионов долларов. Это сопоставимо с совокупным годовым бюджетом США (4,1 триллиона) и Китая (3,2 триллиона).

Учитывая то, что новая волна эпидемии развивается с новой силой сегодня, весенние прогнозы аналитиков, скорее всего, необходимо корректировать, а потери мировой экономики будут значительно серьезнее.

В ходе исследования были определены последствия негативного и позитивного воздействия пандемии коронавируса на страны мира (таблица 1), которые характерны и для России.

Таблица 1 – Воздействие пандемии коронавируса на экономику стран

Характер воздействий (прямых и косвенных)	
Негативные	Позитивные
Бюджетный дефицит	Снижение загрязнённости воздуха и воды [8]
Рост безработицы	Повышение уровня социальной взаимопомощи и консолидации
Девальвация национальных валют	Развитие цифровых технологий
Спад потребительской активности	Повышение грамотности в сфере информационных технологий
Снижение производственной активности (и даже остановка некоторых производств)	Возможность для развития бизнеса в связи со снижением конкуренции на рынке (эффект роста с нулевой базы)
Изменение структуры торговли (увеличение удельного веса товаров первой необходимости, а, следовательно, снижение доли продуктов с высокой добавленной стоимостью)	Повышение уровня медицины по причине увеличения финансирования с целью не допустить развития и повторения пандемии
Разрыв производственных цепочек из-за закрытия границ и нарушения внешнеэкономических связей и др.	

Перечень негативных последствий пандемии может быть продолжен вместе с продолжающимся ее развитием, и понятно, что эти последствия гораздо серьезнее, чем немногочисленные позитивные ее воздействия.

Возникшая ситуация пандемии коронавируса может оказаться наихудшим фактором за последние 30 лет для дальнейшего развития экономики России» [4].

По оценкам Международного валютного фонда пандемия приведет к сокращению российской экономики на 5,5 %, при этом рост экономики начнется по оптимистичным прогнозам только к концу 2022 года. Темпы роста российской экономики и до пандемии были очень низкими, не смотря на небольшую величину внешнего долга, профицит бюджета и другие благоприятные макроэкономические показатели. Это объясняется наличием ряда причин, среди которых коррупция, снижение уровня населения, медленная диверсификация экономики, несовершенная налоговая база для бизнеса и другие.

Наиболее пострадавшими от пандемии в России оказались транспортная отрасль, сфера туризма, общественное питание, физкультурно-оздоровительная деятельность, сфера культуры, досуга и развлечений, организации дополнительного образования и многие другие сферы хозяйственной деятельности. [5]

В связи с этим Правительство России разработало и реализует ряд мер, направленных на защиту пострадавших отраслей и субъектов хозяйствования, с целью снижения негативного воздействия пандемии. Среди таких мер налоговые льготы для ряда налогоплательщиков, льготные кредиты для предприятий и населения, денежные выплаты семьям с детьми и другие. Однако предполагаемая поддержка со стороны Правительства РФ составила порядка 2,8 % ВВП, что кажется недостаточным. При этом некоторые независимые экономисты называют цифры порядка 7-10 % ВВП для успешной поддержки экономики в условиях кризиса. [1]

Проведённое исследование показывает, что в настоящее время необходимы дополнительные меры поддержки экономики России, так как эпидемиологическая обстановка в стране ухудшается, а вместе с ней ухудшаются и макроэкономические показатели.

На наш взгляд необходимо в большей мере использовать средства Фонда национального благосостояния, не смотря на то, что относительно расходования средств из фонда существуют определенные жесткие правила. По нашему мнению сегодняшняя ситуация с негативным развитием экономики страны как раз и требует всевозможных мер поддержки отраслей, предприятий и граждан со стороны государства, источником финансирования которых и должен стать Фонд национального благосостояния.

В будущем, в период наступления стабильности в экономике, необходимо пересмотреть налоговую нагрузку и требования, предъявляемые в текущей деятельности для тех представителей бизнеса, которые в результате даже непродолжительного простоя не просто терпят убытки, а вовсе прекращают свою хозяйственную деятельность (фитнес центры, турфирмы, отели, киносети и др.).

Случившаяся пандемия подтвердила необходимость цифровизации во всех сферах, а курс на цифровизацию в нашей стране объявлен приоритетным.

Важным вопросом должен стать обязательный пересмотр проблемы обеспечения продовольственной безопасности в стране, потому, как неизвестно как долго будет продолжаться кризисная ситуация и насколько мы можем обеспечить население необходимыми товарами. А поскольку кризисные ситуации могут возникнуть и в будущем, то необходимо интенсивно развивать сельское хозяйство.

Также нужно определить, учитывая «уроки кризиса» и то, в каком направлении необходимо проводить структурные преобразования экономики с учетом важности для общества тех или иных видов деятельности.

Понимаем, что данное исследование не позволяет ответить на все вопросы в рамках обозначенной темы. Необходимо подробно рассмотреть все вызовы и проблемы, которые обозначила пандемия коронавируса, повлекшая за собой кризис в экономике. Полагаем, что дальнейшее исследование будет направлено на анализ воздействия пандемии на отдельные отрасли экономики и, конечно же, на образовательные процессы в вузах и разработке мероприятий, связанных с выходом из кризисной ситуации и дальнейшим эффективным развитием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Брагина, А.В. Влияние COVID-19 и вызванного им кризиса Российскую экономику / А.В. Брагина, Д.В. Пилипенко, Д.Р. Ахмадеев // Экономические науки : сб. науч. тр. / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва, 2020

2 Нормова, Т.А. Влияние COVID-19 на экономику России и меры борьбы с ним / Т.А. Нормова, А.В. Стародубцева, А.А. Нерсесьян // Международный журнал. Серия: Естественно-гуманитарные исследования. – 2020, вып. 30. – С. 129-131

3 Конягина, М. Н. Пандемия как стимул для развития цифровой экономики / М. Н. Конягина, С.К. Есяян // Научные труды СЗИУ РАНХиГС. – 2020. - № XI - 2(44). – С. 76-84

4 Левшукова, О. А., Возможные последствия пандемии COVID-19 на развитие экономики России / О.А. Левшукова, А. С. Матвеев, Д. П. Позоян // Естественно-гуманитарные исследования. — 2020. — № 29(3). — С. 191–194.

5 Максимова, Е. В. Влияние коронавируса на экономику России / Е. В. Максимова, А. Г. Рябцев, О. А. Сазонова // Инновации и инвестиции № 4, 2020.

6 Саргсян, Л.Н. Влияние пандемии на экономику стран мира / Л.Н. Саргсян // Вектор развития современной науки : сб. науч. тр. / Институт экономики имени М.Котаняна. – Армения, Ереван, 2020

7 Усова, А.Н. Как пандемия 2020 сказалась на деятельности организаций / А.Н. Усова // Тенденции развития науки и образования : сб. науч. тр. / Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2020

8 Легче легкому: из-за карантина воздух в Москве стал чище в 5 раз [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://iz.ru/994983/ekaterinaiasakova/legche-legkomu-iz-za-karantina-vozdukh-v-moskve-stal-chishche-v-piatraz> . свободный.

УДК 336.74

Курбонова Фируза Алижоновна – канд. экон. наук, старший преподаватель кафедры «Банковское дело», ГОУ «Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова», e-mail: firuz.1978@inbox.ru

Kurbonova Firuza Alizhonovna – Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer of Banking Department, Khujand State University named after Academician B. Gafurov, e-mail: firuz.1978@inbox.ru

Зокиров Алижон Жумабоевич – старший преподаватель кафедры «Банковское дело», ГОУ «Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова», e-mail: 1977alijon77@mail.ru

Zokirov Alizhon Zhumaboevich – Senior Lecturer of Banking Department, «Khujand State University named after Academician B. Gafurov», e-mail: 1977alijon77@mail.ru

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ФИНАНСОВОГО РЫНКА В ЭКОНОМИКЕ ТАДЖИКИСТАНА

FINANCIAL MARKET DEVELOPMENT STRATEGY IN THE ECONOMY OF TAJIKISTAN

Аннотация. В статье обосновано направления и разработаны предложения совершенствования деятельности субъектов финансового рынка в Таджикистане на перспективу.

Abstract. The article substantiates the directions and elaborates proposals for improving the activities of the subjects of the financial market in Tajikistan for the future.

Ключевые слова: финансовый рынок, кредитный рынок, диверсификация услуг, финансовый риск, финансовая глубина, инвестиции, коммерческий банк.

Key words: financial market, credit market, diversification of services, financial risk, financial depth, investment, commercial bank.

Финансовые рынки в национальном хозяйстве являются необходимым институтом и могут стать важным инструментом в деле привлечения инвестиционных ресурсов во все секторы и сферы экономики. С этой позиции здесь мы выделяем некоторые приоритеты в развитие финансовых рынков в современных условиях Таджикистана.

Первое, всестороннее расширение и диверсификация услуг, предлагаемых со стороны финансовых рынков. Эту точку зрения обоснуем несколькими аргументами:

- непредсказуемые экономические отношения между субъектами рынка из-за усиления конкуренции и уязвимости предпринимательской сферы в реальном секторе национальной экономики;
- возрастание финансовых рисков, связанных с глобализационными процессами;
- отсутствие у субъектов экономики достаточных навыков в области управления финансами и инструментами финансового менеджмента;

– существование в национальной экономике недугов рынка (инфляция, безработица), способствующие частому повторению «провалов рынка», что усиливает необходимость защиты финансовых интересов субъектов экономики;

– слабая степень развития страховых отношений или ее неадекватность к новым рыночным условиям хозяйствования.

Второе, упразднение зависимости отечественной финансовой системы извне. Это метод повышения привлекательности финансового рынка Таджикистана на глазах иностранных инвесторов, что отразится в увеличении объема инвестиций.

Таджикистан обладает огромным потенциалом природных ресурсов, пока не привлеченных в экономический кругооборот и нуждающихся в значительных капитальных вложениях для освоения, а также сохраняется довольно высокий удельный вес не загруженности производственных мощностей. Решение этих задач является приоритетом в национальной экономической политике и для этого требуется многостороннее государственное содействие. Отсюда вытекает, что требуется объективная оценка состояния финансового рынка, ибо упущения в одной сфере могут сводить на нет успехи в другой.

На основе официально опубликованных данных предпринимаем попытку расчета показателей развития финансовой системы.

Таблица 1 – Количественные индикаторы развития финансовой системы

Республики Таджикистан

Индикаторы	2013	2017	2018	группа стран с ВВП на душу населения*		
				Высокий	Выше среднего	Ниже среднего
Сумма внутреннего кредита без межбанк. кред (млн. сомони)	7462	9267	9550	-	-	-
Капитализация фондового рынка (млн. сомони)	1549	2883	2446	-	-	-
Финансовое развитие (в %)	22,2	19,9	17,4	89,6	47,9	32,4
Наличные деньги (млн. сомони)	4485	1165 9	12196	-	-	-
Обязательства банковской системы (млн. сомони)	10063	1520 7	15287	-	-	-
Финансовая глубина (в %)	35,9	43,8	39,9	67%	51%	39%
Кредитование частного сектора (в %)	17,8	13,3	12,6	53%	31%	20%
Роль коммерческих банков (в %)	95,8	87,2	76,7	91%	73%	57%

*Расчитано автором на основе: Банковский статистический бюллетень – июль 2018/ 7 (276). – Душанбе; Национальный банк Таджикистана, - 2018. - №7 (276). – С. 10-17.; - С. 79.; Банковский статистический бюллетень. – Душанбе; Национальный банк Таджикистана, - 2018. - №12 (281). – С.17; - С.37; - С.39; - С.75.; Global Financial Development Report 2017/2018: Bankers without Borders. – Washington; World Bank, 2018. – P.133-137

Показатель финансового развития в экономике Таджикистана за последний рассмотренный 2018 год, составил 17,4 %, определены как сумма внутреннего кредита без суммы межбанковского кредита и капитализация фондового рынка в объеме ВВП (в%) Это означает, что потенциал финансового сектора страны требует расширения и обеспечения более широкого охвата всех отраслей сферы народного хозяйства.

Другой количественный показатель, так называемая финансовая глубина, также характеризуется низкими величинами (39,9 %). Значение данного показателя отстает от стран с высоким уровнем ВВП на душу населения на более 1,7 раза. Но соответствует уровню стран с ВВП на душу населения, которые находятся ниже

среднего. Примерно такое можно сказать и в отношении показателя кредитования частного сектора. Оно определено как доля кредитов, предоставленных частному сектору в общем объеме ВВП. Этот показатель в экономике Таджикистана в 2018 году составил 12,6 %, что ниже, чем уровень стран с высоким доходом на 4,2 раза, на 2,5 раза ниже, чем в странах выше среднего уровня, и ниже на 1,6 раза в странах со средним уровнем дохода. Это означает, что экономическая активность в частном секторе республики пока еще не получила должного развития, либо финансовый рынок еще не в силах удовлетворять потребности частного сектора, либо отсутствует благоприятное условие доступа к кредитным ресурсам. Кроме этого, основная нагрузка финансового посредничества ложится на банки, в то время как другие компоненты финансового рынка не играют заметной роли в активизации экономической деятельности хозяйствующих субъектов.

Слабость финансовых рынков в Республике Таджикистан заключается в их неспособности осуществить вложение долгосрочных инвестиций. В этой связи на текущем этапе развития становится актуальной разработка долгосрочных стратегий развития финансового рынка с учетом особенностей национальной экономики и теоретических концепций, существующих в экономической науке.

На текущем этапе развития Таджикистана в сфере финансовых рынков к проблемам требующих решения можно отнести следующие:

- нехватка финансовых ресурсов для широкомасштабного и долгосрочного инвестирования;
- недиверсифицированность услуг или продуктов финансового рынка;
- однобокость в развитии финансового рынка Таджикистана, то есть, кроме банков, другие составляющие компоненты финансового рынка не удовлетворяют требованиям динамичной экономики республики.

Решения выше отмеченных делают отечественный финансовый рынок привлекательным для всех субъектов экономики, что создает благоприятные условия для развития и повышения благосостояния населения.

В этом аспекте к приоритетным направлениям развития финансового рынка относятся:

- привлечения и перераспределения инвестиционных ресурсов в большей степени осуществить по средством рынка ценных бумаг;
- стимулирование вложения реальных инвестиций в производственный сектор страны;
- определение оптимальной пропорции между иностранными и отечественными инвестициями в институты финансового рынка;
- мониторинг финансового рынка по оценке потребностей национальной экономики в инвестиции на каждом отдельном этапе развития;
- ограничение внешних доноров в отрасли экономики, дающие высокоприбыльные доходы или имеющий стратегическое значение в развитии страны;
- обеспечить диверсификацию финансовых услуг, направленных на развитие высокотехнологичных инновационных секторов, обеспечивающих приток финансовых и интеллектуальных ресурсов;
- стимулирование развитие инфраструктуры финансового рынка, в частности: валютных, товарных, фондовых бирж.

Нами предполагается, что применение и реализация вышеотмеченных направлений позволяет повысить эффективности развития финансового рынка Таджикистана и тем самым ускорить темпы экономического роста и повышения благосостояния населения страны, в будущем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Аристова Е.В. Роль финансового рынка в современной экономике./Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. - № 44. – С. 61-64.
- 2 Курбонова Ф.А. Формирование и развитие финансового рынка в Республике Таджикистан: состояние и перспективы: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.10 (Финансы, денежное обращение и кредит)/ Ф. А. Курбонова.- Душанбе, 2020.
- 3 Султонов З.С. Финансовые рынки: учебник / З.С. Султонов –Душанбе: РТСУ, 2015- 273с.
- 4 Шарипов Б.М. Теоретические аспекты формирования финансового рынка в условиях перехода экономики Таджикистана к новой модели развития / Б.М Шарипов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 10А. С. 16-30.

УДК 338.629.73

Лю Бинь – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: liubin9706@163.com

Lyu Bi – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: liubin9706@163.com

Кузнецова Ольга Рудольфовна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: orkuznetsova@mail.ru

Kuznetsova Olga Rudolfovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: orkuznetsova@mail.ru

РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГРУЗОВОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

CALCULATION OF THE COST OF PRODUCTION OF THE CARGO UNMANNED AIRCRAFT

Аннотация. Статья посвящена расчету затрат на производство и реализацию грузового беспилотного летательного аппарата. Отмечено, что отрасль беспилотных летательных аппаратов является перспективной в современных условиях. Одной из сфер возможного их применения является сфера грузовых перевозок. Представлены результаты расчета затрат на производство летательного аппарата, сделан вывод о том, что использование грузовых беспилотных летательных аппаратов позволит разгрузить городские транспортные сети.

Abstract. The article is devoted to the calculation of costs for the production and sale of a cargo unmanned aerial vehicle. It is noted that the industry of unmanned aerial vehicles is promising in modern conditions. One of the areas of their possible application is the sphere of freight transportation. The results of calculating the costs of manufacturing an aircraft are presented, it is concluded that the use of unmanned cargo aircraft will relieve the burden of urban transport networks.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, дрон, комплектующие, затраты, производственная себестоимость.

Key words: unmanned aerial vehicle, drone, components, costs, production cost.

Современное состояние мировой и экономики России характеризуется увеличением объемов грузоперевозок. А с развитием цифровых технологий особую значимость приобретает производство и использование в сфере доставки различных грузов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) или дронов.

В настоящее время, отрасль беспилотных летательных аппаратов является одной из самых перспективных и активно развивающихся. [2] Многие ученые и специалисты посвящают свои работы исследованию основных тенденций становления и развития рынка беспилотных летательных аппаратов в нашей стране [1,3]

Формирование устойчивого спроса на грузовые БПЛА связано с тем, что различные службы доставки, транспортные компании постоянно занимаются поиском новых технологий доставки грузов с меньшими затратами времени, более удобных для потребителя, с меньшей степенью риска для организаторов перевозок.

Актуальность использования грузовых БПЛА как новая форма городского воздушного транспорта связана с недостаточной пропускной способностью наземных и подземных транспортных сетей.

В данной статье представлен расчет себестоимости производства грузового БПЛА, который проведен авторами в рамках дипломного проектирования.

Объектом проектирования является грузовой дрон с функцией вертикального взлета и посадки, который был разработан на базе ART 70 [4] и Boeing CAV [5] и представлен на рисунке 1.

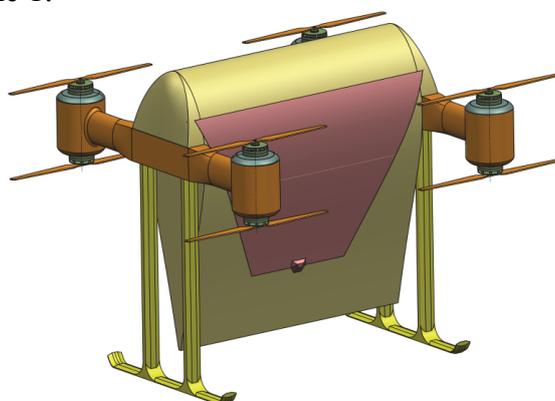


Рисунок 1 – Общий вид грузового БПЛА

Производственная себестоимость дрона определялась как сумма цеховой себестоимости, общехозяйственных затрат и внепроизводственных расходов.

Материалом корпуса БПЛА является пластик PETG с углеродным наполнителем, который имеет высокую жесткость, ударопрочность и прочность на разрыв. Использование технологии 3D-печати с углеродным наполнителем снижает вес конструкции аппарата и уменьшает трудоёмкость изготовления. Результаты расчета затрат на изготовление грузового БПЛА представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет себестоимости производства грузового БПЛА

Статья затрат	Сумма, р./ед.
Основные материалы (за вычетом возвратных отходов)	60983
Комплектующие и полуфабрикаты	442506
Топливо и электроэнергия на технологические цели	300
Зарплата производственных рабочих (основная и дополнительная)	13185
Страховые взносы в социальные внебюджетные фонды (30% от фонда оплаты труда)	3955
Амортизация оборудования	432
Цеховые расходы (60% от фонда оплаты труда)	7911
Итого цеховая себестоимость	529272
Общезаводские расходы (75% от цеховой себестоимости)	396954
Итого производственная себестоимость	926226
Внепроизводственные расходы (10% от производственной себестоимости)	926622
Итого полная себестоимость	1018849

Таким образом, затраты на производство и реализацию грузового БПЛА составят чуть более 1 млн. рублей, а использование его в городской инфраструктуре позволит значительно разгрузить транспортные потоки особенно в крупных городах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бублик, Н.Д. Анализ возможностей и практики использования беспилотных транспортных систем в региональных авиационных грузоперевозках/ Н.Д. Бублик, Д.В. Чувилин, Г.А. Шафиков // Вестник Евразийской науки. - №2, Том 10, - 2018. – С.1-17

2 Кузнецова, О.Р. Экономическая эффективность производства двухсредных беспилотных летательных аппаратов /О.Р. Кузнецова, В.В. Солецкий // Ученые записки КнАГТУ. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ». - № II – 2 (38). - 2019. - С.123-126.

3 Чугунова, С.В. Исследование рынка беспилотных летательных аппаратов России /С. В. Чугунова, О. В. Шеметова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики - Том 3, - 2017. – С.148-150

4 Один из крупнейших грузовых дронов готовится к коммерческому использованию [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/futurycon/odin-iz-krupneishih-gruzovyh-dronov-gotovitsia-k-kommercheskomu-ispolzovaniyu-5d6d087cdfa9ce00ad8708ba>. свободный.

5 Watch: Cargo Air Vehicle Completes First Outdoor Flight [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.boeing.com/features/2019/05/cav-first-flight-05-19.page> свободный.

УДК 004.9

Лялина Жанна Ивановна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Финансы и кредит», ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет», e-mail: lyalina61@mail.ru

Lyalina Zhanna Ivanovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Finance and Credit Department, Far Eastern Federal University, e-mail: lyalina61@mail.ru

Глухова Злата Владимировна – студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», e-mail: glukhova.zv@students.dvfu.ru

Glukhova Zlata Vladimirovna – student, Far Eastern Federal University, e-mail: glukhova.zv@students.dvfu.ru

ЭКОСИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

ECOSYSTEM OF THE DIGITAL ECONOMY

Аннотация. Глобализация и интернационализация, научно-технический прогресс трансформировали многие социально-экономические процессы и дали импульс развитию экосистемы цифровой экономики, предоставив пользователям широкую возможность в создании, получении и визуализации информации, оплате за товары и услуги и т.д., сделав их более простыми и доступными.

Abstract. Globalization and internationalization, scientific and technological progress have transformed many socio-economic processes and gave impetus to the development of the ecosystem of the digital economy, providing users with a wide opportunity to create, receive and visualize information, pay for goods and services etc. making them easier and more accessible.

Ключевые слова: цифровая экономика, экосистема, информационно-коммуникационные технологии.

Key words: digital economy, ecosystem, information and communication technologies.

Активное развитие информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ), искусственный интеллект, облачные технологии и технологии анализа больших данных, Интернет вещей, блокчейн и т.д., трансформировали многие социально-экономические процессы и дали импульс развитию цифровой экономики (далее – ЦЭ), кардинально изменили формы коммуникации в разных сферах обеспечения жизнедеятельности современного общества, производства, предложения, продвижения и реализации различных товаров и услуг.

Переход к ЦЭ, является следствием совокупности накопленных технологических изменений, снятия для потребителя географических барьеров, исчерпания возможностей традиционных бизнес-моделей с точки зрения маржинальности бизнеса [9].

Ограничительные мероприятия, направленные на противодействие распространения COVID-19 трансформировали в цифровую форму как предпочтения потребителей в сфере выбора и оформления заказов товаров и услуг, так и выстраивание новых форм коммуникации бизнеса и с партнерами, и потребителями на базе цифровых платформ, которые в свою очередь сформировали экосистему ЦЭ.

Использование ИКТ сбора, анализа и обмена данных, управления производственными процессами, приводит к формированию новых технологий, активное применение которых способствует развитию нового этапа экономики - ЦЭ и образованию ее экосистемы [6].

Программой «Цифровая экономика Российской Федерации» определено создание *экосистемы ЦЭ*, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности и обеспечивается эффективное взаимодействие, бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан [4].

В современной научной литературе, в зависимости от точки зрения автора и его принадлежности к соответствующей научной школе, под *экосистемой ЦЭ* в широком смысле понимается:

- бизнес, инновационная, интеллектуальная, информационная, предпринимательская, платформенная, сервисная и т.д. *экосистема*;

- *экосистема*: инноваций, информационного общества, на основе платформ, предпринимательства, программного обеспечения, финансовая, цифрового предпринимательства, цифровой отрасли, цифрового сотрудничества и т.д.

Рассмотрим некоторые определения экосистемы ЦЭ и «смежных» с ней терминов.

Экосистема ЦЭ - партнерство организаций, обеспечивающее постоянное взаимодействие принадлежащих им технологических платформ, прикладных интернет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов государственной власти Российской Федерации, граждан и организаций [6].

Цифровая экосистема – взаимозависимая группа предприятий, людей и объектов, совместно использующих цифровые платформы для взаимовыгодных целей, таких как коммерческая выгода, инновации, общие интересы [2, с. 658].

Экосистема развития цифрового бизнеса - совокупность компаний, совместно использующих интеллектуальные, производственные, информационные и другие ресурсы и доступ к ним [7, с. 152].

Экосистема цифровой отрасли – среда, обеспечивающая условия для инновационного развития и распространения цифровых сервисов, цифровых продуктов, приложений и устройств в конкретном секторе ЦЭ [1, с. 22].

Проведенный анализ трактовки *экосистемы ЦЭ* и смежных с ней понятий, показал широкую вариативность предлагаемых определений как в части самого научного термина, так его составляющих.

Часть авторов отождествляет понятие экосистемы ЦЭ с другими понятиями-синонимами и предлагает трактовать ее в широком смысле, рассматривая в виде совокупности платформ, предприятий, приложений, продуктов, ресурсов, решений, систем, сервисов, технологий, устройств, участников и т.д.

Отдельные авторы рассматривают цифровую экосистему и в узком смысле: цифровая экосистема адвокатуры, здравоохранения, знаний, образования, программной инженерии и т.д.

В состав архитектуры экосистемы ЦЭ, входит набор взаимосвязанных между собой ресурсов (цифровые платформы, интерфейсы, инфраструктура, модули, массивы данных, маркетплейсы, мессенджеры, эквайринг и др.), которые предлагают потребителю (юридическому или физическому лицу) различные продукты, услуги и сервисы.

ЦЭ, цифровые платформы и цифровые рынки стали неотъемлемой частью современного информационного общества. Усиливается влияние компаний-лидеров цифровой индустрии, в 2020 г. рейтинг пяти самых дорогих брендов по версии Forbes принадлежал цифровым экосистемам, созданным на базе технологических компаний, с большими массивами данных, и большим количеством клиентов-потребителей [5].

В России, на мобильные устройства (август 2021 г.) приходится 81 % от общего показателя, а на стационарные компьютеры (ноутбуки) 19 % Интернет-трафика.

В 2020 г. (в сравнении с 2019 г.) в России:

- население увеличило расходы с помощью мобильных приложений на 25 % (\$1,33 млрд);

- количество активных пользователей социальных сетей увеличилось на 30 % (64 млн);

- мобильная реклама составила около 30 % общего объема рынка Интернет-рекламы;

- увеличились объемы мобильного трафика [3].

Проведенное исследование «Экономика Рунета / Экосистема цифровой экономики России 2020/2021», определило «цифровой контур» России - компании, получающие основной доход посредством Интернет-рекламы, маркетинга, электронной коммерции, инфраструктуры, цифрового контента и т.д.

Вклад цифровых сегментов в экономику Рунета в 2020 г. составил 6,7 трлн руб. (+22%), из них:

- 6 007 млрд. руб., электронная коммерция (+ 22%);

- 349,8 млрд. руб., маркетинг и реклама (+ 11%);

- 152,3 млрд. руб., инфраструктура и связь (+ 20%);

- 123,4 млрд. руб., цифровой контент (+ 44%) [8].

Расширение виртуального экономического пространства, активное использование ИКТ во многих сферах жизнеобеспечения современного общества привело к созданию экосистемы ЦЭ с сервисами, функционирующими на базе цифровых платформ, изменило существующие бизнес-процессы, заставляя участников экономических отношений адаптироваться к «цифровой» трансформации.

Население и хозяйствующие субъекты в своей деятельности также активно используют сервисы ЦЭ, увеличивается количество компаний, развивающих и использующих в своей деятельности экосистемные решения, супераппы и сервисы в разных направлениях: классифайды, маркетплейсы, е-коммерция, транспортные и логистические услуги, доставка продовольственных и промышленных товаров и т.д.

Вместе с тем, развитие экосистемы ЦЭ требует решения многих актуальных вопросов:

- упреждение возникающих рисков (информационных, технических, технологических, финансовых и т.д.) для всех участников ЦЭ;
- нормативно-правовое регулирование государством деятельности экосистем;
- формирование национальной налогооблагаемой базы цифровых услуг;
- обеспечение приоритетов для национальной экономики и национальных экосистем и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Акаткин Ю.М., Карпов О.Э., Конявский В.А., Ясиновская Е.Д. Цифровая экономика: концептуальная архитектура экосистемы цифровой отрасли // Бизнес-информатика. 2017. С. 17-28.

2 Иванов А.Л., Шустова И.С. Исследование цифровых экосистем как фундаментального элемента цифровой экономики // Креативная экономика. 2020. № 14 (5). С. 655-670.

3 Мобильная экономика России. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 24.10.2021).

4 Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р.

5 Регулирование цифровых платформ – обеспечение конкуренции при сохранении стимулов для развития // Бюллетень о развитии конкуренции. 2020. № 32. URL: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/konkurencia/Konk_december_2020.pdf (дата обращения: 22.10.2021).

6 Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы // Указ Президента Российской Федерации 09.05.2017 г. № 203.

7 Тесленко И.Б., Дигилина О.Б., Муравьева Н.В., Абдуллаев Н.В. Развитие экосистемы цифровой экономики в России // Экономика и предпринимательство. 2018. № 9 (98). С. 150-154.

8 Экономика Рунета / Цифровая экономика России 2020/2021. URL: <https://raec.ru/activity/analytics/9884/> (дата обращения: 24.09.2021).

9 Экосистемы: подходы к регулированию // Банк России. Москва 2021. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/119960/Consultation_Paper_02042021.pdf (дата обращения: 23.10.2021).

УДК 336.5

Масловская Яна Вячеславовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: yana.maslovskaya@yandex.ru

Maslovskaya Yana Vyacheslavovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: yana.maslovskaya@yandex.ru

Кизиль Елена Витальевна – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: ksil_ev@mail.ru

Kizil Elena Vitalievna – Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: ksil_ev@mail.ru

АНАЛИЗ РАСХОДОВ БЮДЖЕТА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЫ РАЙОНА

ANALYSIS OF THE EXPENDITURE OF THE BUDGET OF THE MUNICIPAL EDUCATION ON THE DEVELOPMENT OF PRIORITY AREAS OF THE ECONOMIC SPHERE OF THE DISTRICT

Аннотация. Проблемы активного участия муниципальных образований в формировании точек роста страны тесным образом переплетаются с вопросами обеспечения приоритетных отраслей экономики на местах необходимыми ресурсами. В работе акцентируется внимание на важности формирования бюджетов развития в структуре расходов местных бюджетов как основы социально-экономического развития не только локальных территорий, но и страны в целом.

Abstract. The problems of the active participation of municipalities in the formation of growth points of the country are closely intertwined with the issues of providing the priority sectors of the local economy with the necessary resources. The work focuses on the importance of the formation of development budgets in the structure of expenditures of local budgets as the basis for the socio-economic development of not only local territories, but also the country as a whole.

Ключевые слова: структура расходов, бюджетные инвестиции, бюджет развития.

Key words: cost structure, budget investments, development budget.

Устойчивое социально-экономическое развитие муниципальных образований зависит от формирования эффективной структуры направлений расходования бюджетных средств, которые должны покрывать не только текущие расходы, но и предусматривать капитальные затраты, идущие на развитие приоритетных экономических отраслей муниципальной территории.

Основную долю расходов бюджета Комсомольского-на-Амуре муниципального района составляют расходы на образование (50,09 %), ЖКХ (17,18 %), межбюджетные трансферты (14,05 %), управление (9,58 %), социальную политику (3,92 %), культуру и кинематографию (2,85 %) (рисунок 1).

В 2020 году расходы консолидированного бюджета района на развитие экономики составили 490,8 млн. р. или чуть менее 22 % от общих расходов бюджета района. Среди отраслей экономики наибольший объем финансирования направлен в коммунальное хозяйство – 410,2 млн. р.

Бюджетные ассигнования на сельское хозяйство по сравнению с 2019 годом возросли на 8,5 % и составили 1,5 млн. р. Эти средства направляются, в том числе, на предоставление субсидий на оказание поддержки гражданам, ведущим личное подсобное хозяйство по содержанию поголовья домашних животных.

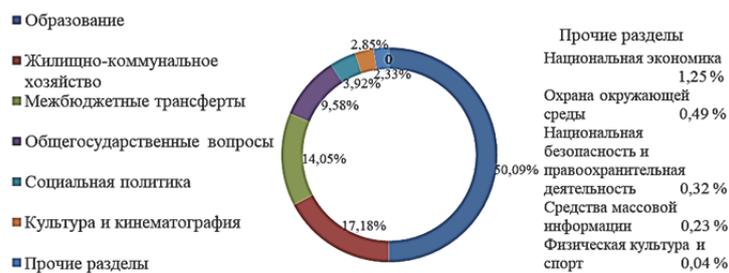


Рисунок 1 – Структура расходов Комсомольского муниципального района в 2020 г. [1]

В структуре расходов местных бюджетов предусмотрены расходы капитального характера в виде бюджетных инвестиций в объекты государственной и муниципальной собственности. Анализ направлений расходования средств местных бюджетов показал, что доля прочих расходов, в том числе инвестиционных, в общих расходах муниципалитетов незначительна и составила 13,3 % и 13,2 % в 2019 и 2020 годах соответственно [2].

Инвестиции в объекты муниципальной собственности в Комсомольском муниципальном районе в 2020 году составили 80,2 млн. рублей, в том числе за счет средств краевого бюджета – 53,6 млн. р. (77 %), местного бюджета – 26,6 млн. р. (33 %). Средства израсходованы на разработку проектно-сметной документации и строительство административного центра сельского поселения «Село Большая Картель», разработку проектно-сметной документации по строительству административного центра сельского поселения «Село Пивань», строительство распределительного газопровода для газификации с. Новый Мир. По сравнению с 2019 годом доля капитальных вложений в общем объеме расходов бюджета в 2020 году возросла на 2,7 процентных пункта и сложилась в размере 3,6 %. Повышение темпов капитальных вложений связано со строительством распределительного газопровода для газификации с. Новый Мир, административного центра сельского поселения «Село Большая Картель». В общем и целом рост объема инвестиций в основной капитал увеличился в 13,9 раза.

Несмотря на положительную динамику капитальных расходов, есть ряд опасений, характерных для большинства местных бюджетов [3].

В настоящее время политика в области эффективного управления расходами местных бюджетов основывается на Указе Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и опирается на реализацию на территории района национальных, федеральных и взаимоувязанных с ними региональных проектов [4]. Формирование реалистичного бюджета, в том числе в части финансирования приоритетных отраслей экономики, должно быть основано на объективном прогнозе социально-экономического развития района, коррелирующего с его Стратегией социально-экономического развития [5]. В условиях, когда большую часть доходов бюджета составляют трансферты, преобладает остаточный принцип финансирования расходных обязательств капитального характера. Фактически бюджет развития в составе бюджета района отсутствует, что, в свою очередь, не дает возможности разрабатывать реальную стратегию социально-экономического развития муниципального образования. Такая ситуация характерна для большинства местных бюджетов.

Для достижения целей проектов различных уровней, отмеченных в президентском указе, требуется значительный объем бюджетных средств. В связи с этим следует ожидать, что объектом пристального внимания в период 2022 - 2024 годы на местах будут мероприятия по изысканию финансовых резервов. Представители научной общественности, работники муниципалитетов ставят вопрос о внесении в бюджетное законодательство Российской Федерации не только понятия «бюджет

развития», но и установление механизмов формирования и использования его средств, а также требование о необходимости формирования таких бюджетов развития на всех уровнях бюджетной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бюджет для граждан на 2020 год и на плановый период 2022 и 2023 годов (второе чтение): в редакции решения Собрания депутатов от 25.11.2020 // Официальный сайт администрации Комсомольского муниципального района. – Раздел «Финансы района». – Подраздел «Бюджет для граждан». - URL: <https://raion-kms.khabkrai.ru/> (дата обращения: 01.12.2021).

2 Информация Минфина России о результатах проведения мониторинга исполнения местных бюджетов и межбюджетных отношений в субъектах Российской Федерации на региональном и муниципальном уровнях за 2019, 2020 годы [электронный ресурс] // Официальный сайт Минфина России. Режим доступа URL: https://minfin.gov.ru/ru/performance/regions/monitoring_results/Monitoring_local/results (дата обращения 20.11.2021).

3 Диденко, А.Н. Бюджеты развития – основа роста социально-экономического развития Российской Федерации, ее субъектов и муниципалитетов / А.Н. Диденко // Местное право. – 2021. - № 2. – С. 63-71.

4 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 (ред. от 21.07.2020) [Электронный ресурс] // «Консультант Плюс»: справочная правовая система. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 19.11.2021).

5 Марченко О.В. Сравнительный анализ методов прогнозирования социально-экономического развития муниципального образования / О.В. Марченко, Г.И. Бурдакова // Ученые записки КнАГТУ. – 2018. - IV-2 (36). – С. 98-103.

УДК 338.45:669.1

Маценко Вячеслав Викторович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: matsenkovv@mail.ru

Matsenko Viacheslav Viktorovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: matsenkovv@mail.ru

Коротеева Юлия Сергеевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: yulia.koroteewa@yandex.ru

Koroteeva Yuliya Sergeevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: yulia.koroteewa@yandex.ru

Кузнецова Ольга Рудольфовна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: orkuznetsova@mail.ru

Kuznetsova Olga Rudolfovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: orkuznetsova@mail.ru

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

SECONDARY USE OF STARTING RAW MATERIALS AS A WAY TO REDUCE PRODUCTION COSTS AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Аннотация. Статья посвящена проблеме снижения затрат промышленных предприятий в условиях ограниченной ресурсной базы и сложной логистической схемы поставок сырья и материалов. Акцентировано внимание на затратах как на важнейшем

факторе, влияющем на величину прибыли и обеспечивающем эффективное функционирование и конкурентоспособность предприятий на рынке. Рассмотрены производственные процессы предприятия некоторых отраслей в части вопроса экономии ресурсов и снижения себестоимости продукции. Предложены к внедрению технологии вторичного использования исходных ресурсов после их очистки и обогащения. Сделан вывод о том, что предложенные мероприятия, существенно снизят затраты предприятия и повысят экономическую эффективность его функционирования.

Abstract. The article is devoted to the problem of reducing the costs of industrial enterprises in conditions of a limited resource base and a complex logistics scheme for the supply of raw materials and materials. Attention is focused on costs as the most important factor affecting the amount of profit and ensuring the effective functioning and competitiveness of enterprises in the market. The production processes of enterprises in some industries are considered in terms of the issue of saving resources and reducing the cost of production. Proposed for the introduction of technology for the secondary use of initial resources after their purification and enrichment. It is concluded that the proposed measures will significantly reduce the costs of the enterprise and increase the economic efficiency of its functioning.

Ключевые слова: черная металлургия, авиастроение, затраты, устойчивость на рынке, экономическая эффективность, переработка отходов.

Key words: errous metallurgy, aircraft construction, costs, stability in the market, economic efficiency, waste processing.

Получение прибыли – основная цель любого предприятия осуществляющего свою деятельность в условиях рыночного механизма регулирования экономики. Прибыль предприятия является важнейшей оценкой эффективности его функционирования на рынке, характеризует рыночную устойчивость предприятия и его конкурентоспособность. [1]

Наиболее значимым фактором, влияющим на величину прибыли являются затраты предприятия. Поэтому и в условиях стабильности развития экономики, и тем более, в кризисных ситуациях, связанных со снижением спроса и изменением конъюнктуры рынка, важнейшим направлением стратегии развития предприятий являются мероприятия, направленные на снижение затрат.

Задача снижения издержек одна из основных задач оптимизации производственной деятельности. Она особенно актуальна в условиях сложной транспортной логистики, удаленности рынков сбыта, сезонности рынков потребления, в условиях пандемии.

В различных отраслях промышленности реализация подхода минимизации затрат осуществляется по-разному. Наиболее эффективным является процесс вторичного использования материальных ресурсов.

Так, например, на авиастроительных предприятиях [4] при нанесении лакокрасочных покрытий на элементы летательных аппаратов широко используется растворитель в качестве вспомогательного материала. При среднесерийном производстве объем этого материала может достигать 15 тонн. После использования в производственном процессе растворитель подвергается процедуре нейтрализации для снижения влияния пагубных воздействий на окружающую среду, которая предполагает приобретение дополнительных абсорбирующих веществ. Сопутствующим продуктом утилизации является твердый осадок, образованный в результате упаривания и прессования осадков, утилизация которого обходится предприятию до 3,5 млн. рублей в год.

Альтернативой данной процедуре является частично восстановительный процесс (рисунок 1).

Использование этого способа переработки отходов дает значительный экономический эффект в виде:

- восстановления до 85 % исходного материала;
- снижения затрат на приобретение сорбента, на утилизацию твердого осадка;

Кроме того, образовавшийся гальванический шлак можно использовать в дорожном строительстве как альтернативу асфальтобетонной смеси.

Экономия от внедрения частично восстановительного процесса составляет до 6,5 млн. рублей в год при среднесерийном производстве.

Снизить затраты на производство продукции в металлургии позволит также вторичная переработка отходов производства. Вторичная переработка отходов производства позволяет не только обеспечить ресурсосбережение, но и повысить экологическую безопасность технологического процесса производства металлургической продукции. [2]

Из практики работы металлургических предприятий известно, что сталеплавильный шлак содержит в себе более 25 % общего железа, количество металлического железа оценивается в 10 %, которое, извлекая, можно возвращать обратно в производство в составе металлошихты. Ввиду того, что в таких регионах как Дальний Восток и Сибирь металлический лом является дефицитным сырьем, переработка шлака с выделением металлической фазы снизит влияние металлотрейдеров на сырьевое обеспечение металлургических предприятий.



Рисунок 1 – Схема восстановительного процесса

Побочным продуктом процесса выплавки жидкой стали является шлак. Но лишь малое его количество (порядка 10 %) далее использовалось в технологическом процессе. Виной тому было отсутствие соответствующих технологий переработки шлака.

Сегодня ситуация изменилась. Современное развитие научно-технического прогресса располагает технологиями и оборудованием переработки шлака. [5,6]

Так, на металлургических предприятиях с выплавкой стали до 1 млн. тонн жидкой стали в год в качестве отходов образуется до 150 000 тонн шлака. При этом за последние десятилетия накопление шлака на отвалах и площадках предприятий достигает значения в 7 000 000 тонн и более.

В результате такой переработки из шлака извлекается до 7 % металлургического скрапа и вторичных продуктов его переработки [3,7,8] (рисунок 2).

Сопутствующими продуктами шлакопереработки являются:

- промпродукт с содержанием Fe 70 % фракцией менее 10 мм, который может быть использован в технологии брикетирования с дополнительными железосодержащими материалами – отходами производства (пыль газоочистки, окалина) и

угольной мелочью, что является аналогичным продуктом альтернативным использованию металлического лома в составе металлошихты.

– шлаковый щебень различных фракций (0-5 мм, 5-20 мм, 20-50 мм), используемый в строительстве.

Таким образом, имеющиеся сырьевые базы предприятий позволяют осуществлять переработку без поступления шлака из вне в течении 11-12 лет.

Расчеты, проведенные авторами, показали, что производственная себестоимость скрапа, поставляемого обратно на производство и используемого при выплавке жидкой стали, составит 6 852,7 руб./тонну.

Учитывая, что данная технология позволяет получать вторичные продукты шлакопереработки, которые могут быть использованы как для внутреннего потребления, так и для реализации на рынке, затраты предприятия будут снижены на величину реализации указанных полупродуктов.

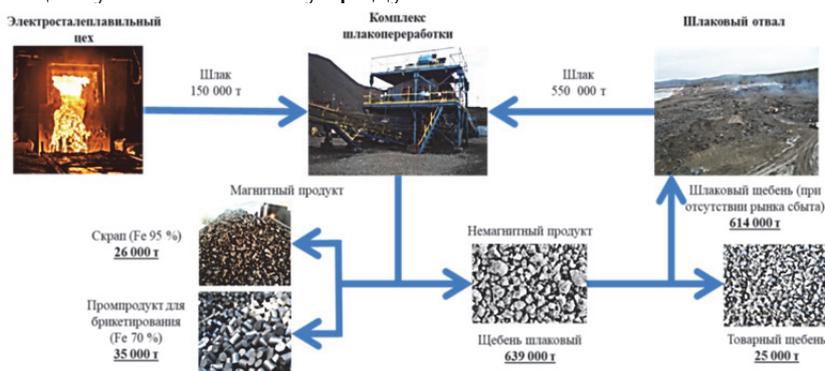


Рисунок 2 – Схема переработки шлака

Таким образом, более глубокая переработка и использование исходного, вспомогательного сырья и материалов позволят не только снизить затраты на производство основного продукта, но и в перспективе диверсифицировать новые рынки сбыта, расширяя номенклатуру выпускаемой продукции сопутствующими материальными объектами производственной деятельности. Все это позволит существенно повысить устойчивость предприятия на рынке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Адаева, Т. Ю. Организационные факторы и резервы повышения конкурентоспособности предприятия: учебное пособие / Т.Ю. Адаева. – Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета, 2017. – 27 с.

2 Атабиева, Е. Л. Особенности учета затрат на предприятиях черной металлургии / Е. Л. Атабиева, И. О. Цвигун // Белгородский экономический вестник. - 2020. - № 1 (97). - С. 103-106. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43025641> (дата обращения: 15.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3 Доможирова, Н.Н. Формирование цен на продукцию металлургических предприятий / Н.Н. Доможирова, А.А. Балашов, Н.Р. Кельчевская. – Екатеринбург: Изд-во Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2017. – 130 с.

4 Ерохин, В. Н. Особенности системы управления затратами на предприятиях авиастроения / В. Н. Ерохин, Т. Г. Шешукова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. - 2021. - № 3. - С. 270-279. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46662570> (дата обращения: 08.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5 Костюхин, Ю. Ю. Тенденции развития черной металлургии в России / Ю. Ю. Костюхин, Д. Ю. Савон // Экономика промышленности. – 2020. – Т. 13, № 2. - С. 158-166. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43122597> (дата обращения: 15.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6 Прокопьева, А. С. Потенциал инновационного развития предприятий металлургического комплекса в Российской Федерации / А. С. Прокопьева // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2019. - № 6-2. - С. 91-94. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38577854> (дата обращения: 15.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7 Москаленко, А. А. Перспективы развития чёрной металлургии на Дальнем Востоке России / А. А. Москаленко // Молодежные исследования и инициативы в науке, образовании, культуре, политике. Сборник материалов XIV Всероссийской молодёжной научно-практической конференции. - 2019. - С. 630-632. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42938221> (дата обращения: 15.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8 Растяникова, Е. В. Вторичное использование ресурсов в металлургической промышленности в России и Китае / Е. В. Растяникова // Инновации и инвестиции. - 2019. - № 7. - С. 81-85. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41396628> (дата обращения: 25.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

УДК 339.142

Муравьев Евгений Максимович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: zheka.muravyev@mail.ru

Muravyov Evgeniy Maksimovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: zheka.muravyev@mail.ru

Герашенко Владислава Владимировна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: vlada080301@gmail.com

Geraschenko Vladislava Vladimirovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: vlada080301@gmail.com

Кудрякова Надежда Валерьевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kudryakova_08@mail.ru

Kudryakova Nadezhda Valerievna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kudryakova_08@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ ТОВАРООБОРОТА МЕЖДУ СТРАНАМИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

RESEARCH OF THE REASONS FOR THE DECLINE IN TRADE BETWEEN COUNTRIES IN MODERN CONDITIONS

Аннотация. В статье рассматривается проблема снижения товарооборота между странами, описывается влияние пандемии на внешнюю торговлю России и произошедшие изменения, описано влияние на трансформацию импорта и экспорта страны. Авторами рассмотрены как положительные, так и отрицательные стороны существующей проблемы снижения товарооборота.

Abstract. The article deals with the problem of reducing trade turnover between countries, describes the impact of the pandemic on Russia's foreign trade and the changes that

have occurred, describes the impact on the transformation of imports and exports of the country. The authors consider both the positive and negative sides of the existing problem of reducing commodity turnover.

Ключевые слова: товарооборот, розничная торговля, динамика экспорта и импорта.

Key words: turnover, retail trade, dynamics of exports and imports.

Снижение объема внутренней и международной торговли наблюдалось только во время глобальных экономических кризисов и деноминации до определенного времени. Такие изменения имели циклический характер и были не постоянными. Можно наблюдать сокращение торговли между странами за последние пять лет (в 2015 году - на 11 %, в 2016 году - на 2 %, в 2018 году - на 15 % и в 2019 также на 15 %). Такой колебательный процесс проходил в период восстановления темпов роста мировой экономики вопреки тенденции роста объемов мировой торговли.

Становятся вполне очевидны определенные причины такого снижения объема международной торговли. Так, например, анализируя динамику мирового экспорта с 2015 по 2020 годы можно сказать, что четверть стоимостной оценки приходилась на долю энергетических ресурсов и сельскохозяйственной продукции. Между тем, цены на сырье сильно снизились, изменились процентные ставки, контролируемые ведущими центральными банками. Все перечисленные изменения, ставшие катализаторами мировой торговли, привели к повышенным колебаниям курсов валют, посредством которых заключаются торговые соглашения и рассчитываются показатели стоимости. Таким образом, на данный момент преждевременно делать вывод о том, что изменения в мировой торговле обусловлены исключительно колебаниями валютных курсов и сменой фаз сырьевого суперцикла, ведь все больше экспертов мировой экономики заявляют о его начале. Прогнозы экспертов, в основном, связаны с кризисом предложения на фоне пандемии 2019 - 2020 г.

С начала 2020 г. мы столкнулись с кризисом предложения на фоне пандемии, что является предвестником недостатка инвестиционных ресурсов и позволит ускорить процесс декарбонизации. В связи со сложной эпидемиологической ситуацией в мире, а также в нашей стране, пик которой пришелся на 2020 г., как видно из графика (рисунок 1), доля оборота розничной торговли сократилась.

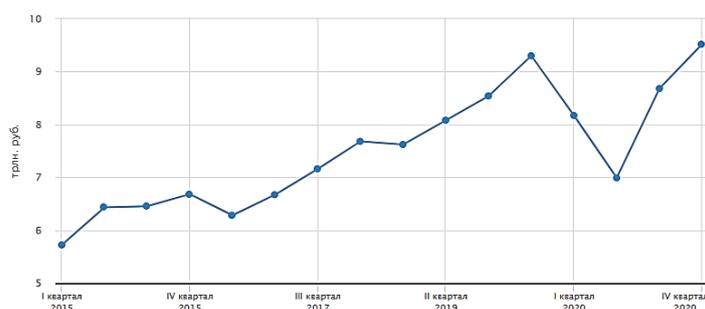


Рисунок 1 – Оборот розничной торговли 2015 - 2020 год, млрд. руб

К примеру, чтобы удовлетворить спрос, восстанавливающийся после пандемического спада, расходы нефтяников в этом году должны составить 352 млрд. долларов. Таким образом, они должны возрасти до 500 млрд. долларов, как подсчитали аналитики Moody's. Это создаст условия для последующего роста цен на нефть в ближайшие кварталы, а значит и на другие энергоносители.

В текущем году выросли затраты потребителей после экономического спада, который был вызван COVID. Это спровоцировало увеличение цен на многие ключевые товары. Ввиду того, что влияние государственных расходов и дотаций

уменьшается, рынок также постепенно охлаждается, что сказывается на динамике импорта и экспорта продукции. Тем не менее, благодаря ограничению предложения, хотя и меньшими темпами, но цены продолжают расти.

Также остро ощутили на себе последствия пандемии розничная и оптовая торговля. Например, по данным, представленным Росстатом, а также Минпромторгом России, снижение розничного товарооборота в первом квартале 2020 г. составило примерно 20% в годовом выражении, во втором – 14 %, в третьем – 3 % и в четвертом также 3 % . Если проследить ситуацию с января по сентябрь 2020 г., то видно, что продажи оказались ниже показателей прошлого года на 4,8 %. Так, продовольственная торговля смогла продолжить работу, но прошла через целый ряд непростых этапов. Первый был связан с резким удвоением мгновенно выросшего спроса населения на ряд продуктов (особенно длительного хранения) и введением усиленных противоэпидемических мер в торговых объектах. На следующем этапе пришлось столкнуться с пропускными режимами, установленными в регионах, а также препятствиями для межрегиональных перевозок товаров. Все это сопровождалось введением масочного режима и возникшими трудностями как в обеспечении на начальном этапе достаточного предложения масок в торговом ассортименте, так и в социальном аспекте при взаимодействии с покупателями, нарушающими предписания властей.

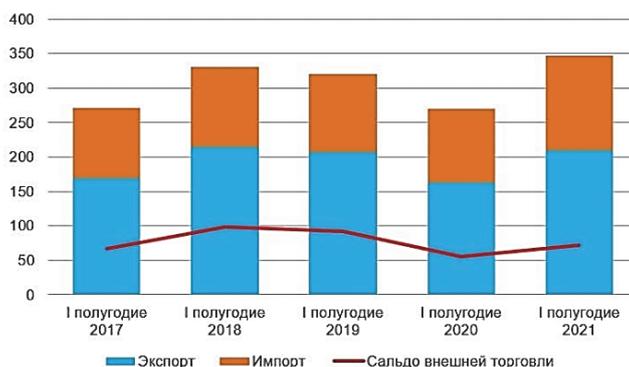


Рисунок 2 – Динамика экспорта и импорта, млрд. долл.

По итогам I полугодия 2021 г. сальдо внешней торговли (то есть разница между экспортом и импортом) является положительным и демонстрирует рост с 55,9 до 71,7 млрд. долл. по сравнению с I полугодием 2020 г. (рисунок 2). По итогам первых шести месяцев 2021 г. этот показатель увеличился на 28,4% и составил 209,4 млрд. долл., что обусловлено низкой базой прошлого года. Ключевыми отраслями, в которых произошёл рост экспорта, стали топливно-энергетический сектор, металлы и изделия из них, химическая промышленность, машины и оборудование.

Импорт в I полугодии 2021 г. также вырос на 28,4% – до 137,6 млрд. долл., что было вызвано низкой базой прошлого года и ростом инфляции в этом году. Увеличение импорта произошло в ряде отраслей: машины и оборудование, химическая промышленность, продовольственные товары.

Увеличивается и объём российского товарооборота по мере роста деловой активности и восстановления мировых торговых процессов после 2020 г. Тем не менее, пока не следует верить таким результатам, ведь на хорошие результаты этого года повлияло несколько факторов: рекордно низкая база прошлого года из-за ограничительных мер по всему миру, а также рост индекса потребительских цен в России и долларова инфляция.

Итоги первой половины 2021 г. на фоне прошлого кризисного года внушают оптимизм. Основные факторы, которые окажут серьёзное влияние на итоговой объё-

ём товарооборота России в этом году - рост деловой активности, увеличение цен на сырьё, инфляция.

Традиционно РФ поставляет в страны дальнего зарубежья сырьё и топливо, а приобретает машины, оборудование, фармацевтические и продовольственные товары.

В дальнейшем судьба товарооборота между странами, должна стабилизироваться, поскольку в период сложной эпидемиологической обстановки, страны сократили международную торговлю с целью скорейшего окончания эпидемии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Половцева, Ф. П. Коммерческая деятельность: Учебник / Ф.П. Половцева. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 248 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-16-002274-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/376841> (дата обращения: 08.12.2021). –

2 Валентинов, В. А. Эконометрика / Валентинов В.А., - 3-е изд. - Москва : Дашков и К, 2016. - 436 с.: ISBN 978-5-394-02111-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/414907>.

3 Расков, Н. В. Экономика России: проблемы роста и развития : монография / Н.В. Расков. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 186 с. – (Научная мысль). – www.dx.doi.org/10.12737/3291. - ISBN 978-5-16-009559-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/994362>.

УДК 336.74

Палков Константин Алексеевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: konstantin.palkov01@gmail.com

Palkov Konstantin Alekseevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: konstantin.palkov01@gmail.com

Тищенко Елизавета Сергеевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: elizaveta.tishchenkoo@mail.ru

Tishchenko Elizaveta Sergeevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: elizaveta.tishchenkoo@mail.ru

Кудрякова Надежда Валерьевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kudryakova_08@mail.ru

Kudryakova Nadezhda Valerievna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kudryakova_08@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КРИПТОВАЛЮТЫ И ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

MODERN APPLICATION OF CRYPTOCURRENCY AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Аннотация. Криптовалюта и технология блокчейн являются очень перспективными на данный момент, так как все больше аспектов нашей жизни подвергаются цифровизации. В статье рассматривается современное применение криптовалюты и технологии блокчейн, их дальнейшие перспективы, а также достоинства и недостатки их использования.

Abstract. Cryptocurrency and blockchain technology are very promising at the moment, as more aspects of our life are being digitized. The article discusses the modern applica-

tion of cryptocurrency and blockchain technology, their future prospects, as well as advantages and disadvantages.

Ключевые слова: криптовалюта, блокчейн, NFT, смарт контракты, токен, цифровая валюта.

Key words: cryptocurrency, blockchain, NFT, smart contract, token, digital currency.

Все больше наша жизнь подвергается цифровизации. Люди общаются при помощи социальных сетей, проводят свой досуг за компьютером, делают покупки, не выходя из дома, и получают образование при помощи интернета. Все это значительно упрощает наше существование в современном мире. Так и криптовалюта, и связанные с ней технологии начинают внедряться в нашу жизнь.

Криптовалюта набирает все большую популярность из-за своих нововведений и удобств. Денежные переводы становятся анонимными, в них перестают участвовать банки и иные посредники, а участвуют только отправитель и получатель. Криптовалютные средства являются более надежными в отличии от банковских, так как деньги защищены при помощи технологии блокчейн (blockchain), которая постоянно совершенствуется. Также сама технология блокчейн, на основе которой работает криптовалюта, даёт большие возможности для реализации тех или иных проектов, связанных цифровым миром.

Данная тема получила большое внимание из-за своей нарастающей популярности. Многие рады все большему введению криптовалюты и технологий, разработанных на основе блокчейна, в повседневную жизнь из-за удобства и инновационных технологий. Другая часть населения наоборот противится и не доверяет ей ввиду её децентрализации и неподконтрольности государству, а также из-за её использования в незаконной деятельности.

Криптовалюта – это цифровая валюта, которая является альтернативой фиатным деньгам, в основе которой лежат принципы децентрализованности, автономности и анонимности. Как и наличные деньги, криптовалютные средства не имеют за собой материальной поддержки, её ценность основывается лишь на вере людей в неё. Вера же достигается за счёт надежности, удобства и инновационности технологии блокчейн (blockchain).

Блокчейн – технология децентрализованного, никому не принадлежащего и надежно защищенного шифрованием хранилища информации; реестр записей, который хранится в «блоках». В них может храниться любого рода информация, в том числе списки транзакций. Когда один «блок» заполняется, создается новый блок и присоединяется к старому. Так образуется цепочка «блоков» - blockchain.

Записи в реестре очень сложно подделать, потому что:

1. Реестр одновременно хранится на множестве устройств, и если какая-то запись не совпадает с остальными, то она считается недействительной;
2. Вся информация шифруется при помощи криптографии. Зашифрованная запись – это хеш, и каждый новый созданный хеш включает в себя новую информацию и старый хеш, (то есть старую зашифрованную запись).

Из-за надежности и инновационности в криптовалюту начинает вливаться все больше капитала. Так, рыночная капитализация криптовалюты Bitcoin составляет около одного триллиона долларов на конец 2021 года. А стоимость одной единицы валюты (одного биткойна) составляет порядка пятидесяти тысяч долларов (на начало декабря 2021 года). Ниже приведен график роста стоимости одного биткойна за период с 2017 года до декабря 2021 года.



Рисунок 1 – Стоимость одного биткойна на период с 2017 года до декабря 2021 года

Криптовалюта – это не только деньги, но и платежная система. Для осуществления перевода средств не нужен посредник, нужен лишь только адрес перевода. Информация о транзакциях доступна всем, но идентифицировать владельцев кошельков невозможно.

Так как блокчейн – это распределенный реестр, в котором хранятся данные, то в нем можно хранить и токены. Токен – единица учёта, записанная в блокчейне, которая не является криптовалютой. За токеном может стоять как реальный, так и цифровой актив или предмет. Он используется как аналог ценных бумаг в цифровом мире.

Для обмена или продажи токенов используется технология смарт контракт (smart contract). Программа проверяет, выполнены ли все условия сделки обе стороны и производит транзакцию в случае, если все верно. Так при помощи токенов и смарт-контрактов можно токенизировать любые ценности и торговать ими за криптовалюту.

Для токенизации искусства используют NFT-токены. NFT (non-fungible token) – невзаимозаменяемый токен; уникальный токен, который может быть разделен или замещен другим токеном. При помощи него можно токенизировать любой цифровой или оцифрованное искусство и сделать его уникальным, то есть сделать подлинным. В результате все будут знать, что данный объект является оригинальным и принадлежит владельцу токена.

Рассмотрим положительные стороны криптовалюты и технологии блокчейн:

1. Анонимные и децентрализованные переводы средств;
2. Токенизация активов, цифровых и материальных предметов с возможностью обмена и продажи их за криптовалюту;
3. Очень надежная система защиты от хакеров и злоумышленников способствует безопасному хранению денежных средств и информации;
4. Перспективная технология блокчейн, позволяющая реализовать различного рода проекты.

К сожалению, криптовалюта и технология блокчейн также имеют ряд недостатков:

1. Использование криптовалюты злоумышленниками для незаконного оборота средств;
2. Долгие совершения транзакций по сравнению с банковскими системами;
3. Технология блокчейн и криптовалюта требуют больших производственных мощностей для поддержания полной работоспособности всей экосистемы, в результате чего потребляется большое количество электроэнергии;
4. Проблема с правовым регулированием и контролем государства криптовалюты в целом.

В наше время много вещей подвержены цифровизации. Криптовалюта и технология блокчейн только ускоряют этот процесс, тем самым делая нашу жизнь удобнее и лучше. Ввиду высокой защиты можно меньше бояться того, что ваши средства или личная информация будут похищены или использованы злоумышленниками, но остается проблема с большой энергозатратностью всей экосистемы, что может плохо сказаться на окружающей среде. Также не ясны многие аспекты правового регулирования криптовалюты, ведь система децентрализована и не подвластна кому-то конкретно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ethereum. Non-fungible tokens (NFT). [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://ethereum.org/ru/nft>.
- 2 Ethereum. SMART CONTRACTS. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://ethereum.org/ru/smart-contracts>.
- 3 Forklog. Что такое токен? [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://forklog.com/chto-takoe-token>.
- 4 CoinMarketCap. Bitcoin. [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://coinmarketcap.com/ru/currencies/bitcoin>.
- 5 Kaspersky. Что такое криптовалюта? [Электронный ресурс] – Электрон. данн. <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-cryptocurrency>.

УДК 33

Пляскина Татьяна Михайловна – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: plyaskinatm@gmail.com

Plyaskina Tatiana Mikhailovna – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: plyaskinatm@gmail.com

Яковлева Татьяна Анатольевна – канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: efbu@knastu.ru

Yakovleva Tatiana Anatolyevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: efbu@knastu.ru

МЕТОДИКА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ВЫВОДА НА АУТСОРСИНГ

METHODOLOGY OF DIFFERENTIATION OF BUSINESS PROCESSES OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE FOR OUTSOURCING

Аннотация. Статья посвящена проблеме методического обеспечения дифференциации бизнес-процессов промышленного предприятия с точки зрения экономической целесообразности вывода на аутсорсинга. В качестве основного критерия авторы статьи используют деление бизнес-процессов на основные и вспомогательные. Практика применения предлагаемого подхода рассматривается на примере ООО «АМУРСТАЛЬ».

Abstract. The article is devoted to the problem of methodological support for the differentiation of business processes of an industrial enterprise from the point of view of the economic feasibility of outsourcing. As the main criterion, the authors of the article use the division of business processes into main and auxiliary ones. The practice of applying the proposed approach is considered on the example of AMURSTAL LLC.

Ключевые слова: бизнес-процессы, аутсорсинг, экономическая эффективность.
Key words: business processes, outsourcing, economic efficiency.

Современное промышленное предприятие представляет собой сложную многофункциональную систему, деятельность и развитие которой обеспечивается множеством бизнес-процессов. Причем, чем крупнее предприятие, тем большему количеству бизнес-процессов нужно обеспечить эффективное взаимодействие.

На крупных российских промышленных предприятиях трудности на пути такого взаимодействия создают:

- громоздкая система управления;
- большое количество и избыточные мощности вспомогательных и обслуживающих подразделений;
- неэффективное использование ресурсов.

Такие проблемы характерны для многих предприятий газовой, нефтяной, химической, металлургической промышленности и т.п. Распыление ресурсов, недостаточная их концентрация на ключевых направлениях снижает экономическую эффективность деятельности предприятия, которая в общем случае зависит от соотношения полученных результатов и затрат на их достижение. Как показывает успешная хозяйственная практика, снижению производственных затрат способствует грамотное выстраивание бизнес-процессов предприятия, их группировка по степени участия в достижении главной цели деятельности предприятия и их важности в формировании конечного результата.

Для дифференциации бизнес-процессов их можно проанализировать по различным критериям. Нас интересует группировка бизнес-процессов с точки зрения возможности и целесообразности их передачи полностью или частично на аутсорсинг, то есть внешней компании, которая специализируется именно в данном виде деятельности. Грамотный подход к выбору процессов для передачи на аутсорсинг позволит компании расти и развиваться самым эффективным способом. Аутсорсинг позволяет заниматься основным видом деятельности, не отвлекая силы и средства на административное обеспечение непрофильных процессов, сконцентрировать ресурсы на своих сильных сторонах и конкурентных преимуществах.

Осуществить обоснованный выбор таких бизнес-процессов достаточно сложно. В первую очередь нужно разделить все бизнес-процессы предприятия, по одной из методик, на профильные, непрофильные вспомогательные бизнес-процессы.

В результате анализа возможности аутсорсинга применительно к конкретному бизнес-процессу может быть получен отрицательный ответ в том случае, если:

1. бизнес-процесс связан с основным видом деятельности предприятия и его результатом является конечный продукт, поставляемый на рынок;
2. бизнес-процесс сопровождается применением уникальной технологии;
3. бизнес-процесс настолько уникален, что на рынке нет компаний-аутсорсингов, способных его реализовать;
4. бизнес-процесс по каким-либо причинам законодательно запрещено передавать внешним исполнителям.

Как правило, на аутсорсинг передают часть второстепенных бизнес-процессов, в результате чего появились такие виды деятельности, как, бухгалтерский аутсорсинг, IT аутсорсинг, аутсорсинг офисных служб, аутсорсинг Call-центра, логистика, копакинг, юридический консалтинг и т.п. «Вывод за штат» процессов подбора персонала или кадрового делопроизводства, охраны объекта, корпоративное питание, младший обслуживающий персонал по уборке производственных и служебных помещений, строительно-монтажные работы, как показывает практика, это современная практика множества крупных промышленных предприятий.

Завод ООО «АМУРСТАЛЬ» в настоящее время занимается разработкой оптимальной методики разделение основных и вспомогательных (непрофильных) бизнес-процессов с целью вывода последних на аутсорсинг. Процессы, входящие в сферу ключевых компетенций металлургической компании, составляют основу непрерывной технологической цепи, и их невозможно вывести на аутсорсинг. Спецификой черной металлургии является высокая степень зависимости основных бизнес-процессов от вспомогательных.

В ходе исследования была выполнена дифференциация бизнес-процессов ООО «АМУРСТАЛЬ» по критерию их профильности/непрофильности (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень непрофильных бизнес-процессов ООО «АМУРСТАЛЬ»

№ п/п	Наименование подразделения	Инструменты/операции	Результат
Основные цехи с невозможностью вывода на аутсорсинг			
1	Цех переработки лома	Основа ключевых компетенций	Базисный блок БП, не подлежащих выводу на аутсорсинг
	Электросталеплавильный цех		
	Сортопрокатный цех		
Вспомогательные цехи (функции) с возможностью вывода на аутсорсинг			
2	Цех технологического транспорта	Бизнес-процессы, не связанные с основным производством	Блок непрофильных бизнес-процессов, возможных для вывода на аутсорсинг
	Участок обеспечения питанием		
	Ремонтно-строительный участок		
Функции, входящие в отделы			
3	Уборка производственных и служебных помещений	Бизнес-процессы, не связанные с основным производством	Блок непрофильных бизнес-процессов, возможных для вывода на аутсорсинг
	Благоустройство территории		
	Обеспечение спецодеждой, спецобувью, СИЗ		

Передача непрофильных бизнес-процессов ООО «АМУРСТАЛЬ» на аутсорсинг затрудняется тем, что на региональном рынке фактически отсутствуют компании-поставщики вспомогательных бизнес-процессов для металлургического производства. Специфические требования к вспомогательным бизнес-процессам влекут за собой риск их выполнения аутсорсером, что делает выведение таких процессов на аутсорсинг невозможным или нецелесообразным.

УДК 336.74

Постников Святослав Игоревич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: postnikov.si@mail.ru

Postnikov Svyatoslav Igorevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: postnikov.si@mail.ru

Яковлева Татьяна Анатольевна – канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика, финансы и бухгалтерский учёт», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: efbu@knastu.ru

Yakovleva Tatiana Anatolyevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: efbu@knastu.ru

ЦИФРОВАЯ ВАЛЮТА: ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИК

DIGITAL CURRENCY: OPPORTUNITIES FOR NATIONAL ECONOMIES

Аннотация. В статье рассмотрены возможности, которые открывает цифровизация национальных экономик, в том числе в сфере денежного обращения. Далее приве-

дены преимущества цифрового рубля и открывающиеся возможности для отечественной экономики – более широкий охват населения финансовыми услугами, ограничение риска перераспределения средств в иностранные цифровые валюты, что способствует макроэкономической и финансовой стабильности.

Abstract. The article discusses the opportunities that digitalization of national economies opens up, including in the field of monetary circulation. The following are the advantages of the digital ruble and the opening opportunities for the domestic economy - a wider coverage of the population with financial services, limiting the risk of redistributing funds into foreign digital currencies, which contributes to macroeconomic and financial stability.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая валюта, национальная экономика.

Key words: digitalization, digital currency, national economy.

В результате развития информационных технологий широкое распространение получили такие новинки, как большие данные (BigData), технология «Blockchain», искусственный интеллект, беспилотные устройства, трёхмерная печать и др. [1]. Если некоторое время назад цифровизация ассоциировалась в первую очередь с IT-процессами, то сегодня сфера её распространения становится все шире функционально, охватывая бизнес-процессы не только уровня отдельной организации, но и макроуровня.

Возникающие в ходе цифровизации разноплановые проблемы требуют всё больше внимания. Так, на состоявшемся в январе 2021 года Гайдаровском форуме «Россия и мир после пандемии» рассматривались вопросы, связанные с процессом цифровой трансформации отечественной экономики. В ходе форума обсуждались возможности, которые предоставляет цифровизация для бизнеса, финансов, образования, внешнеэкономических отношений и для других сфер социально-экономической деятельности общества. В частности, говоря о трансформации денежного обращения, участники форума затронули вопросы, связанные с дальнейшим распространением криптовалют, факторами их конкурентоспособности и возможных рисках введения национальных цифровых валют [2].

Появление первых цифровых (виртуальных) валют (например, Bitcoin), основанных на технологии блокчейн, вызвало бурную реакцию со стороны всех участников денежного обращения – представителей домохозяйств, предприятий, организаций, органов государственного управления. Специалисты считают, что цифровые валюты имеют ряд неоспоримых преимуществ, в том числе:

- отсутствие посредников при совершении транзакций и минимальные комиссии за сделки;
- прозрачность совершённых транзакций, так как у каждого участника есть доступ ко всем сделкам системы;
- отсутствие внешнего вмешательства и контроля системы, так как нет единого центра хранения данных о транзакциях (в некоторых случаях это может быть недостатком);
- относительно высокий уровень безопасности [5].

В настоящее время многие развитые страны активно проводят исследования и разработки по вопросу введения цифровой валюты Центрального банка – Central Bank Digital Currency (CBDC). Страны-участницы большой двадцатки проявляют особый интерес к внедрению CBDC в качестве международного средства платежа посредством создания трансграничной сети. Использование цифровой валюты Центрального банка для трансграничных платежей позволит уменьшить количество посредников, увеличить скорость транзакций и снизить общие затраты на проведение платежей.

Согласно последнему опросу представителей Центральных банков 65 стран мира, проведенного Банком международных расчетов (BIS), около 86% респондентов проводили или проводят исследования по поводу возможности внедрения цифровой национальной валюты [6]. Соответственно возросло количество докладов о результатах, полученных в ходе проведенных исследований, и других аспектах внедрения цифровых валют Центральными банками стран мира. Темпы роста количества выступлений представлены ниже на рисунке 1.

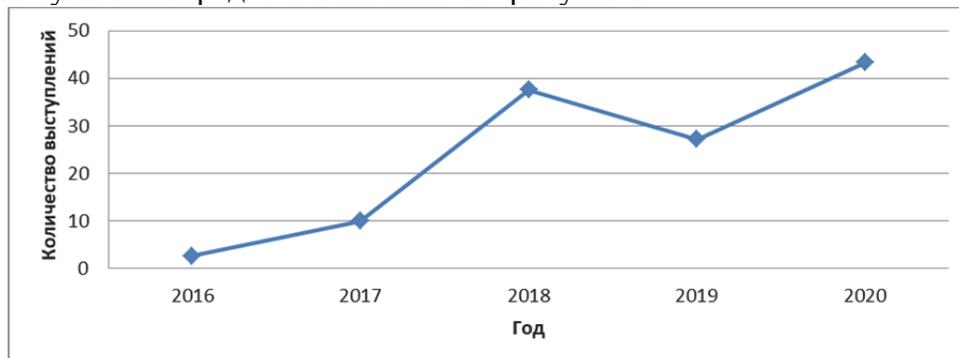


Рисунок 1 – Количество выступлений и докладов о цифровой валюте Центральными банками [11]

Первые тесты цифровой валюты в 2020 году провёл Китай. В рамках проекта по внедрению цифрового юаня (e-CNY) 30 июня 2021 года в шести городах Китая было совершено 1,32 млн транзакций по оплате товаров и услуг цифровым юанем, включая коммунальные платежи, открыто более 20 млн кошельков для физических лиц и 3,5 млн для юридических лиц с общей суммой транзакций на 34,5 млрд юаней. Через лотерею 200 тыс. граждан страны бесплатно получили по 200 юаней каждый [7].

Кроме Китая на этапе пилотного тестирования CBDC находятся Франция, Канада, Арабские Эмираты, Южная Корея, ЮАР, Уругвай.

Возможность цифровизации национальной валюты обсуждаются и в России. Юридической основой этого события должен был стать Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который регулирует отношения, возникающие при выпуске, учете и обращении цифровых финансовых активов, а также отношения, возникающие при обороте цифровой валюты в России [8]. Хотя Банк России еще не принял решение о выпуске цифрового рубля, понятно, что цифровой рубль это не криптовалюта, а обязательство ЦБ РФ, реализуемое посредством цифровых технологий.

Открытым остается вопрос о том, какое влияние на банковскую систему и денежно-кредитную политику страны-эмитента может оказать выпуск цифровых валют. Экономисты предполагают, что эмиссия как цифрового рубля, так и других цифровых валют Центрального банка (ЦВЦБ), будет происходить путем обмена ЦВЦБ на наличные деньги по фиксированной стоимости – этот факт может повысить доверие к цифровой валюте. В связи с тем, что Центральный банк регулирует количество денег в обращении, то эмиссия цифровой валюты не должна оказать негативный эффект на монетарную политику регулятора [9].

Национальная цифровая валюта будет иметь ряд преимуществ по сравнению с существующей криптовалютой:

- цифровая валюта будет легитимна и доступна для всех, а не для ограниченного количества инвесторов-спекулянтов;

- криптовалюта ничем не обеспечена, в то время как виртуальная цифровая национальная валюта будет обеспечена рублем, а в межгосударственных операциях – золотом или природными ресурсами;
- доходы от операций с виртуальной национальной валютой, в том числе доходы от налогообложения сделок с ней, будут поступать в бюджет;
- национальная цифровая валюта обеспечит удобство всем пользователям не только в платежной сфере, но и в инвестиционной, инновационной, а также в сфере накопления [10].

На рисунке 2 представлена концепция функционирования системы цифрового рубля.

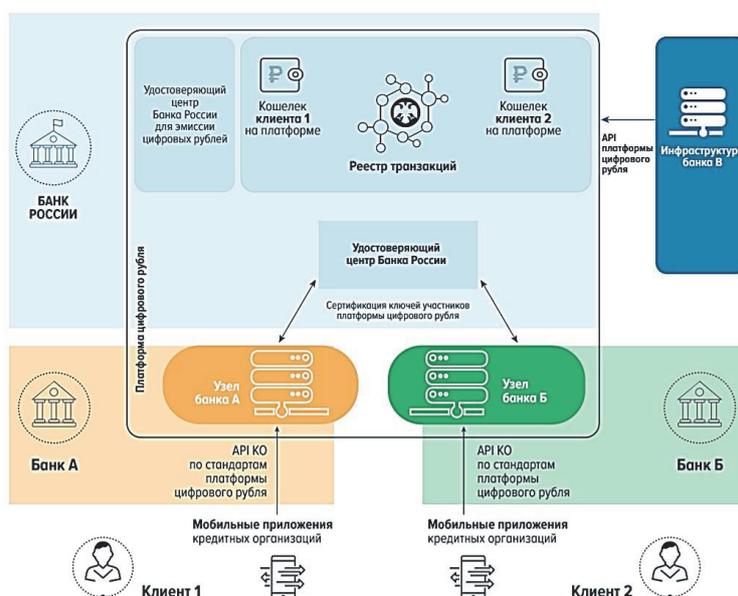


Рисунок 2 – Целевая структура платформы цифрового рубля [12]

Введение цифровой валюты на основе технологии блокчейн положит начало новой эпохе экономического развития каждой страны, сделав её денежную систему более открытой и эффективной, чем предыдущие.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Петрова Л.А., Кузнецова Т.Е. Цифровые технологии в экономике и бизнесе // ЭТАП. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-ekonomike-i-biznese> (дата обращения: 04.11.2021).
- 2 Емелин И.А. Цифровые валюты и стратегия цифровой трансформации // Государственная служба. 2021. №1 (129). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-valyuty-i-strategiya-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения: 04.11.2021).
- 3 Моисейцев В.В., Еремеев А.А. Цифровой юань: особенности цифровой валюты Китая // E-Scio. 2021. №6 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-yuan-osobennosti-tsifrovoy-valyuty-kitaya> (дата обращения: 04.11.2021).
- 4 Доклад для общественных консультаций Цифровой рубль URL: https://cbr.ru/analytics/d_ok/dig_ruble/ (дата обращения: 04.11.2021).
- 5 Коваленко Б.Б. Цифровые деньги в системе международных валютно-кредитных отношений // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2021. №1 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dengi-v-sisteme-mezhdunarodnyh-valyutno-kreditnyh-otnosheniy> (дата обращения: 02.11.2021).

6 Осмоловец, С. С. Цифровая валюта центрального банка: риски эмиссии / С. С. Осмоловец // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы XIV Международной научно-практической конференции, Минск, 20 мая 2021 г. / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский государственный экономический университет ; [редколлегия: В. Ю. Шутилин (ответственный редактор) и др.]. - Минск : БГЭУ, 2021. - С. 350-351.

7 People's Bank of China (2021) Progress of Research & Development of E-CNY in China, July. Режим доступа: www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688172/4157443/4293696/20210716145846918_71.pdf (дата обращения: 04.11.2021).

8 О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 31 июля 2020 года N 259-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2020. – № 45. – Ст. 5018.

9 Соколова Е.Ю. О некоторых аспектах эмиссии цифровых валют // Инновации и инвестиции. 2021. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-aspektah-emissii-tsifrovyyh-valyut> (дата обращения: 04.11.2021).

10 Григорьев В.В. Национальная цифровая валюта как фактор оживления экономики России // Экономика. Налоги. Право. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/natsionalnaya-tsifrovaya-valyuta-kak-faktor-ozhivleniya-ekonomiki-rossii> (дата обращения: 05.11.2021).

11 Михайлишин Андрей Юрьевич Предпосылки появления и мировой опыт внедрения цифровых валют центральных банков // Russian Journal of Economics and Law. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-poyavleniya-i-mirovoy-opyt-vnedreniya-tsifrovyyh-valyut-tsentralnyh-bankov> (дата обращения: 25.11.2021).

12 Digital ruble. Report for public consultations, Moscow, Bank Rossii, 2020, 48 p. (in Russ.).

УДК 336.63

Радченко Никита Баирович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: nikitaradchenko10@gmail.com

Radchenko Nikita Bairovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: nikitaradchenko10@gmail.com

Кизиль Елена Витальевна – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kisil_ev@mail.ru

Kizil Elena Vitalievna – Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kisil_ev@mail.ru

ОЦЕНКА БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИКИ ЕГО ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ

EVALUATION OF THE BANKRUPTCY OF THE ENTERPRISE BASED ON DIAGNOSTICS OF ITS FINANCIAL CONDITION

Аннотация. В статье обсуждается вопрос вероятности банкротства коммерческих предприятий на территории Российской Федерации на основе данных бухгалтерской отчетности организаций. Рассматривается взаимосвязь между ликвидностью и банкротством фирмы. Дана оценка степени влияния динамики показателей ликвид-

ности, платежеспособности, обеспеченности собственными оборотными средствами на риск финансовой несостоятельности предприятия сферы туризма ООО «Алекса».

Abstract. The article discusses the issue of the likelihood of bankruptcy of commercial enterprises on the territory of the Russian Federation on the basis of data from the financial statements of organizations. The relationship between liquidity and bankruptcy of a company is considered. An assessment of the degree of influence of the dynamics of indicators of liquidity, solvency, provision of own circulating assets on the risk of financial insolvency of the enterprise in the sphere of tourism «Aleksa» is given.

Ключевые слова: модели банкротства, коэффициенты финансового состояния, прогнозирование финансовой несостоятельности.

Key words: bankruptcy models, financial condition ratios, forecasting financial insolvency.

В условиях динамично развивающейся рыночной экономики почти каждое коммерческое предприятие может столкнуться с проблемой неустойчивого финансового состояния. Качественное управление фирмой должно предусматривать комплекс антикризисных мер, даже если в данный момент благополучие финансового положения компании не вызывает сомнений у руководства организации [4]. Этим обусловлена актуальность проблемы прогнозирования и оценки риска банкротства организаций как для мировых, так и для российских предприятий.

Банкротство – это состояние, при котором организация или физическое лицо неспособно в полном объеме выполнить свои обязательства по уплате текущих платежей и кредиторской задолженности. Своевременная оценка риска и применение методик оценки вероятности банкротства способствует принятию эффективных управленческих решений, улучшению финансовых показателей компании, а также ставит компанию в выгодное положение перед инвесторами и кредитно-финансовыми организациями.

В экономической практике существует большое количество методик оценки вероятности банкротства коммерческих предприятий, представленных как российскими, так и зарубежными авторами. Одним из наиболее известных подходов является расчет индекса кредитоспособности Альтмана, основанный на использовании интегральной модели оценивания финансового состояния предприятия через совокупность коэффициентов с весовым значением [3].

Модель Сайфуллина-Кадыкова, представленная российскими экономистами, является адаптированной к условиям российской экономики моделью Э. Альтмана с учетом факторов, рассчитываемых по исходным данным бухгалтерской отчетности российских коммерческих организаций [3]:

$$R = 2 * K_1 + 0,1 * K_2 + 0,08 * K_3 + 0,45 * K_4 + K_5, \quad (1)$$

где K_1 – коэффициент обеспеченности собственными средствами;

K_2 – коэффициент текущей ликвидности;

K_3 – коэффициент оборачиваемости активов;

K_4 – рентабельность продаж;

K_5 – рентабельность собственного капитала.

При значении R больше или равном единице состояние компании можно оценить как удовлетворительное, значение R меньше единицы может говорить о несостоятельности компании и возможном наступлении банкротства в ближайший период.

Достаточно известной и часто используемой из-за удобства в применении является методика расчета коэффициента прогноза банкротства ($K_{пб}$). Этот коэффициент констатирует наличие у фирмы возможности погашать свою текущую задол-

женность путем продажи учтенных на балансе активов. Рассчитывается как отношение собственного оборотного капитала к общей величине капитала [1]:

$$Кпб = \frac{\text{Собственный оборотный капитал}}{\text{Активы предприятия}} \quad (2)$$

При значении коэффициента 0,04 вероятность банкротства очень высока, значение показателя, превышающее 0,25, говорит о том, что банкротство маловероятно.

Также при оценке вероятности банкротства предприятия анализируется платежеспособность, то есть возможность хозяйствующего субъекта своевременно погашать свои долговые обязательства. Основой платежеспособности предприятия является ликвидность баланса, определяемая посредством сравнения активов и пассивов организации, сгруппированных по степени ликвидности. Принято оценивать ликвидность и платежеспособность предприятия также и системой относительных показателей, в число которых входят: коэффициент текущей ликвидности, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициент восстановления платежеспособности [1].

Коэффициент текущей ликвидности (Клт) характеризует способность предприятия погашать свои текущие обязательства [1]:

$$Клт = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Текущие обязательства}} \quad (3)$$

Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (Кос) характеризует достаточный уровень собственных оборотных средств, гарантирующих необходимую степень финансовой устойчивости организации [1]:

$$Кос = \frac{\text{Собственный капитал} - \text{Внеоборотные активы}}{\text{Оборотные активы}} \quad (4)$$

Коэффициент восстановления платёжеспособности (Квп) показывает возможность восстановления нормальной текущей ликвидности предприятия в течение шести месяцев после отчетной даты [1]:

$$Квп = \frac{К_{тл\ нп+6} / T (К_{тл\ кп} - К_{тл\ нп})}{2} \quad (5)$$

где $К_{тл\ нп}$ – коэффициент текущей ликвидности на начало периода;

$К_{тл\ кп}$ – коэффициент текущей ликвидности на конец периода;

T – период (в месяцах);

6 – нормативный период восстановления платежеспособности в месяцах;

2 – норматив коэффициента текущей ликвидности.

Реальную возможность восстановить свою платежеспособность в течение следующих шести месяцев подтверждает организация, имеющая данный показатель больше 1. Значение коэффициента менее 1 свидетельствует об отсутствии реальной возможности хозяйствующего субъекта восстановить свою платежеспособность.

С помощью изложенного методического аппарата проведем оценку вероятности наступления банкротства коммерческого предприятия на примере турфирмы ООО «Алекса» (таблица 1).

Баланс ООО «Алекса» на 2020 год не является ликвидным, так как долгосрочные обязательства превышают медленно реализуемые активы, а также трудно-реализуемые активы больше собственного капитала. Коэффициент прогноза банкротства имеет значение 0,20, что говорит о невысокой, но вероятной возможности возникновения банкротства. Коэффициент текущей ликвидности на конец периода имеет значение 1,29. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами имеет значение -1,1. Отрицательное значение коэффициента свидетельствует о том, что активы организации сформированы за счет заемных источников финансирования. Коэффициент восстановления платёжеспособности равен 1,4 (больше 1), что говорит о возможности фирмы в ближайшие шесть месяцев восстановить нормальное значение ликвидности баланса.

Таблица 1 – Коэффициенты прогноза банкротства, ликвидности, платежеспособности, финансовой устойчивости ООО «Алекса»

Коэффициент	Значение
коэффициент прогноза банкротства (формула 2)	0,2
коэффициент текущей ликвидности (формула 3)	1,29
коэффициент обеспеченности собственными средствами (формула 4)	-1,1
коэффициент восстановления платежеспособности (формула 5)	1,4

Составлено авторами

Для определения платёжеспособности компании стоит учитывать изменение коэффициента текущей ликвидности в динамике. Снижение данного показателя может служить признаком неудовлетворительной структуры баланса и свидетельствовать о риске банкротства фирмы (рисунок 1).

На основе бухгалтерского баланса и отчета о финансовых результатах были получены данные о финансовом состоянии ООО «Алекса» (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты финансового состояния ООО «Алекса»

Коэффициент	Значение
коэффициент оборачиваемости активов	0,14
рентабельность (убыточность) продаж	-11,25
рентабельность (убыточность) собственного капитала	-1,46

Составлено авторами

Используя данные таблицы 2, рассчитаем вероятность наступления банкротства организации по модели Сайфуллина-Кадыкова (1):

$$R = 2 * (-1,1) + 0,1 * 1,29 + 0,08 * 0,14 + 0,25 * (-11,25) + (-1,46) = -6,3$$

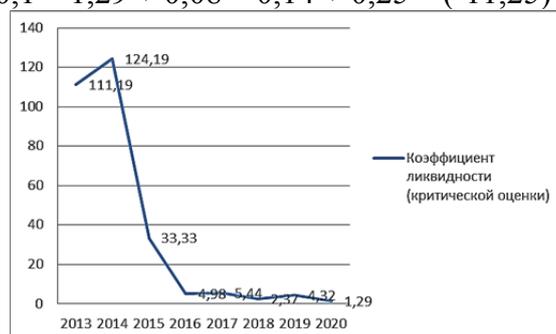


Рисунок 1 – Динамика коэффициента текущей ликвидности ООО «Алекса»

Так как $R < 1$, можно сделать вывод о финансовой несостоятельности и высокой вероятности банкротства ООО «Алекса».

Проанализировав финансовое состояние ООО «Алекса» с помощью различных методик вероятности наступления банкротства, можно констатировать, что предприятие неплатежеспособно, о чем свидетельствует ряд факторов: коэффициент текущей ликвидности находится в значениях ниже нормы, в динамике происходит его ежегодное снижение, компания имеет неудовлетворительную структуру баланса, что показывает отрицательный коэффициент обеспечения собственными оборотными средствами. Несмотря на то, что коэффициент восстановления платёжеспособности говорит о возможном восстановлении ликвидности, им можно пренебречь, так как для его расчета берутся данные за один отчетный период, а для получения достоверных данных нужно рассматривать значения коэффициентов в динамике. Учредителям данной организации необходимо принять меры по восстановлению платежеспособности организации, среди которых могут быть: поиск инвесторов, готовых оказать финансовую помощь компании на определённых условиях, повышение уставного капитала организации, взыскания дебиторской задолженности.

В настоящее время проблема банкротства в сфере туризма представляет значительный интерес для исследователей [2]. В этих условиях особую актуальность приобретают применяемые при этом методики оценки вероятности банкротства турфирм. Применение специальных методов анализа позволяет получить количественную оценку результатов хозяйственной деятельности организации и оценить риски наступления ее финансовой нестабильности. Использование иностранных моделей диагностики банкротства нецелесообразно в условиях экономики Российской Федерации, так как в данных моделях не учитываются специфика российской экономики, системы бухгалтерского и налогового учета, а также законодательная база.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Банк, В. Р. Финансовый Анализ : учебное пособие / Банк, В. Р., Банк С. В., Тараскина А. В. – Москва: Проспект, 2013. – 294 с.
- 2 Лебедева, Т. Е. Сравнительный анализ подходов к банкротству предприятий сферы туризма / Т.Е. Лебедева, А.Л. Лазутина, О.Е. Андреев // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования., - №1 (35). - 2019. – С. 196-202.
- 3 Плужников, В. Г. Антикризисное управление: учебное пособие / В. Г. Плужников, С. А. Шикина; под ред. В. Г. Мохова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. –112 с.
- 4 Яковлева, Т. А. Проблемы создания механизма антикризисного управления в российской экономике / Т. А. Яковлева, Е. С. Иванова // Ученые записки КнАГТУ. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ». - № IV - 2 (36) - 2018. - С. 104-107.

УДК 336.717

Рузаева Марина Константиновна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: mari.konstantinovna2000@mail.ru

Ruzaeva Marina Konstantinovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: mari.konstantinovna2000@ru

Яковлева Татьяна Анатольевна – канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: efbu@knastu.ru

Yakovleva Tatiana Anatolyevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: efbu@knastu.ru

ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE ENERGY SPHERE: STATE AND CHALLENGES

Аннотация. В статье дана характеристика государственно-частного партнерства как особой формы взаимодействия бизнеса и государства, рассмотрены его преимущества в сфере энергетики. Далее авторами проанализирован рейтинг субъектов Российской Федерации по накопленному опыту в государственно-частном партнерств, при этом особое внимание уделено регионам Дальневосточного федерального округа и Хабаровскому краю, в частности.

Abstract. The article describes public-private partnership as a special form of interaction between business and the state, considers its advantages in the field of energy. Further, the

authors analyzed the rating of the constituent entities of the Russian Federation according to the accumulated experience in public-private partnerships, with special attention paid to the regions of the Far Eastern Federal District and the Khabarovsk Territory, in particular.

Ключевые слова: энергетика, государственно-частное партнерство, эффективность, инвестиции, рейтинг.

Key words: energy, public-private partnership, efficiency, investments, rating.

Наиболее активное применение в нашей стране такой формы взаимодействия государства и бизнеса, как государственно-частное партнерство (ГЧП), началось с момента принятия Федерального закона «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменения в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1].

Согласно данным портала «ГЧП в России», наиболее часто ГЧП реализуется в таких инфраструктурных отраслях, как транспортная, социальная и инженерная инфраструктура [2]. К элементам инженерной инфраструктуры, в свою очередь, относятся электроэнергетика, водоснабжение и водоотведение, газоснабжение и теплоснабжение.

Главным критерием целесообразности разработки и реализации любого государственно-частного проекта является его экономическая эффективность. Как показывает практика, проекты ГЧП в энергетике являются выгодными, как для публичного, так и для частного сектора. Проекты ГЧП способствуют более эффективному использованию капитала и внедрению новых технологий в предприятия энергосферы, в чем заинтересованы все участники проектов. Для частного бизнеса услуги объектов энергетике интересны сами по себе, так как имеют емкий рынок с гарантированным спросом, а ГЧП привлекает возможностью доступа к государственным и муниципальным инфраструктурным объектам. В то же время ослабление контроля со стороны государства за деятельностью предприятий энергосферы может привести к ведению частным бизнесом самостоятельной тарифной политики, идущей в разрез с социальными гарантиями населению. Риск для частных инвесторов заключаются, с одной стороны, в большом объеме первоначальных капиталовложений, с другой стороны, в недополучении ожидаемых доходов [3].

Субъекты Российской Федерации различаются активностью и соответственно накопленным опытом реализации проектов ГЧП. Универсальным показателем для ранжирования регионов по накопленному опыту выступает объем инвестиций в рамках проектов ГЧП. Субъекты России, вошедшие в топ-10 по этому критерию, представлены, в таблице.

Таблица 1 – Рейтинг субъектов Российской Федерации по накопленному опыту реализации проектов ГЧП, 2020

Место	Субъект РФ	Оценка накопительного опыта, баллы	Объем инвестиций ГЧП, млн.руб.	
			Без корректировок	После корректировок
1	г. Санкт-Петербург	100,0	284 278	136 128
2	г. Москва	93,1	330 851	126 745
3	Самарская область	55,5	143 092	75 597
4	Пермский край	42,2	181 716	57 458
5	Московская область	39,6	185 135	53 896
6	Волгаградская область	34,5	90 190	46 898
7	Республика Коми	30,5	145 841	41 570
8	Новосибирская область	21,0	57 167	28 580
9	Калининградская область	15,9	38 812	20 487
10	Хабаровский край	14,7	38 680	20 028

По данным таблицы видно, что лидирующие позиции занимают города Санкт-Петербург и Москва, а также Самарская область. Первенство этих субъектов обусловлено значительным объемом инвестиций, привлеченных в проекты ГЧП. Отметим, что 10-е место в рассматриваемом рейтинге занимает Хабаровский край с результатом 14,7 баллов (таблица 1).

На территории Хабаровского края использует ГЧП, в том числе в сфере энергетики, с 2015 года. За это время удалось достичь определенных результатов, о чем свидетельствует еще один рейтинг регионов по уровню развития ГЧП, ежегодно составляемый Центром развития ГЧП. Согласно данному рейтингу среди дальневосточных регионов наиболее высокие оценки имеют Республика Саха (Якутия) – 14 место и Хабаровский край – 20 место среди субъектов Дальнего Востока [4].

Реализация ГЧП выявляет множество различных проблем, решение которых требует объединенных усилий, как со стороны ученых, так и со стороны практиков. Примером такого сотрудничества стала состоявшаяся в сентябре 2021 года Российская неделя ГЧП 2021, в рамках которой работала экспертная сессия «ГЧП на Дальнем Востоке: приоритетные отрасли и новые механизмы для ускорения запусков проектов» [5]. В ходе работы сессии было отмечено, что **на данный момент** в портфеле министерства по развитию Дальнего Востока и Арктики около 30 концессионных проектов на 250 млрд рублей. При этом фактически запрос со стороны дальневосточных регионов еще выше. По словам министра, сейчас стоит задача построить как можно больше инфраструктурных объектов, в том числе объектов в сфере энергетики, для реализации которых нужны инвесторы.

Структура частных инвестиций, законтрактированных в рамках реализуемых проектов ГЧП на территории субъектов Дальневосточного округа, показывает, что по объему вложенных инвестиций проекты ГЧП в коммунально-энергетической инфраструктуре занимают 21 % от их общего объема (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структура частных инвестиций в рамках проектов ГЧП по инфраструктурным сферам деятельности [6]

Таким образом, можно сделать вывод, что государственно-частное партнерство в России получило достаточно широкое распространение и продолжает развиваться. При этом нужно отметить, что объекты топливно-энергетического комплекса, потенциально привлекательные для частных инвесторов, пока ещё закрыты для использования массовых проектов ГЧП. Для исправления данной ситуации, необходима реализация, как совокупных направлений на улучшение проектной деятельности, так и реализация специальных направлений развития программ ГЧП в энергетической сфере [7]. Последнее является особенно актуальным для регионов Дальнего Востока в силу климатических условий и удаленности от центра нашей страны. Укрепление доверия процесс длительный, и только по мере накопления опыта успешной реализации проектов ГЧП, формирования необходимой нормативно-правовой среды развития ГЧП между участниками данный процесс будет совершенствоваться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 13.07.2015 N 224-ФЗ // <http://www.konsultant.ru/> (дата обращения: 19.10.2021).
- 2 Портал «ГЧП в России» – [Электронный ресурс]. URL <http://www.pppinrussia.ru/> (дата обращения: 16.10.2021).
- 3 Вилисов М.В. Государственно-частное партнёрство: политико-правовой аспект // Власть. 2019. №7. С. 13-17.
- 4 Бутенко Я. Частно-государственное партнерство - эффективный инструмент взаимодействия // Проблемы теории и практики управления. -2008. - № 7. - С. 44–51.
- 5 Инвестиции для Дальнего Востока: какие перспективы у механизмов ГЧП в развитии инфраструктуры макрорегиона – [Электронный ресурс]. URL <http://www.rosinfra.ru/> (дата обращения: 19.10.2021).
- 6 Исследование «ГЧП в ДФО: точки роста и перспективные проекты»/АНО «Национальный Центр ГЧП». – М.: АНО «Национальный Центр ГЧП», 2017. – 32 с.
- 7 Назимова, Е. С. Перспективы развития проектов государственно-частного партнерства в сфере топливно-энергетического комплекса РФ / Е. С. Назимова. // Молодой ученый. - 2020. - № 23 (313). - С. 411-415. - URL: <https://moluch.ru/archive/313/71154/> (дата обращения: 20.11.2021).

УДК 336.5

Соломанина Анжелика Денисовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: solomaninaanzhelika@gmail.com

Solomanina Angelika Denisovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: solomaninaanzhelika@gmail.com

Кизиль Елена Витальевна – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Экономика, финансы и бухгалтерский учет», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: kisil_ev@mail.ru

Kizil Elena Vitalievna – Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor of Economics, Finance and Accounting Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: kisil_ev@mail.ru

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КРАЕВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

FINANCING SOURCES ANALYSIS NON-PROFIT ORGANIZATION ON THE EXAMPLE OF THE REGIONAL STATE BUDGETARY INSTITUTION

Аннотация. В условиях недофинансирования бюджетными средствами ведение эффективной деятельности некоммерческих и бюджетных организаций затруднено. На основе анализа источников финансового обеспечения государственной бюджетной организации сделаны выводы о необходимости модернизации организационно-правового механизма, обеспечивающего равный доступ хозяйствующих субъектов различных организационно-правовых форм к оказанию услуг социальной направленности.

Abstract. In conditions of underfunding from the budget, it is difficult to conduct effective activities of non-profit and budgetary organizations. Based on the analysis of the sources of financial support of the state budgetary organization, conclusions were drawn

about the need to modernize the organizational and legal mechanism that ensures equal access of business entities of various organizational and legal forms to the provision of social services.

Ключевые слова: социальные услуги, структура доходов, равнодоступность к бюджетным ресурсам.

Key words: social services, income structure, equal access to budgetary resources.

Некоммерческие организации (НКО) играют существенную роль в качестве субъектов финансово-экономических отношений. Они принимают участие в производстве общественно значимых услуг, обеспечивая потребности населения в образовании, науке, культуре, здравоохранении, социальной защите и др.

Проведем анализ источников финансирования НКО на примере Краевого государственного бюджетного учреждения «Комсомольский-на-Амуре реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями» (далее КГБУ Комсомольский-на-Амуре «РЦДПОВ»), которое можно считать частным случаем некоммерческой организации. Основным видом деятельности учреждения является оказание социально-медицинских услуг, объем которых занимает примерно 60 % в общей структуре предоставляемых услуг. На втором месте по значимости социально-бытовые услуги (более 30 %). Организация предоставляет также социально-психологические, социально-педагогические, социально-трудовые, социально-правовые услуги, но их объем незначителен (менее 10 % в итоговой структуре направлений деятельности организации).

Источниками финансирования некоммерческой организации (НКО), что существенно и отличает ее от коммерческой структуры, является наличие в ее активе целевых средств, направляемых на достижение задач, ради которых НКО создана [1]. Действующий на сегодняшний день механизм финансирования КГБУ Комсомольский-на-Амуре «РЦДПОВ» реализуется на основе предоставления субсидий на финансовое обеспечение выполнения государственного задания. Размер предоставления субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания зависит от качества и полноты его выполнения. Изменение объема субсидии в течение срока выполнения государственного задания осуществляется при соответствующем изменении показателей государственного задания [3].

Общий объем финансирования КГБУ «РЦДПОВ» в 2018 году сложился на общую сумму более 72 млн. р. Наибольший удельный вес в структуре финансовых поступлений приходился на субсидии на выполнение государственного задания: 94 % от всех доходов в 2017 году и 93 % - в 2018 году (рисунок 1).



Рисунок 1 - Структура финансовых поступлений КГБУ Комсомольский-на-Амуре «РЦДПОВ» [4,5]

Рост бюджетного финансирования связан с ростом заработной платы в бюджетной сфере.

Доходы от иной приносящей доход деятельности увеличились в 2018 году по сравнению с 2017 годом на 147 %. В структуре доходов учреждения поступления от

иной приносящей доход деятельности составляли 4 % в 2017 году и 6 % в 2018 году. Наименьший удельный вес в структуре всех доходов учреждения приходится на целевые субсидии: 2 % в 2017 году и 1 % в 2018 году. Имеет место снижение уровня целевых субсидий на 54 %.

Благотворительная помощь, оказанная членами Попечительского совета, другими юридическими и физическими лицами, составляла в 2017-2018 годах примерно от 1 до 2 %% в общей структуре финансовых поступлений организации.

По результатам проведенного анализа финансового обеспечения деятельности КГБУ Комсомольский-на-Амуре РЦДПОВ за 2017-2018 годы установлено, что его финансирование осуществляется как за счет бюджетных средств в виде предоставления субсидий, так и за счет предпринимательской и иной приносящей доход деятельности.

Основной проблемой сложившейся модели финансового обеспечения услуг в социальной сфере является преобладание способа «финансирования от достигнутого», согласно которому деятельность организаций, осуществляющих производство такого рода услуг, ограничена рамками имеющихся бюджетных ресурсов, как правило, не соответствующих потребностям. В этих условиях государственные задания представляют собой свод расходных обязательств, ограниченных возможностями бюджета и слабо коррелирующих с уставными целями и задачами учреждения.

Решение проблемы, на наш взгляд, находится не в плоскости совершенствования механизма бюджетного финансирования, а скорее в предоставлении широкого доступа к бюджетным средствам всем участникам рынка, независимо от организационно-правовой формы [2,6]. Фактором, повышающим эффективность финансово-хозяйственной деятельности организаций на рынке реабилитационных услуг, может служить механизм государственно-частного партнерства в социальной сфере.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Мащенко Ю.А. Совершенствование механизма бюджетного финансирования социальной сферы в Российской Федерации / Ю.А. Мащенко // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. - 2020. - № 1. – С. 137-145.

2 О некоммерческих организациях [Электронный ресурс] : федер. закон от 12.01.1996 № 7-ФЗ (последняя редакция). Доступ из справ.-правовой системы Консультант Плюс.

3 О государственном (муниципальном) социальном заказе на оказание государственных (муниципальных) услуг в социальной сфере [Электронный ресурс] : федер. закон от 13.07.2020 № 189-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы Консультант Плюс.

4 О краевых государственных казенных и бюджетных учреждениях [Электронный ресурс] : постановление Правительства Хабаровского края от 27.10.2010 № 312-пр (с изменениями на 26 октября 2015 года) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/995134976>. – Заглавие с экрана.

5 План финансово-хозяйственной деятельности // КГБУ «Комсомольский-на-Амуре реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями» : сайт. – Раздел сайта «Документы учреждения». – URL: <https://rcdpvkoms.mszn27.ru/node/68726> (дата обращения: 27.11.2021).

6 Платные услуги // КГБУ «Комсомольский-на-Амуре реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями» : сайт. – URL: <https://rcdpvkoms.mszn27.ru/paid-services> (дата обращения: 27.11.2021).

СЕКЦИЯ 6. УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ: ПРОБЛЕМЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ОПЫТ

УДК 332.145

Бирюкова Зинаида Антоновна – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: zinusha2000@mail.ru

Biryukova Zinaida Antonovna – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: zinusha2000@mail.ru

Бурдакова Галина Ивановна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: galinabu@rambler.ru

Burdakova Galina Ivanovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: galinabu@rambler.ru

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

ANALYSIS OF THE STATE AND PROBLEMS OF THE TIMBER INDUSTRY COMPLEX OF THE KHABAROVSK TERRITORY

Аннотация. В статье представлен анализ статистических показателей современного состояния лесопромышленного комплекса Хабаровского края. Выявлены проблемы, препятствующие его развитию.

Abstract. The article presents an analysis of statistical indicators of the current state of the timber industry complex of the Khabarovsk Territory. There are problems that impede its development.

Ключевые слова: Дальневосточный регион, лесопромышленный комплекс, лесные ресурсы.

Key words: Far Eastern region, timber industry complex, forest resources.

Лесопромышленный комплекс Хабаровского края является приоритетным направлением развития промышленности в регионе. Удельный вес лесопромышленного комплекса края в общем объеме промышленности достигает порядка 10 % [3]. Поэтому так важно развивать и стратегически планировать данное направление, а также разрабатывать законодательную базу в вопросах регулирования данного комплекса в условиях изменяющейся конъюнктуры рынка.

Наиболее крупным лесопромышленным регионом Дальнего Востока согласно ежегодным статистическим данным считается Хабаровский край. Запасы древесины составляют более 5 млрд куб. м, на заготовку лесопроductии отводится более 7 млн. куб. м. древесины. По статистическим данным расчетная лесосека составила порядка 27 млн куб. м. за 2020 год [1].

Площадь арендуемых лесных участков региональной компанией «Russian forest products group» составляет около 20 % [1]. При этом 6 млн. га приходится на группу «Дальлеспром» и 0.8 млн. га на группу компаний «Флора» с разрешенным объемом заготовки 4,5 млн куб. м. круглого леса (рисунок 1).

Данные рисунков 1 и 2 позволяют отследить положительную динамику таких показателей как: объем лесозаготовки и объем разрешенной ежегодной вырубki [1].



Рисунок 1 – Динамика объемов лесозаготовки, млн. м³

Можем отметить, что объем разрешенной ежегодной вырубki увеличился за исследуемый период на 2,249 млн.м³. Это свидетельствует о том, темп прироста объемов лесозаготовки составил 2,23 %, темп прироста объемов разрешенной ежегодной вырубki – 1,5 %.

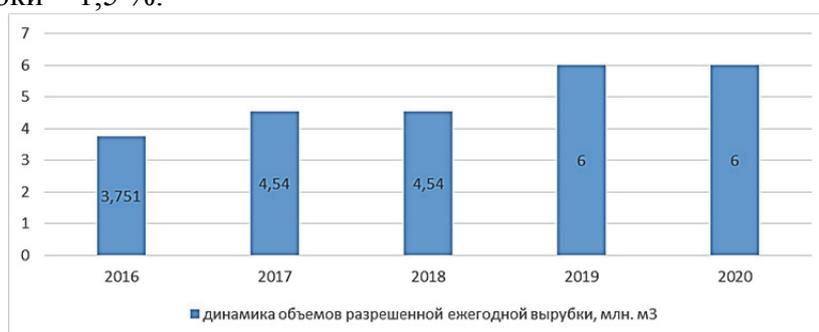


Рисунок 2 – Динамика объемов разрешенной ежегодной вырубki, млн. м³

Безусловно, в лесопромышленном комплексе Хабаровского края наблюдается положительная динамика основных показателей отрасли, но в то же время присутствует ряд определенных проблем, требующих своевременного решения.

Перечислим основные проблемы, характерные для данной отрасли:

1 Территориальная составляющая при транспортировке лесной продукции. В связи с чем наблюдается рост расходов на перевозку продукции, в том числе на железнодорожный транспорт, автоперевозки и морской транспорт [3].

2 Более 50 % лесного фонда Хабаровского края не подвергалось лесоустройству на протяжении 15 лет и считается приостановленным по причине недостаточного финансирования из федерального бюджета [3].

Данная проблема оказывает негативное воздействие на качество и эффективность планирования финансовой и производственной деятельности, а также инвестиционных проектов [3].

3 Наблюдается значительное снижение собираемости налогов в связи с недостаточным развитием переработки леса и его заготовки. Именно поэтому устанавливаются тарифные квоты на экспорт отдельных видов лесоматериалов с территории Дальневосточного федерального округа, в том числе Хабаровского края [1].

4 Повышенные таможенные пошлины сделали реализацию лесной продукции за рубеж нерентабельной [2]. Расходы на производство работ, зарплату работникам теперь превосходят продажную стоимость круглого леса, установившуюся на международном рынке леса и лесоматериалов.

5 Наиболее серьезной и требующей особого внимания проблемой является запрет экспорта необработанной древесины с 1 января 2022 года [5]. По оценкам экспертов данный запрет приведет к затовариванию продукции на рынках и снижению ее стоимости.

6 Неприспособленность и отсутствие технических возможностей предприятий лесопромышленного комплекса к глубокой переработке лесной продукции [1]. Необходимо будет сориентировать производство лесопромышленного комплекса на внутренний рынок и развитие лесоперерабатывающего кластера.

Данная проблема провоцирует появление новой проблемы, которая связана с сокращением кадров, занимающихся лесозаготовкой в районах Хабаровского края. Этот вопрос требует особого внимания, так как лесозаготовка для жителей данных районов выступает главным источником дохода.

Развитие лесопромышленной отрасли края требует активной государственной поддержки. В связи с этим была разработана и утверждена стратегия развития лесного комплекса до 2030 года. Намечены следующие основные решения [4]:

- снижение на 50 % для предприятий, реализующих инвестиционные проекты, железнодорожных тарифов на перевозку сырья на лесоперерабатывающие заводы, а также произведенной готовой продукции;

- контроль размера таможенных пошлин на экспорт лесопродукции с целью повышения платежеспособности предприятий;

- оптимизация уже существующих энергетических тарифов до уровня средних принятых по РФ;

- необходимо на законодательном уровне рассмотреть вопрос о создании государственной компании в сфере лесной промышленности в связи с ужесточением политики в отношении вывоза определенной продукции лесной промышленности.

Таким образом, можем отметить, что основной лесопромышленный комплекс Хабаровского края, на данный момент испытывает ряд проблем, которые связаны с недостаточностью регулирования на муниципальном и федеральном уровне.

Наибольшей проблемой выступает запрет экспорта необработанной древесины, что повлечет за собой ряд серьезных финансово – экономических трудностей для лесопромышленной отрасли Хабаровского края.

Поэтому на данный момент рассматривается вопрос о развитии лесоперерабатывающего комплекса в регионе и переход на новые рынки сбыта лесной продукции, в том числе и развитие внутреннего потребления лесной продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Новости лесного комплекса. Официальный сайт правительства Хабаровского края. Режим доступа. URL: <https://www.khabkrai.ru/events/news/184640> (дата обращения 23.11.2021).

2 Постановление Правительства Российской Федерации от 12.12. 2017 г. № 1520 «О тарифных квотах на отдельные виды лесоматериалов, вывозимых за пределы территории Российской Федерации в третьи страны» Режим доступа. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201712180005> (дата обращения: 04.11.2021).

3 Проблемы лесной отрасли обсудили в Законодательной думе Хабаровского края» в газете «Комсомольская правда» №43 от 21 октября 2020 года. Режим доступа. URL: <http://duma.khv.ru/Site.aspx?doc=270138801> (дата обращения: 05.11.2021).

4 Комплексная региональная программа «О развитии лесопромышленного комплекса Хабаровского края до 2020 года»: Распоряжение Правительства Хабаровского края от 12.12.2015 г. № 942. Режим доступа. URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения 23.11.2021).

УДК 338.984

Бянкин Антон Сергеевич – старший преподаватель кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: anton.byankin@yandex.ru

Byankin Anton Sergeevich – Senior Lecturer of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: anton.byankin@yandex.ru

Егорычева Юлия Александровна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: egorycheva.yulia@gmail.com

Egorycheva Yuliia Aleksandrovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: egorycheva.yulia@gmail.com

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ГИДРООЧИСТКИ ТОПЛИВА НА БАЗЕ ПНЗ

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE PROJECT OF MODERNIZATION OF THE FUEL HYDROTREATING UNITE ON THE BASIS OF AN OIL REFINERY

Аннотация. В статье рассматриваются организационно-экономические вопросы внедрения современной технологии гидроочистки дизельного топлива на базе нефтеперерабатывающего завода, позволяющей повысить качество продукции и сократить текущие затраты на производство. Проведена оценка затрат и экономической эффективности реализации проекта.

Abstract. The article discusses the organizational and economic issues of the introduction of modern diesel fuel hydrotreating technology based on an oil refinery, which allows to improve the quality of products and reduce current production costs. An assessment of the costs and economic efficiency of the project was carried out.

Ключевые слова: модернизация, установка гидроочистки, катализатор, инвестиционные и производственные затраты, экономия, окупаемость.

Key words: modernization, hydrotreating plant, catalyst, investment and production costs, savings, payback.

Наибольший удельный вес в технологических процессах нефтеперерабатывающих производств занимают каталитические процессы. Один из таких процессов – гидроочистка топлива. Катализаторы процесса, представленные на мировом рынке и зачастую используемые предприятиями, позволяют проводить реакции в высоком температурном диапазоне, что неблагоприятно сказывается не только на параметрах процесса гидроочистки, но и себестоимости производимой продукции. С целью нивелирования обозначенных недостатков авторским коллективом в составе Е.С. Бурдаковой и Ю.А. Егорычевой был разработан катализатор для процесса гидроочистки.

Полученные экспериментальные данные показывают его эффективность в технологическом процессе. Внедрение нового вида катализатора требует модернизации установки, основным аппаратом которого будет являться реактор процесса гидроочистки. Реактор изготавливается из нержавеющей стали, дополнительно имеет охлаждающую рубашку и мешалку. Для подвода компонентов катализатора к реактору, необходима установка бункеров. Регулирование подачи веществ из бун-

кера в реактор требуется установки дозаторов. Данную технологию предлагается реализовать на базе ООО «РН-Комсомольский НПЗ», которая позволит предприятию уменьшить производственные затраты и повысить качество продукции.

Для реализации технологического процесса гидроочистки дизельного топлива необходимо осуществить монтаж следующих объектов: колонны, сепаратора, четырех буферных ёмкостей, насосов, холодильников и подогревателей, реактора с мешалкой, трубопровода. Производство катализатора потребует строительства реактора, бункера, дозатора, насоса и трубопровода. Суммарные инвестиционные затраты на реализацию проекта составят 1 264,051 млн. р. (таблица 1).

Расчёт технико-экономических показателей проекта [1,2] проведён с учётом текущих среднерыночных цен в РФ [4,5].

Таблица 1 – Смета единовременных затрат на реализацию проекта

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, млн. р.	Сумма, млн. р.
<i>Строительство установки гидроочистки</i>			
Колонна	1	130,0	130,0
Сепаратор	2	6,3	12,6
Буферная ёмкость	4	0,44	1,76
Насос	2	4,1	8,2
Холодильники и подогреватели	2	13,0	26,0
Реактор с мешалкой	4	85,0	340,0
Трубопровод	1	73,0	73,0
Монтаж (30 % от стоимости)			177,468
Контрольно-измерительные приборы и автоматизация (30 %)			177,468
Неучтённое оборудование (15 % от стоимости)			88,738
<i>Строительство установки производства катализатора</i>			
Реактор	1	100,0	100,0
Бункер	3	0,450	1,35
Дозатор	3	0,440	1,32
Насос	1	4,1	4,1
Трубопровод	1	24,0	24,0
Монтаж (30 % от стоимости)			39,231
Контрольно-измерительные приборы и автоматизация (30 %)			39,231
Неучтённое оборудование (15 % от стоимости)			19,615
Итого:			1 264,051

Катализатор процесса гидроочистки изготавливается из трёх компонентов: триэтиламин гидрохлорид, хлорид алюминия и сульфат меди. Количество каждого реагента рассчитывается опытным путём для необходимого объёма сырья. Текущие ежегодные затраты на производство катализатора в год составят 8 196,8 млн. р. (таблица 2).

Таблица 2 – Текущие затраты на производство катализатора

Наименование	Количество, т/год.	Цена, млн. р./т.	Сумма, млн. р.
Хлорид алюминия	25 043	0,170	4 257,3
Триэтиламин гидрохлорид	8 382	0,470	3 939,5
Сульфат меди	446	0,09	40,1
Итого:			8 196,8

Модернизация технологии влечёт за собой увеличение штата работников. В связи с этим увеличивается количество вакансий и возрастают расходы на фонд оплаты труда [3]. Численность рабочих на установке производства катализатора

определяется из количества бригад и квалификационного состава. Дополнительный штат будет составлять - три бригады по шесть человек в каждой. Состав бригады: оператор ТУ 6 разряда, оператор ТУ 5 разряда, машинист 4 разряда. Возглавляет установку – начальник, в его подчинении заместитель. Ежегодный фонд оплаты труда персонала установки производства катализатора с учетом социальных страховых взносов составит 20, 379 млн. р. (таблица 3).

Таблица 3 – Расчёт годового фонда заработной платы работников

Должность	Численность, шт.ед.	Заработная плата, тыс. р.	Премия (30 %), тыс.р.	Доп. выплаты, тыс.р.	ФОТ в год, тыс. р.
Начальник установки	1	105,0	31,5	10,5	1 764,0
Зам. начальника установки	1	90,1	27,03	9,01	1 513,68
Оператор ТУ (6 р.)	6	51,3	15,39	5,13	5 171,04
Оператор ТУ (5р.)	6	43,9	13,17	4,9	4 461,84
Машинист (4 р.)	6	27,2	8,16	2,72	2 741,76
Социальные страховые взносы (30,2 % от ФОТ)					4 727,0
Итого:					20 379,32

Дополнительные ежегодные эксплуатационные затраты на энергоносители (электроэнергию, пар, воду), содержание и эксплуатацию оборудования, амортизацию составят 55,05 млн. р. (таблица 4).

Таблица 4 – Дополнительные годовые эксплуатационные затраты

Наименование	Сумма, млн. р./ год.
Электроэнергия	27,2
Пар	6,9
Вода	12,7
Расходы на эксплуатацию оборудования	5,45
Амортизация	2,8
Всего:	55,05

Основным продуктом процесса гидроочистки является гидроочищенная дизельная фракция. Помимо главного продукта в процессе гидроочистки образуются дополнительные (побочные) продукты: бензин (бензиновый отгон), углеводородный газ. Ежегодная выручка предприятия от реализации соответствующих продуктов составит 16 530,9 млн. р. (таблица 5), что в целом соответствует текущим показателям завода.

Таблица 5 – Ежегодная выручка от реализации продукции

Наименование	Количество, т/ год.	Цена, тыс. р./т.	Сумма, млн. р.
Сырьё: дизельная фракция	200 000	33,0	6 600,0
Гидроочищенная фракция	195 000	50 000	9 750,0
Сероводород	650	18,0	11,7
Углеводородные газы	750	36,0	27,0
Бензиновый отгон	3 600	39,5	142,2
Итого (с учётом вычета сырья)			16 530,9

Катализатор процесса гидроочистки на данный момент закупается за рубежом, в основном у американского производителя. Внедрение катализатора собственного производства позволит снизить зависимость от иностранных поставщиков [6].

Плановый осмотр установки гидроочистки проводится каждые три года. Для осуществления непрерывного производственного процесса предлагается вводить в

эксплуатацию действующую установку гидроочистки на время плановых работ по ремонту и техническому обслуживанию модернизированной. Наличие действующей и новой установок потенциально увеличивают производственные мощности нефтеперерабатывающего завода.

Реализация проекта модернизации позволит предприятию сократить годовые текущие затраты на производство продукции (таблица 6) в размере 94,974 млн. р.

Таблица 6 – Сравнительная характеристика затрат завода до и после реализации проекта

Показатель	Модернизация		Изменение
	до	после	
Текущие затраты на закупку (*производство) катализатора, млн. р.	8 367,2	8 196,8*	- 170, 4
Дополнительный ФОТ работников проектируемой установки производства катализатора, млн. р.	-	20, 379	+ 20, 379
Дополнительные годовые эксплуатационные затраты работы установки, млн. р.	-	55,05	+ 55,05
Итого:	8 367,2	8272,229	- 94,974

Срок окупаемости проекта (за счет экономии затрат) составит:

$$\text{Ток} = 1\,264,051 / 94,974 = 13,3 \text{ г.}$$

Однако, при дополнительном задействовании имеющихся производственных мощностей и увеличении выработки, а вследствие и прибыли предприятия, окупаемость проекта может быть достигнута раньше.

Проект модернизации установки гидроочистки с внедрением нового вида катализатора позволит нефтеперерабатывающему заводу сократить затраты на покупку импортных катализаторов, а также снизить зависимость предприятия от зарубежных поставщиков. В тоже время требует больших инвестиционных вложений, а также наличие дополнительных площадей на которых будет осуществляться строительство установок, что ограничивает текущие возможности предприятия в его реализации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Липсиц, И.В. Бизнес-план - основа успеха / И.В. Липсиц. - М.: «Дело ЛТД», 1995.- 112 с.
- 2 Коссов, В.В. Методические рекомендации по оценки эффективности инвестиционных проектов / В.В. Коссов. – М.: Экономика, 2000 – 421 с.
- 3 Усанов Г.И. Кадровое обеспечение реализации инновационных программ и проектов в Дальневосточном регионе/ Г.И. Усанов, И.Г. Усанов // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. с. 185-191.
- 4 Электронный каталог цен компании «Сигма Тек» [Электронный ресурс] <https://sigmatec.ru/ceny/> (дата обращения 01.12.21).
- 5 Электронный каталог услуг химического оборудования [Электронный ресурс] https://rostender.info/tendery-oborudovanie-dlya-himicheskoy-promyshlennosti-montaj-i-obslujivanie?active_filter=1&kladr29=on (дата обращения 01.12.21).
- 6 Капустенко И.С. Основные принципы бережливого производства/ И.С. Капустенко // Дальневосточная весна – 2021. Материалы 19-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2021. с. 294 -297.

УДК 379.837

Бянкин Антон Сергеевич – старший преподаватель кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: anton.byankin@yandex.ru

Byankin Anton Sergeevich – Senior Lecturer of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: anton.byankin@yandex.ru

Радченко Никита Биарович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: nikitradchenko10@gmail.com

Radchenko Nikita Biarovich - student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: nikitradchenko10@gmail.com

ГЛЭМПИНГ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

GLAMPING AS A PROMISING DIRECTION OF ECOTOURISM DEVELOPMENT IN THE Khabarovsk Territory

Аннотация. В статье рассмотрены основные тенденции развития мирового рынка глэмпинга в условиях распространения Covid-19. Определены основные сегменты рынка, возможности развития данного вида экотуризма на территории Хабаровского края.

Abstract. The article discusses the main trends in the development of the global glamping market during the spread of Covid-19. The main market segments and development opportunities of this type of ecotourism in the Khabarovsk Territory are identified.

Ключевые слова: экологический туризм, глэмпинг, сегмент рынка, Хабаровский край.

Key words: ecotourism, glamping, market segment, Khabarovsk Krai.

Пандемия Covid-19 оказала серьезное влияние на мировую экономику. В условиях глобализации вспышки инфекционных заболеваний и эпидемии превратились в международную угрозу. Это стало причиной значительного снижения экономической активности, поскольку большинство стран ввели жесткие ограничения на передвижения, чтобы остановить распространение вируса.

Туризм является одной из наиболее пострадавших индустрий. До недавнего времени он был одним из основных и самых быстрорастущих секторов мировой экономики. По данным провайдера infomineo за десять последних лет количество прибытий международных туристов выросло на 59%. Вклад данной индустрии в мировой ВВП в 2019 году составил 8,9 триллиона долларов США, что составляет 10,3 %. Для таких стран как Италия или Испания туризм генерировал до 15 % ВВП [3].

По прогнозам UNWTO падение доходов от экспорта туризма может повлечь за собой снижение мирового ВВП на 1,5% до 2,8%, что, несомненно, окажет отрицательное влияние на национальные экономики как развитых, так и развивающихся стран [3].

В связи с глобальными изменениями в индустрии туризма, связанными с распространением Covid-19 актуальным становится вопрос развития внутреннего туризма, как в Российской Федерации, так и в Хабаровском крае. Так как, закрытие границ сделало внутренний туризм основным в стране.

Экотуризм, на сегодняшний день, является перспективным и динамично развивающимся направлением. Экотуризм - это форма туризма, сфокусированная на

посещении относительно незатронутых антропогенным воздействием природных территорий, кроме того, целью экотуризма является экологическое воспитание туристов. Предпосылкой к зарождению экотуризма становится процесс урбанизации, который характерен для развитых стран запада. Объем рынка экотуризма в 2019 году оценивался в 181,1 млрд. долларов США и, как ожидается, достигнет отметки в 333,8 млрд. долларов США к 2027 году. При этом, предполагается, что совокупный среднегодовой темп прироста составит 14,3 % в период с 2021 по 2027 год. По данным всемирной туристской организации доля экотуризма в мировом туризме составляет 10 %, в структуре российского туристского рынка не более 2 % [1-3].

Одним из перспективных направлений экотуризма является глэмпинг, представляющий собой разновидность кемпинга. Данный вид размещения предполагает отдых на природе со всеми современными удобствами, к которым привыкли городские жители. Глэмпинг, как направление экотуризма, начал развиваться в Англии около 15 лет назад. Первоначально, он рассматривался как экзотический вид отдыха для состоятельных туристов, которым предлагалось посетить отдаленные природные достопримечательности страны, при этом, проживая не в палатках, а в небольших капсульных домах, с высоким уровнем сервиса и предоставлением питания. На данный момент такой вид размещения получил широкое распространение во многих развитых странах.

По данным, полученным из исследований компании Grand View Research, рынок глэмпингов оценивался в 2,1 млрд. дол. США в 2018 году и, по прогнозам увеличится до 4,8 млрд. долларов США, в среднем на 12,5 % в год, в период с 2019 по 2025 год [3].

Более половины доли рынка глэмпингов приходится на население в возрасте от 18 до 50 лет. По статистике основными потребителями являются мужчины в возрасте от 34 до 39 лет, с уровнем дохода от 50 000 рублей [1]. Среди женщин распределение по возрастным группам выглядит немного иначе. Основная аудитория – женщины от 29 до 33 лет. Среди семейных пар основную массу составляют люди в возрасте от 29 до 39 лет. Средний доход на члена семьи, как правило, составляет от 45 000 рублей на человека.

В Хабаровском крае, на данный момент, проживают около 1,3 млн. человек, из которых 83 % городское население. По данным федеральной службы статистики, средняя зарплата по Хабаровскому краю составляет 53113 р. [4].

Доля жителей в возрасте от 20 до 50 лет составляет 45,5 %, то есть около 590 000 человек. Из вышеперечисленных данных, можно сделать вывод, что, с большой долей вероятности, развитие глэмпинга на территории Хабаровского края является перспективным.

Сегодня в крае существует три действующих глэмпинга - «Эвен», «Заповедные места» и «Дё Морин». Территориально они расположены в Комсомольском и Нанайском районе соответственно. Данный вид размещения стал развиваться в крае лишь в конце 2018 года. Потенциальными для развития могут стать южные (Хабаровский, Бикинский, Вяземский) районы, где сосредоточена большая часть населения Хабаровского края.

Организация современного глэмпинга требует комплексного подхода к обеспечению инженерной инфраструктурой. Для функционирования глэмпинга необходимо электроснабжение, водоснабжение и канализация, а также организация сбора и утилизации отходов. Целесообразно рассматривать территорию, обеспеченную наличием подъездных путей. Кроме того, необходимо продумать организацию дополнительных услуг в области экотуризма, например, рыбалка или пешие прогулки.

Преимуществами открытия глэмпинга на территории Хабаровского края могут быть: существующий спрос на данный вид услуг, быстро растущий рынок, низкая конкуренция, наличие особо охраняемых природных территорий [5].

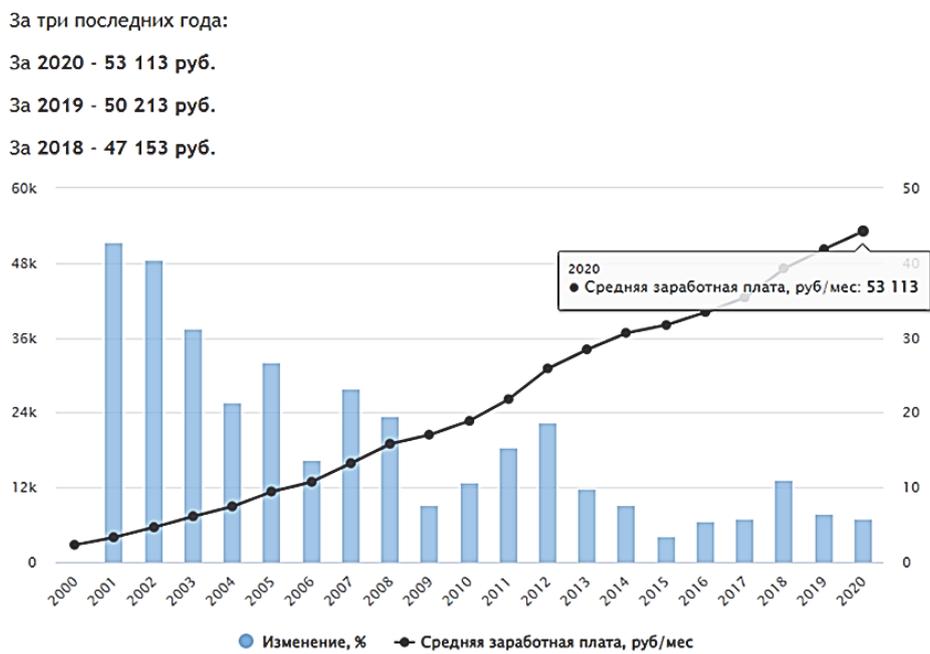


Рисунок 1 – Средняя зарплата по Хабаровскому краю

Подводя итоги, можно сделать вывод, что территория Хабаровского края достаточно благоприятная для организации глэмпинга. Привлекательность ведения данного вида бизнеса заключается в сравнительно небольших капиталовложениях (относительно других видов туризма) и быстром сроке окупаемости, как правило до трех лет. Перспективность открытия глэмпинга на территории Хабаровского края особенно возрастает в связи с кризисной обстановкой в туристской отрасли, вызванной нестабильной эпидемиологической ситуацией Covid-19 в регионе, а также сравнительно небольшой конкуренцией на рынке данных услуг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Журавлев Я.А. Роль туризма в развитии общества: экономический аспект/ Я.А. Журавлев, Д.А. Шахов, Т.А. Яковлева// Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований- Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. с. 35-38.
- 2 Федеральное агентство по туризму [Электронный ресурс] / - URL: <https://tourism.gov.ru/>. (дата обращения: 01.12.21).
- 3 Всемирная туристская организация [Электронный ресурс] / - URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/World_Tourism/ (дата обращения: 01.12.21).
- 4 Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] / - URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 01.12.21).
- 5 Кирюченкова А.С. Перспективы организации экотуризма в Хабаровском крае/ А.С. Кирюченкова, И.С. Капустенко // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований- Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. с. 386-387.

УДК 314.04:314.8

Гладких Светлана Николаевна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Экология, география и природные ресурсы», ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», e-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Gladkih Svetlana Nikolaevna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Ecology, Geography and Nature Management Department, Yaroslav the Wise Novgorod State University, e-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Алексахин Николай Александрович – студент, ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», e-mail: s244323@std.novsu.ru

Aleksashkin Nikolay Alexandrovich – student, Yaroslav the Wise Novgorod State University, e-mail: s245601@std.novsu.ru

О ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ

ABOUT THE DEMOGRAPHIC SITUATION IN RUSSIA

Аннотация. Анализируется социально-демографическая ситуация в России начиная с 1915 года до наших дней. Проанализирована рождаемость и смертность за последние 70 лет. Представлены результаты социологического исследования по выявлению причин ухудшения демографической ситуации в России. Предложены пути решения демографического кризиса.

Abstract. The socio-demographic situation in Russia from 1915 to the present day is analyzed. The birth rate and mortality over the past 70 years have been analyzed. The results of a sociological study among young people aged 20-30 years to identify the causes of the deterioration of the demographic situation in Russia are presented. On the basis of theoretical and sociological research, the ways of solving the demographic crisis are proposed.

Ключевые слова: демографический кризис, семья, старение, вымирание.

Keywords: demographic crisis, family, aging, extinction.

Введение

Демографическая обстановка – одна из важных проблем и забот для любого государства. Каждой стране мира необходимо развиваться и процветать, становится богаче, или же встать на путь деградации и перестать существовать.

За благополучным существованием каждого государства стоят люди: строят города, изобретают уникальные механизмы, растят детей и формируют население страны.

По словам английского писателя Эрика Линклэйтера: «если бы люди могли выбирать, где им родиться, некоторые страны совершенно бы обезлюдели». Именно поэтому ученые и политики должны пристально следить за развитием демографической обстановки – от этого зависит будущее государства.

В современной России происходит неуклонное убывание численности населения. Такое происходило и раньше, но было связано с массовым голодом, революцией, Гражданской войной, Великой Отечественной войной.

Советские семейные ценности и поддержка семей помогала держать ситуацию в какой-то степени нормальной до определенного времени (80-90 годы). Но потом произошел развал Советского союза, большой экономический кризис в 90-е, кризис 2008 года, Пандемия Ковид-19, которая длится до сих пор. Из-за всех этих событий рождаемость в нашей стране становилась все меньше, а смертность все больше [1-5].

Постановка задачи

Демографическая ситуация – важный фактор существования и развития любого государства и народа. Именно поэтому он всегда актуален для ученых, политиков и простых граждан государств. Россия – не исключение.

Цель нашего исследования – проанализировать особенности демографического кризиса в России.

Задача исследования – выявить причины демографического кризиса в России и на основе исследований предложить пути его решения.

Теория

В конце 19 – начале 20 века в России – самый высокий уровень рождаемости из всех стран Европы, так как основным населением страны являлись крестьяне, в семьях которых практически всегда было большое количество детей (в среднем семь), которые вырастали и заводили свои крестьянские семьи. Рождаемость превышала смертность, страна разрасталась и процветала. Но ряд событий XX века негативно повлиял на эту ситуацию.

В первой мировой и гражданской войне (1915-1922 гг.) наша республика потеряла 12 млн. человек (или 13 % численности населения). Сталинские репрессии (1930-1936 гг.) унесли около 5 млн. человек (5 %).

В годы Великой Отечественной и Второй мировой войне погибло более 21 млн. человек (19%).

Однако это только прямые потери, то есть убитые солдаты и погибшие мирные жители. Все эти люди не смогли обеспечить потомство для нашей страны, а это значит, что с учетом косвенных потерь данные значительно изменятся: они составят соответственно 18,6 млн., 6,5 млн. и 24,5 млн. человек. Эти данные далеко не самые точные, т.к. большое количество информации либо не сохранилось, либо утеряно, либо вообще нигде не фиксировалось. Данные события легли в основу будущего демографического кризиса [1].

В таблице 1 приведены данные о смертности и рождаемости в РФ за последние 70 лет [5].

По этим данным можно сделать вывод – ситуация с демографическим положением в РФ за последние 70 лет стабильно ухудшается и на данный момент остается неблагоприятной, а значит, нашей стране угрожает вымирание. Важная особенность современности – сокращение численности населения и его старение [1].

Таблица 1– Развитие демографической обстановки в РФ 1950 - 2019

Годы	Всего человек			На 1000 человек населения		
	родившихся	умерших	естественный прирост	родившихся	умерших	естественный прирост
1950	2745997	1031010	1714987	26,9	10,1	16,8
1960	2782353	886050	1896263	23,2	7,4	15,8
1970	1903713	1131183	772530	14,6	8,7	5,9
1980	2202779	1525755	677024	15,9	11,0	4,9
1990	1988858	1655993	332865	13,4	11,2	2,2
1995	1363806	2203811	-840005	9,3	15,0	-5,7
2000	1266800	2225332	-958532	8,7	15,3	-6,6
2001	1311604	2254856	-943252	9,0	15,6	-6,6
2002	1396957	2332272	-935305	9,7	16,2	-6,5
2003	1477301	2365826	-888525	10,2	16,4	-6,2
2004	1502477	2295402	-792925	10,4	15,9	-5,5
2005	1457376	2303935	-846559	10,3	16,1	-5,9
2006	1479637	2166703	-687066	11,3	15,1	-4,8
2007	1610122	2080445	-470323	12,0	14,6	-3,3
2008	1713947	2075954	-362007	12,3	14,5	-2,5
2009	1761687	2010543	-248856	12,5	14,1	-1,8
2010	1788948	2028516	-239568	12,6	14,2	-1,7

Чтобы сохранить численность населения хотя бы на одном уровне, необходим суммарный коэффициент рождаемости - около двух рождений на женщину в течение жизни. Тут все просто – двое родителей должны воспроизвести потомство

равное своему количеству. Если этот коэффициент больше 2 – значит, население страны увеличивается, если же меньше – уменьшается, и наступает демографический кризис – ситуация, когда смертность превышает рождаемость.

По мнению авторов [2], во избежание дальнейшего развития кризиса, необходимо решить главную задачу демографической политики России - семья должна иметь 3-4 ребенка. Государственная политика помощи государства должна быть направлена именно на такие семьи.

Однако пандемия вносит свои коррективы. Отрицательные последствия пандемии коронавируса - это рост смертности из-за заболевания коронавирусом, сокращение рождаемости, вызванное отложенной беременностью во время пандемии, а также ухудшение показателей брачности [6].

На данный момент можно наблюдать следующие тенденции развития семей:

- сокращение ведущих позиций семьи в социализации индивидов;
- изменение положения женщины в семье, обусловленное ростом её авторитета в обществе;
- сокращение числа патриархальных семей;
- развитие семьи партнёрского типа;
- разрушение многопоколенной семьи, преобладание нуклеарной семьи;
- рост количества так называемых гражданских браков;
- рост количества разводов, повторных браков, неполных семей, числа брошенных детей;
- смена традиционных ролей мужа и жены;
- снижение ценности семьи с детьми, единства всех семейных поколений;
- усиление девиантного поведения в семье – злоупотребление алкоголем и наркотиками, бытовое насилие.

Эти тенденции, также как и низкие доходы, демотивируют молодежь заводить полноценные семьи и давать будущее потомство, а соответственно способствуют вымиранию России [3-5].

Результаты экспериментов

Для выявления мнений молодых людей, по интересующему нас кругу вопросов, была составлена анкета. Все вопросы были закрытого типа, то есть с готовыми вариантами ответов.

Проведенные социологические интернет-исследования и опрос студентов Новгородского государственного университета позволили определить и оценить отношение респондентов к демографической ситуации в России.

Было опрошено более 1000 молодых людей в возрасте от 20 до 30 лет, не состоящих в браке и не имеющих детей с целью понять, что мешает улучшению демографической ситуации на данный момент.

Выяснилось, что 43 % опрошенных не заводят детей по причине бедности. Большие ставки по кредитам на жилье, низкие зарплаты, отсутствие достойной работы не позволяют достойно содержать будущее потомство.

34 % опрошенных не желает заводить семью, так как считает это не модным и неприятным.

10 % опрошенных считают, что государственной поддержки недостаточно для содержания будущей молодой семьи.

3 % – боятся пандемии, остальные – ссылаются на прочие причины (например, здоровье, или личные обстоятельства).

Выводы и заключение

Исходя из проведенного исследования, можно сделать следующие выводы: улучшению демографической ситуации в России препятствует низкая доходность населения и сменившиеся моральные ценности.

Для решения проблемы демографического кризиса в России, на наш взгляд, нужно разработать меры государственного стимулирования рождаемости и предотвращения смертности, увеличить государственную поддержку для молодых семей, организовать доступное жилье, льготные условия кредитования, рабочие места.

Как только у населения появится возможность достойно содержать свое потомство, демографическая ситуация начнет меняться в лучшую сторону.

Также необходимо грамотно воспитывать будущую молодежь, прививая с детства им здоровые моральные ценности, акцентируя внимание на том, что семья – это главное в жизни любого человека.

Если наше государство будет грамотно работать с молодыми семьями, давая им все необходимое для устойчивого развития, то демографическая ситуация в РФ изменится в лучшую сторону, рождаемость превысит смертность, и нашу страну будет ждать счастливое будущее.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Демографические катастрофы XX века - Российская Федерация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://russiafederation.ru/demograficheskie-katastrofy-xx-veka/> (дата обращения 30.10.2021).

2 Доброхлеб В.Г. Старение населения России: региональный аспект // Вопросы территориального развития. 2018, – №4(44). – С. 4-6.

3 Соболева С.В., Смирнова Н.Е., Чудаева О.В. Демографическая ситуация в России: настоящее и будущее. //Мир новой экономики. 2016, – №10 (3). – С.106-115.

4 Аганбегян А.Г. Демографическая драма на пути перспективного развития России/ А.Г. Аганбегян // Народонаселение. 2017, – №3(77). – С.4-23

5 Рождаемость. Росстат: коэффициент, данные по годам, городам. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/rozhdmost/> (дата обращения 1.11. 2021).

6 Кулькова И.А. Влияние пандемии коронавируса на демографические процессы в России/ И.А. Кулькова // Human Progress. 2020, – Том 6, – Выпуск 1. – С.1-9. DOI 10.34709/IM.161.5.

УДК 314.04:314.8

Гладких Светлана Николаевна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Экология, география и природные ресурсы», ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», e-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Gladkih Svetlana Nikolaevna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Ecology, Geography and Nature Management Department, Yaroslav the Wise Novgorod State University, e-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Ласкин Егор Федорович – студент, ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», e-mail: egorlaskin2001@mail.ru

Laskin Egor Fedorovich – student, Yaroslav the Wise Novgorod State University, egorlaskin2001@mail.ru

АЛКОГОЛИЗМ – СОВРЕМЕННАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

РОССИИ ALCOHOLISM-MODERN SOCIAL THE PROBLEM OF RUSSIA

Аннотация. Проанализирована ситуация с алкоголизмом в России и, в частности, в Новгородской области. Приведены статистические показатели алкоголизации населения. Представлены результаты социологического опроса жителей Великого Новгорода и области по проблемам алкоголизации.

Abstract. The situation with alcoholism in Russia and, in particular, in the Novgorod region is analyzed. Statistical indicators of alcoholization of the population are given. The results of a sociological survey of residents of Veliky Novgorod and the region on the problems of alcoholism are presented.

Ключевые слова: алкоголизм, алкогольный психоз, смертность, антиалкогольная политика.

Key words: alcoholism, alcoholic psychosis, mortality, anti-alcohol policy.

Введение

В нашей стране погибает от алкоголизма ежегодно более 700000 человек, что свидетельствует об актуальности этой проблемы.

Большая часть алкоголиков заболевают в молодом возрасте, что ставит под угрозу существование нашей нации. Алкоголизм – тяжелое заболевание, приводящее к физической и психической зависимости от алкогольных напитков, к деградации личности.

Злоупотребление алкоголем прямо или косвенно влияет на рост числа преступлений, сокращение трудоспособного населения и увеличение нагрузки на бюджет государства. Кроме того, увеличивается количество смертей от цирроза печени, панкреатита и сердечно-сосудистых болезней. Согласно данным Росстата, в России более 1,2 млн. человек состоит на учёте у нарколога [2]. За 2019 год почти 49 тысяч человек умерло по причинам смерти, связанным с алкоголем [6].

Цель и задачи исследования

Цель исследования – выявить степень алкоголизации России, а также Новгородской области; определить отношение жителей Великого Новгорода и области к употреблению алкоголя. Для решения цели были поставлены следующие задачи исследования. Изучить статистические показатели по данной проблеме. Выяснить причины злоупотребления алкоголем. Изучить отношение к принятым в России мерам профилактики алкоголизма.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленных целей и задач были применены метод литературного обзора - проанализированы теоретические и статистические источники [1-8], а также социологический метод.

Основная часть

Алкоголизм достиг в России огромных масштабов, и тормозит ее развитие.

Новгородская область располагается в Северо-Западном федеральном округе, одном из самых пьющих округов России.

По данным «Рейтинга Трезвости Регионов – 2020» по уровню жизни Новгородская область за год (с 2019 по 2020) потеряла восемь позиций и опустилась с 73 на 81 место (из 85). Самым непьющим регионом является Чеченская Республика [5].

За 10 последних лет, население в нашем регионе уменьшилось с 634111 до 596 173 человек. Не последнюю роль в этом играет пандемия и развитие алкоголизации населения региона. По данным [7] сокращается продолжительность жизни во многих регионах России. Новгородская область занимает 65 место (из 82) и составляет 70 лет (для мужчины - 64, женщин - 76) [7].

В России, по последним данным, количество алкоголиков превышает 5 млн. человек. Более половины из них, состоят на учете у нарколога. Пьянство приводит к росту преступности, к суицидам [1]. В стране употребляют спиртное более 11000 подростков в возрасте от 10 до 14 лет [8].

Алкогольная зависимость у детей возникает очень быстро и зачастую приводит к психозам, а затем и к деградации личности. Злокачественный алкоголизм при-

водит также к совершению тяжких преступлений. Именно поэтому проблема алкоголизма в стране является национальной.

Факторов, влияющих на развитие алкоголизма, можно выделить много, причём у каждого пьющего человека они могут быть индивидуальны.

Пристрастие к алкоголю может развиваться из-за постоянного стресса, потери близкого человека, конфликтов на учёбе или работе, невозможность приспособиться к новым условиям жизни, одиночество. Это могут быть обстоятельства, вызывающие чувство психологического дискомфорта и др.[8].

В нашей стране в период пандемии продажи виски, водки и пива выросли на 47 %, 31 % и 25 % соответственно – по данным маркетинговой компании Nielsen, на которую ссылается Рейтер.

Пик потребления алкоголя приходился на 2005 год и достигал 30 литров. К 2016 году потребление алкоголя снизилось до 18,7 литров [1]. По данным Минздрава тенденция снижения продолжается и составляет на сегодняшний день 9,1 литра [4]. То есть, потребление спиртных напитков на душу населения в год по прежнему превышает опасный уровень в 8 литров [1].

Активная антиалкогольная политика государства началась в середине 2000-х годов, с введения ряда ограничительных мер.

Основные цели государственной антиалкогольной политики – снизить количество потребления алкоголя, регулирование рынка алкоголя и повышение эффективности системы профилактики злоупотребления алкогольной продукцией [3]. В стране запретили продажу алкоголя с 23:00 до 8:00 часов, продажу спиртных напитков несовершеннолетним. По всей стране проводится пропаганда здорового образа жизни, строятся спортивные сооружения и площадки. Поэтому уровень заболеваемости алкогольными психозами идет на убыль [8].

Результаты исследований

Для решения поставленных задач исследования было проведено онлайн-анкетирование жителей Великого Новгорода и области. Участникам анкетирования предлагалось ответить на вопросы: • Возраст? • Пол? • Социальная принадлежность? • Употребляете ли Вы алкогольные напитки и если да, то, как часто? • В период пандемии потребление алкоголя стало больше, меньше или так же, как всегда? • Чувствуете ли Вы особую тягу к алкоголю? • В каких ситуациях Вы употребляете алкоголь? • Есть ли среди Ваших близких или знакомых люди, имеющие алкогольную зависимость? • Как Вы оцениваете государственную антиалкогольную политику?

В опросе участвовало 100 человек в возрасте от 18 до 60: студенты, работающие, пенсионеры и безработные.

Данные социологического исследования показали: 17,4 % среди опрошенных не употребляют алкоголь вообще. Остальные в той или иной степени пьют спиртное.

Треть респондентов выпивают два-три раза в месяц. Подавляющее большинство респондентов не чувствуют особой тяги к алкоголю.

Две трети респондентов считают, что среди их знакомых или друзей есть люди, имеющие алкогольную зависимость.

59 % опрошенных стали употреблять алкоголь в пандемию чаще, чем год назад связывая это с большим пребыванием в домашних условиях и состоянием стресса как в первую волну эпидемии коронавируса, так и во вторую волну.

Половина опрошенных считают, что законодательные меры, которые приняты в России и направленные на уменьшение потребления алкоголя, недостаточны и слишком мягкие.

Подавляющее большинство респондентов считают, что главные факторы развития алкоголизма – это социальный и психологический. Скорее всего, это свя-

зано с тем, что алкоголь для пьющих является главным антидепрессантом, а также тем напитком, который «поддерживает» общение в коллективе или компании.

Заключение

Повысить эффективность профилактики алкоголизма у подростков и молодежи позволит объединение усилий со стороны семьи, школы и государства. Необходимо разработка эффективных мер по «отрезвлению нации» уже сейчас, чтобы наша нация не прекратила свое существование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Алкоголизм в России: статистика потребления спиртного на душу населения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://alcogolizmanet.ru/alkogolizm/rossii-statistika.html> (дата обращения 27.11.2021).

2 Заболеваемость населения алкоголизмом и алкогольными психозами / Росстат (данные за 28.11.2019) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gks.ru/folder/13721> (дата обращения 27.11.2021).

3 Концепция государственной политики по снижению масштабов злоупотребления алкоголем и профилактике алкоголизма среди населения Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.fsrar.ru/policy_of_sobriety/koncersia (дата обращения 26.11.2021).

4 Минздрав: в России снижается уровень потребления алкоголя [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2021/09/10/minzdrav-v-rossii-snizhaetsia-uroven-potrebleniia-alkogolia.html> (дата обращения 27.11.2021).

5 Рейтинга Трезвости Регионов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://iz.ru/news/596460> (дата обращения 27.11.2021).

6 Смертность по данным Росстат: официальная статистика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/smertnost/> (дата обращения 27.11.2021).

7 Средняя продолжительность жизни: мужчин, женщин Росстат [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/prodolzhitelnost-zhizni/> (дата обращения 27.11.2021).

8 Шевцова И. А., Стрекалова С. А. Статистика заболевания алкогольной зависимостью и алкогольными психозами в Российской Федерации // Проблемы науки. 2016, – № 11(12). – С.57-58.

УДК 334.021

Грабоздин Юрий Павлович – канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика и экономическая безопасность», ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет», e-mail: grabozdin@pgsga.ru

Grabozdin Yuriy Pavlovich – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of Economics and Economic Security Department, Samara State University of Social Sciences and Education, e-mail: grabozdin@pgsga.ru

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ И РОЛИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

ON THE CONTENT AND ROLE OF MANAGEMENT CONSALTING AT THE CURRENT STAGE OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Аннотация. Настоящая статья посвящена раскрытию понятию «Управленческое консультирование», определению его содержания, ключевых особенностей и институциональной роли в процессе повышения эффективности системы менеджмента предприятий.

Abstract. This article is devoted to the disclosure of the concept of «Management consultation,» the definition of its content, key features and institutional role in the process of increasing the efficiency of the enterprise management system.

Ключевые слова: менеджмент, управленческое консультирование, система менеджмента.

Key words: management, management consulting, management system.

Современные условия развития мировой экономики в целом и отдельных государств в частности связано с постоянными изменениями внешней и внутренней среды деятельности предприятий во всех отраслях экономики. Данное обстоятельство подталкивает руководство данных компаний и их собственников искать новые направления деятельности, совершенствования действующих управленческих технологий или коренное преобразование бизнеса. На основании вышеизложенного можно заключить, что рассматриваемая тема исследования, посвященная развитию управленческого консультирования, как продуцента услуг, направленных на совершенствование систем менеджмента хозяйствующих субъектов является актуальной. Данное обстоятельство предопределило цель настоящей работы, которая заключается в определении ключевых особенностей управленческого консультирования, как основы повышения эффективности управления на предприятиях. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ определений понятия «управленческое консультирование»; определить принципы консультационной деятельности в сфере управления.

Анализ определений понятия «управленческое консультирование» [1-6] показал, что консалтинг по управлению является неоднозначным явлением в современной международной практике. Современные международные ассоциации консультантов определяют его в первую очередь как независимую институцию, с другой стороны Ф. Стил [3-6] отмечает, что консультант не несет ответственности за реализацию разработанных решений, а лишь принимает участие в генерации управленческого решения. Отечественные авторы предлагают расширенную трактовку управленческого консалтинга, включая в данный вид деятельности и сопутствующие ему услуги, такие как юридические, финансовые или бухгалтерские услуги, а С.В. Хайниш и А.П. Посадский [5] напротив отводят консалтингу роль генерации конкретного «совета», «рекомендации», совместная реализация которой возможна только в условиях крайней необходимости. На основании анализа действующих подходов к управленческому консультированию [3-6] и учета актуальных тенденций развития консультационной деятельности в настоящем исследовании предлагается авторское определение управленческого консалтинга, под которым следует понимать вид деловых услуг, профессиональной деятельности направленной на совершенствование управления различными процессами в деятельности предприятия, реализуемый в различных организационных формах внешнего, внутреннего и смешанного консалтинга. Из представленного определения следует, что за современным консультантом по управлению закрепляется функция повышения эффективности системы менеджмента на предприятии в сочетании инструментов, применяемых самими руководителями в рамках своего функционала. Наряду с руководством компании, консультант не только разрабатывает решения, но и участвует в их реализации и осуществляет контроль деятельности.

Исходя из того, что консалтинг реализуется в формате консультант-клиентских отношений и без услугополучателя консалтинг сам по себе не реализуем, необходимо определить ключевые принципы управленческого консультирования (рисунок 1).



Рисунок 1 - Принципы управленческого консультирования

Исходя из представленного рисунка можно сделать вывод, что представленные принципы позволяют обеспечить сбалансированный подход к организации консультант-клиентских отношений в условиях реализации управленческого консультирования. В результате, необходимо признать, что управленческое консультирование, это комплексное, сложное явление, на которое влияют множество факторов, как социально-экономических, так и политических, личностных и иных факторов, что во многом определяет специфику содержания процесса управленческого консультирования. Но вышеуказанные факторы оказывают влияние и на самих заказчиков консультационных услуг, а консультант должен обеспечить минимизацию негативного воздействия различных факторов на компанию с учетом максимально-го числа возможных сценариев корпоративного развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Грабоздин, Ю. П. Факторы конкурентоспособности компаний в сфере консалтинга / Ю. П. Грабоздин, Л. В. Феофилактова, Е. А. Феофилактова // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 4(93). – С. 993-996;
- 2 Грабоздин, Ю. П. Развитие консалтинга в малом и среднем бизнесе / Ю. П. Грабоздин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Мир науки», 2016. – 95 с. – ISBN 978-5-9907105-6-6;
- 3 Серебрякова, Н. А. Управленческое консультирование как подсистема менеджмента организации / Н. А. Серебрякова, Н. В. Грищенко // Социально-экономическое обеспечение развития хозяйственных формирований. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – С. 25-27;
- 4 Солодяшкіна, Ю. Е. Современные подходы и методы организации управленческого консалтинга / Ю. Е. Солодяшкіна // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2006. – № 7(23). – С. 118-124;
- 5 Посадский, А.П., Хайниш, С.В. Консультационные услуги в России / А.П. Посадский, С.В. Хайниш. - М., 1995. С. 5;
- 6 Федоров, М. Ф. Управленческий консалтинг как инструмент повышения эффективности предприятия / М. Ф. Федоров, С. В. Петров // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 5(118). – С. 1052-1055. – DOI 10.34925/EIP.2020.118.5.218.

УДК 338.565.2

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Евсеева Ксения Алексеевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: inki.rewt.14@gmail.com

Evseeva Ksenia Alekseevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: inki.rewt.14@gmail.com

АДАПТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИИ: СУЩНОСТЬ, ВИДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ

ADAPTATION PROCESS OF PERSONNEL IN THE ORGANIZATION: THE ESSENCE, TYPES AND TOOLS OF IMPLEMENTATION

Аннотация. Данная работа посвящена раскрытию адаптационного процесса внутри организации. Рассмотрены цели и виды адаптации, а также инструменты успешной программы адаптации.

Abstract. This work is devoted to the disclosure of the adaptation process within the organization. The objectives and types of adaptation, as well as the tools of a successful adaptation program are considered.

Ключевые слова: адаптация, персонал, приспособление, программа адаптации, инструменты.

Key words: adaptation, personnel, adaptation, adaptation program, tools.

Для организации большим трудом является замена, поиск и найм нового сотрудника. Предприятиям требуется высококвалифицированные и узкопрофильные сотрудники для достижения организационных целей, на поиск таких работников уходит много времени и денег. Если же получается найти идеального кандидата на должность, то еще предстоит пройти сложный для обеих сторон (новый работник и руководитель) процесс адаптации.

Адаптация – это процесс приспособления и ознакомления как сотрудника с новым местом, коллективом и руководителем, новой должностью, так и самого коллектива и руководителю к новому работнику. За этот период человек узнает о внутреннем распорядке, обычаях и культуре организации[1]. Очень многое зависит от индивидуальных особенностей подчиненного, а также от стиля руководителя. В среднем весь процесс занимает от двух недель до двух месяцев. Вся работа и процесс адаптации находится под контролем HR-отдела, целью которого является правильное определение способностей и возможностей нового сотрудника, а также его профориентация.

Можно выделить несколько важных целей адаптации:

- получение лояльного, максимально управляемого сотрудника для наиболее эффективной работы как можно быстрее;
- полное, быстрое и эффективное приспособление работника к организации и выполняемой работе для экономии времени руководства и всего отдела;
- построение имиджа профессионала, создание комфортных условий труда;
- сокращение текучести кадров. Если новый работник чувствует себя некомфортно и неуверенно, он, скорее всего, уволится в течение короткого времени.

Новому сотруднику сложно показать себя с лучшей стороны из-за сомнений и страхов, которые преследуют его в первое время. Можно выделить страхи, с которыми сталкивается большая часть работников:

- потерять рабочее место в первые месяцы работы;
- нарушить внутренний распорядок, не выполнить свои обязанности;
- не сработаться с коллективом, не «влиться» в компанию;
- обнаружить, что не хватает знаний для выполнения какого-либо задания;
- казаться некомпетентным в глазах руководства и коллег.

По статистике большинство увольнений происходит в первые месяцы работы, что делает период адаптации очень важным и сложным процессом. Кроме того, на предприятии происходят несчастные случаи именно в первое время работы нового сотрудника[6].

По опыту работы адаптацию классифицируют на два типа:

1. Первичная адаптация – это внедрение нового работника, у которого не достаёт опыта в работе и коммуникации в коллективе. Данную адаптацию проходят чаще всего выпускники вузов и средних специальных учебных заведений, а также родители после декрета. Таким работникам сложнее адаптироваться, из-за чего процесс становится дольше.

2. Вторичная адаптация – это внедрение нового сотрудника, который имеет опыт работы. Ему знакомы все этапы устройства на работу и адаптации в коллективе. Такие работники легче и быстрее переносят процесс адаптации. Обычно это работники, меняющие должность в компании или переходящие в другую фирму по ряду причин.

В зависимости от степени принятия внутренних норм и ценностей новым сотрудниками, выделяют четыре типа адаптации (рисунок 1).

Правильно подобранные методы адаптации персонала играют важную роль в работе нового сотрудника. Их выделяют двух видов: экономические и непроизводственные.

Экономические методы, то есть материальная мотивация (премии, хорошая заработная плата, оплачиваемый отпуск, штрафы).

Непроизводственные методы, то есть определенная схема проведения мероприятий по адаптации, выбранная руководителем (тимбилдинг, наставничество, проведение бесед и инструктажей).

С целью ускорения и регулирования процесса адаптации на предприятиях составляют соответствующие программы[3].

Можно выделить следующие инструменты реализации программ успешной адаптации сотрудников:

- Обучающий фильм. Небольшой видеоролик, в котором раскрывается информация о производственном процессе, каналах продаж, брендах, территории работы. Также кратко и понятно показывается внутренний распорядок, стратегия компании, коллективная работа.

- Информирование о специальном языке компании. У каждого предприятия в зависимости от специфики производства существует свой собственный язык, аббревиатура. Для того, чтобы новый сотрудник без труда понимал, о чем идет речь, необходимо заранее составить буклет со сленгом компании и отдать ему для изучения.

- Информативная брошюра для новичков. Новому сотруднику предоставляется брошюра с контактами, именами и должностями всех сотрудников отдела и руководства. Также в ней можно указать правила трудового распорядка и ответы на часто задаваемые вопросы.

- Встречи с персоналом различных функциональных подразделений. Для нового сотрудника организуется график встреч с представителями отделов. Во время

встречи сотрудник узнает о важности данного отдела, о его вкладе в общее дело, также он узнает по каким вопросам ему необходимо обращаться в этот отдел.

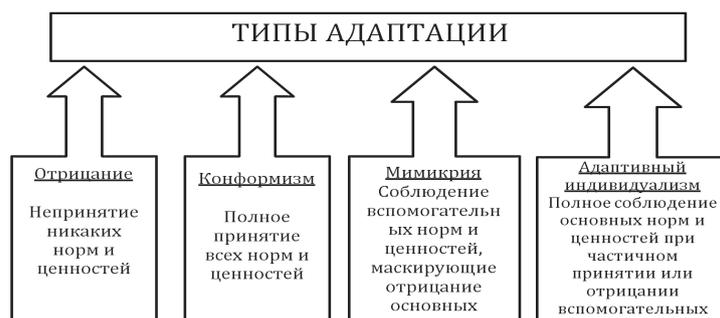


Рисунок 1 – Типы адаптации

- Куратор. На роль куратор для нового работника лучше всего назначить специалиста со стажем не менее 3 лет, но самое главное назначить того, кто сам желает побывать в роли наставника. Если к наставничеству принуждать, пользы будет мало, так как все будет делаться небрежно и без энтузиазма.

- Обратная связь. Сотруднику дается возможность отправить бланк (таблица 1) своим коллегам по e-mail, который необходимо заполнить, тем самым дав оценку новому работнику и советы по работе в коллективе[5].

Таблица 1 – Форма обратной связи для оценки работы сотрудника

Параметры	Никогда	Редко	Время от времени	Часто	Очень часто	Практически постоянно	Всегда
Обдуманно идет на риск							
Успешно справляется с конфликтами в команде							
Эффективно использует ресурсы							
Последователен в словах и поступках							
Интересуется предложениями и идеями других							
Поддерживает команду в сложных ситуациях							
Прислушивается к мнению других							
Стремиться повысить качество своей работы							
Для достижения успеха при необходимости корректирует план							
Вовремя реагирует на снижение эффективности работы							
Ясно и лаконично выражает свои мысли							
Выполняет все взятые на себя обязанности							
Принимает немедленные и безотлагательные меры для решения проблем и задач							
Предоставляет качественную обратную связь							
Высказывается в поддержку своих убеждений							
При необходимости оспаривает текущее положение вещей							
Признает свои ошибки							
Чтобы вы порекомендовали начать делать или делать больше?							
Чтобы вы порекомендовали делать меньше или прекратить?							
Чтобы вы порекомендовали делать для его/ее дальнейшего развития?							

Благодаря программе адаптации есть возможность кардинально изменить ситуации в компании:

- сократить текучесть кадров среди менеджеров среднего звена, а также топ-менеджеров;

- снизить количество уволившихся в первые шесть месяцев;
- снизить расходы на обучение персонала, необходимое в первое время;
- быстрее повысить производительность труда вновь принятых работников.

За счет продуманной системы адаптации получится сократить расходы предприятия и улучшить атмосферу в коллективе[2].

Адаптация персонала является одним из самых важных процессов внутри организации, поэтому необходимо тщательно его проработать и следить за ним. Необходимо зафиксировать его корпоративное и нормативное положение в уставе и правилах конкретной компании. Важен контроль со стороны ответственных и опытных сотрудников. Только благодаря комплексу действий и программ новые работники смогут быстро вникнуть в работу и избежать проблем в коллективе, что поможет в короткий срок стать эффективным сотрудниками и важным звеном команды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Управление персоналом [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Менеджмент организации» и «Управление персоналом»- / П.Э. Шлендер [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИДАНА, 2017. – 319 с. // IPRbooks : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71073.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Егоршин, А. П. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. Учебное пособие / А.П. Егоршин. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 384 с.

3 Володина Адаптация персонала. Российский опыт построения комплексной системы: моногр. / Володина, Наталья. - М.: Эксмо, 2016. - 240 с.

4 Управление персоналом : учебник и практикум для вузов / А. А. Литвинюк [и др.] ; под ред. А. А. Литвинюка. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 498 с. // Юрайт : электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru/bcode/468618> (дата обращения: 21.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

5 Афанасьева, Л.А., Коптева, К.В. Обоснование необходимости разработки методологических подходов по формированию эффективной системы управления кадровым потенциалом предприятия// Auditorium. -2019. -Т. 3. -№ 3 (3). -С. 61-66.

6 Кибанов, А. Я. Управление персоналом организации: Учебник / Государственный Университет Управления; Под ред. А.Я. Кибанова. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 638 с.

УДК 331.1

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chicladu@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chicladu@mail.ru

Ермолаев Василий Николаевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: vasya.erm.2002@gmail.com

Ermolaev Vasily Nikolaevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: vasya.erm.2002@gmail.com

ЗАРУБЕЖНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

FOREIGN PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEMS

Аннотация. Данная работа посвящена анализу формирования системы управления персоналом за рубежом в условиях глобализации, а также современным тенденциям в управлении человеческими ресурсами.

Abstract. This work is devoted to the analysis of the formation of the personnel management system abroad in the context of globalization, as well as modern trends in human resource management.

Ключевые слова: управление персоналом, человеческие ресурсы, глобализация, США, Япония.

Key words: personnel management, human resource, globalization, USA, Japan.

Стремление к достижению гибкости использования систем управления персоналом актуализировалось связи с тем, что появилась возможность выстроить ее исходя из опыта других стран. В этом случае потенциал сотрудников, заключающийся в творчестве подвергся бы качественному изменению на пути к рационализации.

Для сравнительного анализа выбраны системы США и Японии по трем трем причинам:

1. Имеют продолжительную историю развития.
2. Обладают своими особенностями структуры.
3. Имеют лидерство в тенденции управления персоналом.

Начнем с того, что «современные проблемы требуют современных решений» от компаний, желающих грамотно выстроить свой предпринимательский путь. Отечественные и зарубежные авторы использовали основные методы для определения формирования и развития людских ресурсов, управленческих услуг, эффективных в развитии кадровых событий, в которых кадровому менеджеру было бы комфортно адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям.

Эффективной система является только тогда, когда в ней проявляется: отсутствие текучести кадров в следствие создания комфортной среды для сотрудников; кадровая эффективность; отсутствие пропусков; оценка качественного уровня работы; взаимодействие контроля над процессом и безопасности.

Тенденция получения всего и сразу приводит к тому, что системе необходимы уже готовые специалисты, но рынок трудовых ресурсов не способен обеспечить ими компании, так как на нем преобладают те, кто нацелен получать знания, но необходимым опытом пока не обладает. Следовательно, вложения именно в человека приносят гораздо больший результат, нежели активный поиск необходимого по уровню сотрудника.

Современные кризисы в системе управления персоналом в различных сферах институтов мирового сообщества побудили ученых-управленцев искать новейшие методы модернизации системы управления персоналом, которые принципиально отличаются от традиционных методов. Зарубежный опыт не мог прижиться сразу, ведь его структура была не устойчива к новым условиям без соответствующего обновления. В управлении рабочей силой, чтобы использовать этот опыт, необходимо было следовать особенностями менталитета стран.

В случае глобализации мировое экономическое сообщество и развитие технических новшеств устанавливают свои нормативы в сфере управления человеческими ресурсами.

На международном уровне приоритетными являются системы США и Японии, так как их комплекс управления персоналом наиболее соответствует современным условиям.

Американская система управления персоналом. Формирование американской системы управления человеческими ресурсами основано на личностном подходе к каждому сотруднику. При найме американские компании предпочитают всесторонне развитых людей, с активно выраженными творческими качествами, которые настроены на эффективную деятельность. Четко выстроенный план наблюдения но-

сит в себе действия, регулирующие весь путь сотрудника от найма до последующего карьерного роста.

Значимой проблемой является колоритность трудящихся. На пути к устранению дискриминации менеджерам приходится осваивать новые аспекты в области выстраивания эффективной системы взаимодействия с иммигрантами, несовершеннолетними и женщинами, чей список доступных профессий активно расширяется.

Американская система корпоративного управления с целью выявления более эффективных сотрудников выстраивается на определенном отборе при помощи вступительных испытаний, благодаря которым желающая работать часть населения распределяется по различным организациям.

В настоящее время основной упор делается на возврат к сложившимся традиционным методам, не принимая во внимание то, что они не способны коренным образом перестроить систему, их полезность обусловлена исключительно кратковременными уступками, иными словами компромиссом, который исключить все недостатки априори не способен.[3]

Японская система управления персоналом. Данная система общепризнанно является самой продуктивной, так как из-за своих внешних условий, а именно очень ограниченных природных ресурсов, Япония делает опору в основном на человеческие ресурсы. Веками сложенный менталитет, включает в себя трудолюбивый настрой и выстраивание семейных корпоративных ценностей. Важной частью системы служит установление положительных взаимоотношений между сотрудниками организации с целью роста эффективности их совместной деятельности.

Обеспечивает взаимодействие между потребителем и производителем пространственный массив связей «конбан», благодаря которой система активно готова к изменениям и модернизации.

Но в Японии, как и в других государствах, есть свои нюансы. Так, от постоянно растущих темпов деятельности, молодые сотрудники не преуспевают за современным ритмом жизни, физически и морально изнашивая себя огромными объемами работы.

Слишком большая опора на традиционные методы без обновления их для постоянно меняющихся условий и низкая степень разработки кадровыми службами различных новшеств служат лишь краткосрочным решением проблемы в области управления персоналом.[1]

Таким образом, современная глобализация положительно влияет на сферу управления персоналом, ведь позволяет другим государствам перенимать эффективные методики, совершенствующие систему в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Казарян И.Р Обзор зарубежных моделей управления персоналом / И.Р. Казарян, Е.К. Ткачук // *Universum: экономика и юриспруденция*. - 2018. - №7 (52). – С. 35-38.

2 Кузнецов Д.А. Управление персоналом организации. Его сущность, основные проблемы и новые подходы их решения / Д.А. Кузнецов // *Лидерство и менеджмент*. – 2016. – № 3. – С. 159-170.

3 Кафидов В.В. Методы принятия решений в области управления персоналом и человеческими ресурсами: монография / В.В. Кафидов. – М. : КРЕАТИВНАЯ ЭКОНОМИКА, 2019. – 134 с.

4 Управление персоналом организации: современные технологии : учебник / С.И. Сотникова, Е. В. Маслов, Н. Н. Абакумова [и др.] ; под ред. С.И. Сотниковой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 513 с. // *Znaniyum.com* : электроннобиблиотечная система. – URL: <https://znaniyum.com/catalog/product/1055537> (дата обращения: 01.11.2021).

УДК 005.95

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Зарецкая Полина Игоревна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: theshashmail4996@gmail.com

Zaretskaya Polina Igorevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: theshashmail4996@gmail.com

СПЕЦИФИКА ЯПОНСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

THE SPECIFICS OF THE JAPANESE PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEM

Аннотация. Данная работа посвящена рассмотрению специфики японской системы управления с целью выявления её особенностей, преимуществ и недостатков.

Abstract. This work is devoted to the consideration of the specifics of the Japanese management system in order to identify its features, advantages and disadvantages.

Ключевые слова: менеджмент, управление персоналом, человеческие ресурсы, трудовые ресурсы, Япония.

Key words: management personnel management, human resources, labor resources, Japan.

Чтобы достичь какого-либо успеха на рынке, предприятиям необходимо использовать правильные методы и средства работы с персоналом. Для начала определим сущность такого понятия как «система управления персоналом».

Система управления персоналом – это совокупность принципов, методов, приемов и технологий организации работы с персоналом, которая наилучшим образом будет способствовать достижению общих организационных целей предприятия. Понимая, в чем заключается смысл системы управления персонала, рассмотрим ее на опыте японских менеджеров.

Японская система управления является одной из самых эффективных систем управления в мире, и главной причиной ее успеха является высоко развитое умение работать с людьми (именно поэтому она также получила название менеджмент «с человеческим лицом»). Такая система управления персоналом сложилась вследствие многолетнего проживания японцев в тяжелых природно-климатических и климатических условиях, американской оккупации, необходимости борьбы с бедностью и разрухой после Второй Мировой войны, влияния местных традиций, и это все, в свою очередь, привело к выработке у японцев таких качеств как дисциплинированность и трудолюбие.

В Японии, в отличие от других стран, предприятия работают по принципу: «Мы все одна большая семья». Здесь переосмыслили роль рабочего в организации, теперь это не просто рядовые сотрудники, а партнеры в бизнесе.

В стране существуют пять систем формирования отношений между человеком и организацией, которые способствуют стремлению к совершенству:

1. Система пожизненного найма. Это первый шаг к превращению наемного работника в сотрудника. Т.е. обычно даже если идут сокращения на какой-либо должности, работников просто переводят в другую сферу, а не увольняют.

2. Система обучения на рабочем месте. На любой работе, высшего образования недостаточно, поэтому людей всегда доучивают с учетом специфики именно этого бизнеса. И такое обучение идет непрерывно, что помогает человеку быстрее продвигаться по карьерной лестнице или менять сферу деятельности.

3. Система ротации. Если человека из одной сферы его деятельности перевести в другую, то работа будет выполняться менее эффективно. Но иногда людям «придается» делать одно и то же, и они хотят перейти в новое подразделение, чтобы заняться чем-то другим. Ротация, выполняемая в плановом порядке, расширяет кругозор сотрудников. И позволяет им налаживать дружеские связи с работниками других подразделений, способные помогать при возникновении межфункциональных проблем. Т.е. также можно будет быстро заменить сотрудника из одной сферы сотрудником из другой.

4. Система достоинств. В Японии каждому сотруднику предоставляется такое место, где ему будет наиболее комфортно, и он будет максимально эффективен. Для этого вам необходимо следить за каждым сотрудником в течении долгового времени, чтобы подмечать, где ему нравится работать больше всего.

5. Система вознаграждений. Выслуга лет является значимым моментом при определении оплаты труда. Компания базируется на принципах партисипативного управления. Т.е. если работник принимает участие в делах фирмы, вовлечен в управление и получает от этого удовлетворение, то он работает более заинтересованно и производительно. Поэтому при успехах компании каждый сотрудник получает вознаграждение. Т.е. коллектив сплочивается и когда в фирме происходят неудачи, сотрудники не бегут из нее, а наоборот, готовы бороться за выживаемость фирмы.

Следует также упомянуть об особенностях системы управления в Японии:

1. На японских предприятиях руководители очень ответственно и вдумчиво относятся к подбору персонала, много времени уходит на неформальную оценку потенциальных сотрудников.

2. Возможность карьерного роста по возрасту и стажу.

3. Основу японской модели управления составляет принцип коллективизма.

4. Пожизненный найм.

5. Преобладание неформальных отношений руководителей с подчиненными.

6. Ориентация на качество, ориентация на развитие организации.

7. Подготовка руководителей универсального типа.

Несмотря на то, что японская модель управления персоналом является одной из самых эффективных моделей управления в мире, она имеет как свои очевидные достоинства, так и недостатки.

К достоинствам можно отнести:

1. Японский опыт в сфере управления персоналом очень гибкий, способный адаптироваться под любые факторы, которые оказывают влияние на предприятие.

2. Как ранее уже упоминалось, это пожизненный найм, то есть гарантия занятости на продолжительный срок.

3. Неформальные отношения руководителей с сотрудниками, создание доверительной обстановки.

4. Управление, ориентированное на качество.

Основными недостатками системы управления персоналом являются:

1. Чрезмерная эксплуатация сотрудников.

2. Система пожизненного найма тормозит поступление новых кадров.

3. Ограниченность принимаемых решений.

4. Изолированность японской экономики.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующий вывод - японская система управления персоналом является уникальной, она имеет ряд особенностей, которые отличают ее от других систем управления. Также можно сказать, что, несмотря на всю свою уникальность и эффективность, у данной модели управления персоналом помимо ее очевидных достоинств, есть и свои издержки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Имаи Масааки, Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний / Масааки Имаи. – М. : Альпина Паблишер, 2021. – 11-12 с.
- 2 Казарян И.Р., Ткачук Е.К. Обзор зарубежных моделей управления персоналом // Universum: Экономика и юриспруденция: электрон. научн. журн. 2018. № 7(52). URL: <http://7universum.com/ru/economy/archive/item/6031> (дата обращения 22.10.21).

УДК 331.108

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Игнатьева Дарья Сергеевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: dasaignateva060@gmail.com

Ignatieva Daria Sergeevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: dasaignateva060@gmail.com

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ

A SYSTEMATIC APPROACH TO THE ORGANIZATION'S PERSONNEL MANAGEMENT

Аннотация. Данная статья посвящена изучению системного подхода в управлении персоналом. Рассмотрены принципы и главные задачи данного подхода, изучены способы достижения с его помощью роста и эффективности предприятия.

Abstract. This article is devoted to the study of a systematic approach in personnel management. The principles and main objectives of this approach are considered, ways to achieve growth and efficiency of the enterprise with its help are studied.

Ключевые слова: системный подход, система регулирования работников, основные методы и принципы управления.

Key words: system approach, system of regulation of employees, basic methods and principles of management.

В настоящее время управление сотрудниками играет одну из главенствующих ролей в работе всей организаций. Увеличение роли личности в компании, направленность вектора на потребности работника и рост высоких требований к уровню квалификации, способностям и знаниям самой личности приводят к повышению уровня стандартизации персонала то есть предприятия все больше заинтересованы в привлечении более грамотных специалистов.

Исследуя объект системы анализа возможно раскрыть его некое разнообразие взаимосвязанных элементов, создающих самостоятельные свойства данного

множества. Основной акцент существует в выявлении связей и отношений, которые находятся как внутри предлагаемого объекта, так и в его взаимодействиях с внешней средой.

Особенностью системного подхода является то, что исследуемый процесс является трудной системой, задача которого состоит в формировании разных представленных экземпляров в что-то масштабное, не имеющее до этого подобных моделей.

Реализация системного подхода в управлении персоналом учитывает ряд таких сторон как: социально- психологические, правовые, организационно- экономические, технические и другие. Главным образом системный подход возможно определить в разработке путей как достигнуть поставленных целей руководителем, создать такой механизм управления, который бы обеспечил несколько способов планирования и показал правильную мотивацию работников для нахождения наиболее эффективных способов достижения целей предприятия.

К субъектам управления как правило относят руководителей на разных уровнях, а объектом выступают работники организации.

Так же в системе управления существуют свои определенные элементы, к которым относят:

- кадровую политику – определенную систему теоретических взглядов и принципов, в которых описаны основные виды направлений работы с подчиненными и методы формирования дружного рабочего коллектива;

- «распланировка» персонала – способы, оценки резерва подчиненных и их работы на предприятии, а также в случае необходимости быстрое замещение работников;

- подбор и отбор персонала – поиск возможных кандидатов на вакантные места, проведение отборочных мероприятий и непосредственно прием на работу;

- профадаптация новых работников– знакомство с правилами организации, ее коллективом, режимом работы, техникой безопасности и т.д.;

- способы стимулирования–премии за новые разработанные проекты, различные корпоративные бонусы;

- профессиональная подготовка и развитие персонала – прохождение курсов повышения квалификации, способы развития и улучшения знаний и навыков подчиненных;

- аттестация сотрудников – проверка соответствия знаний и умений сотрудника занимаемой им должности;

- кадровое делопроизводство – движение документов начиная с этапа создания их сотрудниками кадровой службы и заканчивая передачей их в другие службы.

У системного подхода так же существуют свои методы прибегая к которым руководитель влияет на трудовую активность своих подчиненных.

Данные методы как правило разделяют на экономические, социально- психологические и административные.

Административные методы на прямую воздействуют на управление персоналом и дают возможность руководителю отдавать административные указания всем подчиняющимся ему подразделениям. Вместе с тем названный метод позволяет поставить четкие цели и задачи для подчиненных в самой системе управления обеспечивая тем самым регуляцию процесса производства определенных товаров или услуг предприятия.

В экономических методах основой является материальная составляющая, заключающаяся в стимулировании с помощью различного рода наград, которые могут быть так же и моральные. Виды данных наград различны: премий, повышение, личные бонусы сотруднику, грамоты с благодарностью от руководителя организации и другое.

Социально – психологические методы основаны на исследовании морального климата внутри коллектива, проработке назревающих конфликтов между сотрудниками и урегулирование их. Главной же целью использования данного вида методов является улучшение взаимоотношений между подчиненными, создание благоприятной рабочей обстановки для эффективной работы и повышения показателей на предприятии. В современный период времени именно этот вид является одним из основных так как все больше организаций стали направлять вектор внимания не только на улучшение технической части и материальной основы работы сотрудников, но и на их психологическое состояние и уровень удовлетворения работой в коллективе.

Кроме того, можно выделить главные принципы системного подхода:

1. Иерархичность – включает в себя несколько элементов, которые подчиняются по принципу от более низшего и по возрастанию к более высшему уровню. Данный принцип реализуется на примере любого предприятия, где существует организационная структура и представляет собой взаимодействие таких подсистем как управляющая и управляемая.

2. Целостность – исследование одиночного определенного объекта, с разных сторон который имеет свои особые логичные функции и способы развития.

3. Структуризация – заключается в анализе элементов самой системы и поиске взаимосвязей в определенном предприятии.

При использовании системного подхода руководители имеют все шансы согласовать собственные управленческие функции с работой фирмы в целом.

Так же в условиях конкуренции, системный подход может дать превосходство компании. Главным образом здесь важно чтобы именно руководители отделов проявляли заинтересованность по внедрению в организацию и так же привлекали персонал к реорганизации предприятия.

Основой успеха является правильное руководство и мотивация по всем уровням рабочих групп для того, чтобы данный подход работал именно на улучшение деятельности всей организации.

В заключении следует отметить, что системный подход в управлении персоналом помогает руководителю выявить реальные причины неэффективности тех или иных действий своих подчиненных, улучшить систему мотивации и реализации сотрудников на их должностях для повышения уровня работы и показателей всего предприятий в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кабанов, А. Я. Основы управления персоналом / А. Я. Кибанов. - М.: ИНФРА- М., 2005. - 304с. URL:<https://s.11klasov.net/12426-osnovy-upravlenija-personalom-kibanov-aja.html>(дата обращения: 05.11.2021).

2 Меньшикова, М. А К вопросу об управлении персоналом как системе и интегрированной подсистеме организации/ М. А. URL: <https://s.11klasov.net/12426-osnovy-upravlenija-personalom-kibanov-aja.html> (дата обращения: 05.11.2021).

3 Меньшикова// Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. - 2008. - № 3(7). - С.59-66 URL <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11699312>(дата обращения: 05.11.2021).

4 Сивальнева, Н.Н. Управление персоналом как элемент системы конкурентных преимуществ организации/ Н.Н. Сивальнева., А.В. Швеков// Управление персоналом. - 2008.- №22.- С.51-54

5 URL: <https://www.top-personal.ru/issue.html?1812> (дата обращения:05.11.2021).

УДК 331.101.26

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Левашко Ирина Александровна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: leviakomsom@mail.ru

Levoshko Irina Aleksandrovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: leviakomsom@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА

INFLUENCE OF EXTERNAL AND INTERNAL FACTORS ON THE LEVEL OF PERSONNEL DEVELOPMENT

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению внешних и внутренних факторов организации, а также оценке их влияния на уровень развития персонала.

Abstract. This article is devoted to the consideration of external and internal factors of the organization, as well as the assessment of their impact on the level of staff development.

Ключевые слова: внешние и внутренние факторы, уровень развития, управление персоналом, обучение, деятельность.

Key words: external and internal factors, level of development, person management, training, activity.

Развитие персонала является одним из элементов системы управления персоналом организации. Профессиональные навыки любого сотрудника рано или поздно могут оказаться недостаточными для выполнения задач организации, поэтому организация должна обеспечить сотрудникам возможность обновлять и дополнять свои знания в конкретной области, чтобы быть полностью готовыми к выполнению новых задач организации.

Развитие персонала – это одна из важных составляющих частей организации. Это комплекс мероприятий, направленных на повышение профессиональной квалификации сотрудников и их управленческой компетентности. Для того чтобы организация повышала производительность труда и сохраняла преимущество над конкурентами, ей необходимы сотрудники, обладающие современными знаниями, которые они способны применить на практике с наибольшей эффективностью [2].

Мероприятия по развитию и обучению персонала направлены на быстрое усвоение сотрудниками навыков, необходимых для ускоренной адаптации к новым технологиям и изменившимся условиям, активной деятельности по выполнению новых и более сложных задач, а правильно спланированные этапы обучения помогут любому сотруднику качественно приступить к работе, организованной по-новому [3].

На развитие персонала оказывает влияние множество факторов организации, которые подразделяются на внешние и на внутренние.

Внутренние факторы контролируются организациями и влияют на функции набора персонала, такие как: размер организации, политику набора персонала, имидж и образ работы организации. Внутренние факторы подразделяются на количественные и качественные.

К количественным факторам относятся:

- организационная структура управления, количество уровней в ней;
- уровень технической оснащенности организации;
- численный состав кадров, их текучесть;
- продолжительность работы на занимаемой человеком должности.

Указанная выше информация о количественных факторах позволяет планировать объем выполняемых работ, выявлять потребность в новых кадрах, а также осуществлять разделение и кооперацию труда.

Качественные факторы, также относящиеся к внутренним, оказывают влияние на потребности в кадровом потенциале. Среди них выделяют:

- профиль квалификации сотрудников;
- инновационные факторы;
- программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Информация о качественных факторах позволяет планировать такие характеристики персонала, отвечающие за качество, как содержание курсов по повышению квалификации, курсов по подготовке и переподготовке персонала, содержание труда работников.

Помимо количественных и качественных факторов, влияние на развитие персонала также оказывают цели и стратегия организации. Цели зависят от типа организации, от отраслевой и организационной структуры, от стиля руководства. Формулирование цели организации является самым главным фактором при оценке эффективности развития персонала. При постановке цели необходимо учитывать уровень квалификации персонала, чтобы понимать - каких сотрудников необходимо направить на переподготовку или на повышение своей квалификации.

Внешние факторы обширнее, они влияют на процесс найма и не могут контролироваться организацией. К внешним факторам относятся:

1) Состояние рынка труда. Рынок труда контролирует спрос и предложение рабочей силы. Из-за возможных изменений качественного и количественного состава персонала руководство может столкнуться со сложностями разработки определенных подходов к управлению разнотипной рабочей силой.

2) Конкуренция. Организация должна сохранять свои позиции на рынке, быть конкурентоспособной, соответственно она должна использовать высококвалифицированные ресурсы, которые будут лучше, чем у других организаций с точки зрения отраслевых стандартов.

3) Трудовое законодательство. Оно отражает политическую и социальную среду на рынке, которая создается государственными и региональными органами власти. Трудовым законодательством, содержащим нормы трудового права, регулируются трудовые отношения. Необходимость контроля над исполнением трудового законодательства требует закрепления этих действий.

4) Уровень безработицы. Если уровень безработицы очень высокий, то набор персонала будет незатрудненным, поскольку будет много заявителей. А если наоборот, уровень безработицы будет низок, то с набором персонала возникнут проблемы из-за меньшего количества заявок.

5) Научно-технический прогресс. При внедрении в организации новых технологий, должно учитываться изменение потребностей в человеческих ресурсах. Чем выше научно-технический прогресс, тем больше персонал нуждается в обучении и повышении квалификации, чтобы справляться с постоянно изменяющимися условиями[4].

6) Уровень экономического развития страны. В условиях экономического подъема, характеризующегося ростом производства, персонал рассматривается как

основной ресурс, на реализацию функций которого выделяется большой объем финансовых средств. При условиях экономического спада деятельность по управлению персоналом скорее строится на энтузиазме сотрудников кадровой службы [1].

Таким образом, учитывая внешние и внутренние факторы, которые влияют на уровень развития персонала, руководителю удастся найти грамотный подход к обучению персонала и повышению его квалификации, чтобы в дальнейшем организация сохраняла свои позиции на рынке и увеличивала производительность труда, а персонал умел бы приспосабливаться к трудным ситуациям и быстро реагировать на изменения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горелик, Д. А. Влияние внешних факторов на уровень развития персонала в информационных структурах / Д. А. Горелик. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 9 (247). – С. 131-133. – URL: <https://moluch.ru/archive/247/56947/>.

2 Кязимов, К. Г. Внутрифирменное обучение и развитие персонала / К. Г. Кязимов. – М.: МИК, 2016. – 240 с.

3 Кибанов, А. Я. Управление персоналом: теория и практика. Система управления персоналом: учеб.- практ. пособие. / А. Я. Кибанов. – М.: Проспект, 2016. – 290 с.

4 Коноплева Г.И., Кручинина Е.В. Инновации в системе управления персоналом: науч. статья. // Журнал Учёные записки КНАГУ. / 2018, - 6 с.

УДК 331.101.26

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Логвиненко Мария Тарасовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: logvinenko460@gmail.com

Logvinenko Maria Tarasovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: logvinenko460@gmail.com

СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

STAFF TRAINING SYSTEM AS A TOOL FOR INCREASING PROFESSIONAL COMPETENCE

Аннотация. В статье представлены методы, сущность и цели обучения персонала. Обоснована необходимость регулярного профессионального развития персонала организаций. Сделан вывод о том, что для обеспечения высокой результативности системы и развития персонала необходимо создание благоприятной среды, укрепление корпоративной культуры и формирование системы мотивации сотрудников предприятий.

Abstract. The article presents the methods, essence and objectives of staff training. The necessity of regular professional development of personnel of organizations is substantiated.

ed. It is concluded that in order to ensure the high efficiency of the system and the development of personnel, it is necessary to create a favorable environment, strengthen corporate culture and motivate employees of enterprises.

Ключевые слова: система, обучение, персонал, инструмент, профессиональная компетентность.

Key words: system, training, personnel, tool, professional competence.

В современном мире проблема подготовки кадров актуальна для многих компаний. Внешняя среда, подверженная постоянному изменению, начинает играть важную роль. Известно, что главным ресурсом организации являются люди. Прибыль работодателя зависит от персонала и всех процессов в организации, которые должны работать бесперебойно, поэтому необходимо обучать специалистов, чтобы повышать их квалификацию и лучше решать необходимые задачи.

Данная тема актуальна, так как создание эффективной системы обучения - важный фактор успеха организации. Обучение направлено на подготовку персонала, принятию ими правильного решения различного рода задач, обеспечения высокого уровня эффективности их работы и увеличения потенциального штата сотрудников. Необходимость повышения конкурентоспособности и организационных изменений для достижения долгосрочных и краткосрочных целей - это качественно спланированная и организованная работа на более высоких уровнях профессиональной подготовки и обучения персонала.

Метод обучения персонала - это процесс, при котором достигается освоение знаний, умений и навыков, а так же способов общения под руководством опытных наставников.

Термин «компетентность» относится к степени, в которой сотрудник может применить имеющиеся знания и опыт в своей работе. Работника нужно рассматривать не как сотрудника данной компании, а как должность в организации. Таким образом, компетентностный подход - это подход к описанию, оценке и развитию личности, при котором человеческое поведение рассматривается через проявление его компетенции [1, ст. 29].

Цели повышения компетентности персонала можно сформулировать, сравнив точки зрения работодателя и работника. С точки зрения работодателя, целями обучения являются: организация и обучение персонала; умение понимать и решать проблемы; ускорение адаптации персонала к работе; внедрение инноваций; снижение текучести кадров; повышение качества обслуживания; использование своих работников, без поиска новых высококвалифицированных кадров.

С точки зрения работника, целями обучения являются: повышение профессиональной квалификации; получение новых знаний, выходящих за рамки своей профессиональной деятельности; получение профессиональных знаний о поставщиках и потребителях продукции, а также других организациях, влияющих на работу компании; развитие навыков планирования и организации труда; развитие внутреннего потенциала и карьерный рост [3, ст. 70].

Выделяются следующие виды профессионального обучения:

- профессиональная подготовка работников (предварительная подготовка новых сотрудников);

- переподготовка работников (переобучение людей, которые уже имеют профессию рабочего или должность служащего, для приема на работу специалиста новой профессии или новой должности сотрудника с учетом вида профессиональной деятельности);

- повышение квалификации работников (обучите людей, у которых уже есть рабочая профессия, с целью получения профессиональных знаний, навыков и способностей, связанных с текущей профессией, без изменения уровня образования. [2, ст. 26].

Специалисты в области образования давно поняли, что универсального метода обучения не существует – у каждого метода есть свои преимущества и недостатки. Методы обучения можно разделить на методы обучения на рабочем месте, методы обучения вне рабочего места.

1 Обучение на рабочем месте. Обучение без отрыва связано с производственными функциями сотрудника, при этом открывая возможности для повторения и усвоения того, что только что было изучено. Преимущества такой организации учебного процесса в том, что специалисты не покидают компанию на длительный срок, а работодатель может повысить квалификацию своих сотрудников, не нанося ущерба производственному процессу. Среди методов обучения на рабочем месте обычно выделяют:

- «копирование» – это прикрепление к умелому сотруднику молодого нового сотрудника. Учеба заключается в том, чтобы повторять действия мастера;

- инструктаж – разъяснение приемов работы с их некоторой демонстрацией непосредственно на рабочем месте;

- смена места работы (ротация) – позволяет расширять опыт сотрудника, периодически перемещая его с одной должности на другую;

- наставничество – специально отобранные, опытные наставники дают инструкции и советы, для того чтобы помочь новому сотруднику пополнить знания и навыки в своей профессии;

- метод усложняющихся задач – программа рабочих действий, в которой определяется их последовательность, с расширением и постепенным усложнением заданий;

- метод делегирования части функций – в ходе такого метода, руководитель может доверить выполнение части своих функций другим управляющим или сотрудникам [3, ст. 35].

Основными недостатками обучения без отрыва от производства являются: повышенная нагрузка на руководителей и специалистов, вовлеченных в учебный процесс, а также узкопрофессиональный характер обучения.

2 Обучение вне рабочего места. С помощью таких методов обучения имеется возможность абстрагироваться от сегодняшних условий труда и выйти за рамки традиционного поведения. Данные методы помогают сформировать новое профессиональное поведение и навыки. Обучение вне рабочего места требует дополнительных финансовых затрат и отвлекает сотрудников от их должностных обязанностей. Среда подсознательно меняется, и сотрудники теряют связь со своей повседневной работой.

Выездное обучение может проходить за пределами территории компании в специальных учебных центрах компании.

Методы обучения вне рабочего места:

– лекция – пассивный метод обучения, в виде изложения большого объема информации;

– конференции, семинары – методы, которые подразумевают обсуждение проблем и обмен опытом;

– ситуационный анализ (кейс) - предполагает групповой анализ и обсуждение конкретных жизненных ситуаций, представленных в виде описаний или видеороликов;

- групповое обсуждение – метод, который даёт возможность обучающимся коллективно обсудить проблемный вопрос по теме курса;
- деловые игры – метод обучения при котором группа, играющая в реальной деловой ситуации, может провести различные расчеты и количественный анализ;
- ролевые игры – разыгрывание какой-либо ситуации, где участники играют определенные роли;
- самообразование, при котором учащийся сам может получать знания и следить за количеством изучаемых предметов, повторений, продолжительности занятий;
- дистанционное обучение, в том числе электронное обучение – процесс обучения с использованием телекоммуникационных технологий;
- тренинг – краткосрочный курс переподготовки (как правило, от 1 до 5 дней) целенаправленный на развитие навыков, необходимых сотруднику [3, ст. 45].

В процессе обучения обычно предоставляются теоретические материалы, но для преобразования приобретенного опыта и знаний в новые навыки и умения применяются активные методы в обучающих-ролевых и коммерческих играх, видео-анализе, дискуссиях и т.д.

Таким образом, можно сказать, что образование, саморазвитие, повышение квалификации персонала в общекультурном и личностном плане является важным показателем устремленности на повышение уровня компетентности работника, который отличается высоким показателем самоорганизации. От профессионального уровня сотрудника компании зависит эффективность производительности и скорость выполнения поставленных задач. Чем выше уровень профессиональной компетентности, тем адекватнее решаются задачи, и улучшается продуктивность их реализации, а так же взаимодействие субъектов профессиональной деятельности. Профессионально компетентный сотрудник способен легко решать профессиональные проблемы и типичные профессиональные задачи, возникающие в рамках выполнения своей трудовой деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Пугачев, В. П. Управление персоналом организации: практикум : учебное пособие для вузов / В. П. Пугачев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 280 с.
- 2 Семенова, В. В. Управление персоналом: инновационные технологии : практикум / В. В. Семенова, И. С. Кошель, В. В. Мазур. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К, 2020. – 82 с.
- 3 Кузина И.Г., Панфилова А.О. Социология управления персоналом. Учебное пособие. — М.: Проспект. 2020. 160 с.
- 4 Маслова В. М. Управление персоналом. Учебник и практикум для СПО. — М.: Юрайт. 2019. 432 с.
- 5 Кибанов А. Я., Ивановская Л. В. Кадровая политика и стратегия управления персоналом. Учебно-практическое пособие. — М.: Проспект. 2020. 64 с.

УДК 004.4:331.108

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Самсонова Валерия Геннадьевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: valera.samsonova.2001@mail.ru

Samsonova Valeria Gennadievna – student of Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: valera.samsonova.2001@mail.ru

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PERSONAL CONTROL SYSTEM

Аннотация. Данная работа посвящена рассмотрению вопроса внедрения и использования цифровых технологий в системе управления персоналом. Цифровизация является важным процессом в современном мире, она затрагивает многие сферы деятельности человека: быт, производство, бизнес. Также цифровизация сыграла важную роль и в сфере управления персоналом.

Abstract. This work is devoted to the consideration of the issue of implementation and use of digital technologies in the personnel management system. Digitization is an important process in the modern world; it affects many areas of human activity: everyday life, production, business. Also, digitalization has played an important role in the field of personnel management.

Ключевые слова: управление персоналом, цифровая трансформация, цифровизация, цифровые технологии.

Key words: personnel management, digital transformation, digitalization, digital technologies.

На сегодняшний день процесс цифровизации является неотъемлемой частью нашей жизнедеятельности. Она затронула все сферы жизни человека, применяется в быту, на производстве, в государственных структурах, в бизнесе. Немаловажную роль диджитализация сыграла и в системе управления персоналом.

Цифровизация, или как её еще называют цифровая трансформация представляет собой процесс глубокого внедрения цифровых технологий в деятельность организации с целью вывести ее на новый этап развития. Цифровая трансформация позволяет организации быстро реагировать на изменения ситуаций, происходящих на рынке. Данный подход подразумевает не только внедрение современного оборудования, но и полное переосмысление принципов управления персонала организации.

Управление персоналом является очень важным элементом организации, ведь только грамотная работа с персоналом может привести организацию к повышению эффективности деятельности и получению максимальной прибыли. Поэтому для того, чтобы улучшить работу по управлению персоналом, организации активно включают в процесс управления персоналом цифровые технологии.

В настоящее время всё больше компаний стремится к тому, чтобы оптимизировать и автоматизировать процесс управления персонала с помощью цифровых технологий. И этому есть логичное объяснение, ведь цифровые технологии помогают ускорить процесс достижения поставленных целей и задач и сделать это в короткие сроки, а также улучшить эффективность деятельности организации и максимизировать прибыль.

Цифровые технологии предоставляют ряд возможностей в системе управления персоналом, например, такие как:

- ускорение процесса принятия управленческих решений;
- повышение качества аналитических данных;
- упрощение процесса работы сотрудников;
- ускорение процесса адаптации персонала;
- упрощение процесса подбора персонала;
- ускорение достижения поставленных организацией целей и задач.

Рассмотрим цифровые технологии, которые уже сегодня востребованы среди компаний всего мира:

1) Использование IT-систем кадровыми отделами с целью внесения структурных изменений в организацию.

2) Онлайн – обучение сотрудников. Данный метод позволяет сотрудникам получить новые знания и навыки с помощью сети Интернет в режиме реального времени. Онлайн-обучение очень востребовано в нынешней эпидемиологической обстановке.

3) Использование социальных сетей для поиска потенциальных сотрудников. Данный метод позволяет увеличить охват аудитории, усилить бренд работодателя.

4) Использование цифровых наставников и 3D-туров для ускорения процесса адаптации персонала.

5) Использование нейросети.

6) Онлайн-система рейтингования сотрудников. Многие компании разрабатывают рейтинговые системы с целью повышения мотивации персонала.

7) Использование чат-ботов. Данный метод позволяют облегчить процесс получения необходимой информации для сотрудников.

8) Использование искусственного интеллекта. Например, искусственный интеллект можно использовать для анализа резюме потенциальных сотрудников и подбирать подходящих кандидатов.

Польза цифровой трансформации невероятно высока:

- она дает возможность легко распоряжаться ресурсами;
- открывает доступ к большему массиву информации;
- позволяет быть организации более гибкой и подстраиваться под изменения, которые происходят на рынке;
- дает возможность повысить эффективность использования ресурсов, которыми располагает организация;
- позволяет выйти на новый уровень развития; быстро принимать управленческие решения; подбирать, оценивать, адаптировать персонал; создать удобную среду, которая помогает сократить сроки выполнения задач и усилия, которые затрачиваются на выполнение поставленных задач.

В нынешнее время организациям жизненно необходимо поддерживать высокий уровень рентабельности и конкурентоспособности, что невозможно без внедрения в процесс производства и управления персоналом новейших цифровых технологий.

Таким образом можно сделать вывод, цифровизация – это очень важный процесс в сфере управления персоналом. Она предоставляет ряд возможностей и методов совершенствования системы управления персоналом. Помимо этого, цифровизация способствует эффективному использованию человеческих ресурсов, уменьшению издержек производства, получению максимальной прибыли. Поэтому введение цифровых технологий в процесс управления персоналом является важным для организации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Одинцова Я. Г. Новые возможности управления персоналом в условиях цифровизации / Я. Г. Одинцова // Учёные записки Тамбовского отделения РoСМУ. – 2020. - №20. – С. 22-31.

2 Зотова И. В. Методы управления персоналом в условиях цифровой трансформации (на примере ПАО сбербанк России) / М. Г. Магомедова, И. В. Зотова // Инновационная наука. – 2019. - №3. – С. 85-90.

3 Романов М. С. Методологические аспекты управления персоналом в рамках цифровизации / М. С. Романов // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2021. - №2. – С. 63-69.

4 Масленников В. В. Организация цифрового управления персоналом / В. В. Масленников, Ю. В. Ляндау, И. А. Калинина // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2020. - №1. – С. 87-92.

УДК 331.1

Гусева Жанна Игоревна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: chiclady@mail.ru

Guseva Zhanna Igorevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: chiclady@mail.ru

Стуликова Кристина Юрьевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: stulikovachristie@gmail.com

Stulikova Kristina Yuryevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: stulikovachristie@gmail.com

ПЕРСОНАЛ КАК ГЛАВНЫЙ РЕСУРС ОРГАНИЗАЦИИ

PERSONNEL AS THE MAIN RESOURCE OF THE ORGANIZATION

Аннотация. Данная работа посвящена изучению персонала как главного ресурса организации с целью выявления его отличительных особенностей от других ресурсов организации, а также установления важности персонала как ресурса.

Abstract. This work is devoted to the study of personnel as the main resource of the organization in order to identify its distinctive features from other resources of the organization, as well as establishing the importance of personnel as a resource.

Ключевые слова: персонал, ресурс, организация, эффективность работы, концепция управления человеческими ресурсами.

Key words: personnel, resource, organization, work efficiency, human resource management concept.

Как показывают многочисленные исследования в области управления персоналом и ресурсами организации - сотрудники являются важным фактором производства в любой компании. Общий успех предприятия в некотором роде напрямую связан с деятельностью её персонала.

Эффективность и выживание организации во многом зависят от человеческих ресурсов или сотрудников, составляющих персонал организации. Сколько бы времени и энергии не уходило на продажи, маркетинг и обслуживание клиентов, инвестирование большего количества средств в то, чтобы ваша команда была эки-

пирована, информирована и готова к работе целесообразно и обоснованно. Часто можно слышать выражение от менеджеров, что клиенты - это золото, в то время как сотрудники - одноразовые и сменные винтики в механизме. Но это ошибочное мнение. Успешные компании и их руководители понимают, что процветание бизнеса зависит от процветания сотрудников. Отдача каждого специалиста зависит от правильной организации работы персонала.

Рассмотрим понятия «персонал» и «ресурс» для более глубокого понимания данной темы. Персонал – это весь личный состав работающих по найму постоянных и временных, квалифицированных и не квалифицированных работников, а также работающих собственников и совладельцев [1, с. 59]. Ресурсы предприятия – это имеющиеся в наличии средства, обеспечивающие осуществление предпринимательской деятельности, используемые в процессе производства и, в конце концов, потребляемые субъектом для достижения поставленных целей [1, с. 34].

Можно выделить следующие отличия персонала как главного ресурса организации от других ресурсов организации:

- 1) персонал является ресурсом, непрерывно развивающимся и совершенствующимся;
- 2) по причине того, что сотрудник может трудиться в организации 30-50 лет, персонал является ресурсом длительного, долговременного использования;
- 3) отношения сотрудника и организации являются двусторонними, в чём и заключается сложность управления данным ресурсом;
- 4) при эксплуатации персонала как ресурса помимо материальных аспектов важны также и нематериальные;
- 5) каждый работник уникален, поэтому к заключению трудового договора необходимо подходить индивидуально.

Вещественный производственный фактор зависит от уровня развития работника, чем больше умений и выше квалификация работника, тем быстрее он совершенствуется, более производительно используется. Исходя из этого, современный менеджмент придерживается позиции инновационного управления трудом. То есть, на данный момент залогом успеха организации является не просто обеспечение сотрудников стабильностью занятости, вознаграждения, а возможность обучения персонала. Создание условий для самосовершенствования работников, а также повышения уровня их профессионального развития, расширение полномочий работников в принятии хозяйственных решений – всё это важно и должно учитываться для эффективной работы организации.

Помимо обучения персонала стоит уделить внимание созданию атмосферы коллективного сотрудничества, ведь в таких условиях каждый член коллектива будет заинтересован в реализации общего дела и достижении общих целей. При управлении человеческими ресурсами приходится учитывать комплекс факторов, затрагивающих все сферы общественной жизни.

Ценность человеческих ресурсов в организации подтверждается исторически. В процессе развития подходов в управлении людьми произошло признание экономической обоснованности инвестиций в качественную рабочую силу, в постоянное повышение её квалификации, в создание условий, необходимых для полноценного раскрытия потенциала работника и его эффективной работы. В результате этого осознания произошёл переход от концепции управления персоналом к концепции управления человеческими ресурсами, что привело к централизации роли челове-

ского фактора, а также к преобразованию служб по управлению человеческими ресурсами в стратегические подразделения, определяющие конкурентоспособность предприятия и его эффективность и успешность.

Традиционно термин «управление персоналом» использовался для обозначения комплекса мероприятий, касающихся рабочей силы, которые включали укомплектование персоналом, начисление заработной платы, контрактные обязательства и другие административные задачи. В этом отношении управление персоналом охватывает целый ряд видов деятельности, которые связаны с управлением рабочей силой, а не ресурсами.

Управление персоналом носит более административный характер, и основная задача менеджера по персоналу состоит в том, чтобы обеспечить удовлетворение потребностей сотрудников, связанных с их непосредственными проблемами. Кроме того, менеджеры по персоналу обычно играли роль посредников между руководством и сотрудниками, и поэтому всегда возникало ощущение, что управление персоналом не соответствует целям руководства.

С появлением ресурсоориентированных организаций в последние десятилетия стало крайне важно ставить людей на первое место, а также обеспечивать достижение целей управления по максимизации рентабельности инвестиций в ресурсы. Это привело к развитию современной функции управления персоналом, которая в первую очередь связана с обеспечением выполнения задач управления и в то же время с обеспечением удовлетворения потребностей в ресурсах.

Управление персоналом выходит за рамки административных задач и охватывает широкое видение того, как руководство хотело бы, чтобы ресурсы способствовали успеху организации.

Таким образом, можно сделать следующий вывод - персонал имеет значительные отличительные черты от других ресурсов организации и его развитие является важным условием её эффективного существования. Без управления человеческими ресурсами в организации очень трудно добиться какого-либо успеха или достичь каких-либо целей, так как сотрудники - это источник как повышения производительности, так и технического прогресса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Симоненко, Н.Н. Экономика организации (предприятия): учебное пособие / Н.Н. Симоненко, О.Р. Кузнецова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2016. – 148 с.

2 Зайцева, Т. В. Управление персоналом. Учебник / Т.В. Зайцева, А.Т. Зуб. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. - 336 с.

3 Одегов, Ю. Г. Управление персоналом: учебник и практикум для вузов / Ю. Г. Одегов, Г. Г. Руденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 467 с.

УДК 338.27

Демьяненко Юлия Игоревна – старший преподаватель кафедры «Высшая математика», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», e-mail: slawa.54@mail.ru

Demyanenko Yulia Igorevna – Senior Lecturer of Higher Mathematics Department, Siberian State University of Railway Engineering, e-mail: slawa.54@mail.ru

Терещенко Дарья Олеговна – студент, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», e-mail: tereshenko.dasha22@yandex.ru

Tereshchenko Darya Olegovna – student, Siberian State University of Railway Engineering, e-mail: tereshenko.dasha22@yandex.ru

ТЕОРИЯ ИГР КАК ИНСТРУМЕНТ ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ОРГАНИЗАЦИИ

GAME THEORY AS A STRATEGY JUSTIFICATION TOOL ORGANIZATIONS

Аннотация. В данной работе рассматривается метод изучения стратегий -теория игр. В статье анализируется, как данный метод применим в экономике и каким образом он может использоваться для обоснования и выбора соответствующих стратегий деятельности организаций.

Abstract. In this paper, the method of studying strategies - game theory is considered. The article analyzes how this method is applicable in the economy and how it can be used to justify and select appropriate strategies for the activities of organizations

Ключевые слова: эксперимент, математическая модель, система управления, выбор стратегии.

Key words: experiment, mathematical model, control system, choosing a strategy.

Теория игр – это математический метод изучения стратегий и наиболее рациональных действий в играх. Игра - это процесс, где участвуют несколько сторон за реализацию своих идей и интересов.

За свою жизнь человеку часто приходится принимать определенные решения, в том числе в экономической сфере. Часто эти решения и действия могут быть необдуманными и не принести желаемого результата. Чтобы избежать этих негативных последствий в экономике, человек должен придерживаться любой стратегии, которая поможет ему достичь оптимальных результатов [1]. Инструментом, позволяющим осуществить рациональный выбор, является один из разделов прикладной математики - теория игр.

Теория игр появилась в 18 веке, и первыми разработали этот математический метод Джон фон Нейман и Оскар Моргенштерн. Они представили все свои исследования в книге «Теория игр и экономическое поведение» [3].

Позже теория игр была дополнена равновесием по Нэшу. Это происходит, когда ни одна из сторон не может улучшить свою позицию, пока противник не изменит стратегию поведения.

Многие исследователи рассматривают теорию игр не как вариант предсказания поведения, а как метод анализа ситуаций с целью определения наилучшего поведения для игрока [2].

Элементы, задействованные в теории игр:

1. Субъекты- игроки.
2. Правила игры.
3. Результат игры.
4. Выигрыш.

В экономической сфере часто возникают ситуации, когда стороны борются за лучшие условия и пытаются обойти друг друга в борьбе за господство на рынке. Теория игр в экономике занимается этими ситуациями. Чаще всего решение принимается в условиях недостаточной информации, соответствующей реальному состоянию рыночных отношений, поэтому в теории игр используются прямоугольные и матричные игры.

Игра называется прямоугольной, если её матрица выигрышей прямоугольная. Чтобы решить эту игру, необходимо определить оптимальные стратегии для игроков и цену игры.

Матричной игрой называется игра двух сторон с нулевой суммой. Правила матричной игры определяет платёжная матрица, элементы которой – выигрыши первого игрока, которые являются также проигрышами второго игрока.

Пример: в городе Z есть две конкурирующие компании (Кузина и Дудник), которые занимаются производством кондитерских изделий. Обе компании могут производить торт «Медовик» и торт «Красный бархат». Обозначим стратегию компании «Кузина» как A_i , а для компании «Дудник» – как B_i . Мы рассчитываем эффективность для всех возможных комбинаций стратегий этих двух компаний и строим платёжную матрицу (рисунок 1).

	B1	B2
A1	5	4
A2	3	6

Рисунок 1 – Платёжная матрица

Числовые значения в матрице отражают цену и издержки на производство. Цена – количество денег, в обмен на которые продавец готов передать (продать) единицу товара. По сути, цена является коэффициентом обмена конкретного товара на деньги. Издержки производства – это затраты предпринимателя на приобретение и использование средств для изготовления продукта. У данной платёжной матрицы нет седловой точки (седловая точка – это пара оптимальных стратегий (A_i, B_j)). В этом случае число $a=b$ называется (чистой) ценой игры (нижняя и верхняя цена игры совпадают), поэтому она решается в смешанных стратегиях (U_1, U_2, Z_1, Z_2).

$$U_1 = (a_{22} - a_{21}) / (a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}) = (6 - 3) / (5 + 6 - 3 - 4) = 0,75.$$

$$U_2 = (a_{11} - a_{12}) / (a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}) = (5 - 4) / (5 + 6 - 3 - 4) = 0,25.$$

$$Z_1 = (a_{22} - a_{12}) / (a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}) = (6 - 4) / (5 + 6 - 3 - 4) = 0,4.$$

$$Z_2 = (a_{11} - a_{21}) / (a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}) = (5 - 3) / (5 + 6 - 3 - 4) = 0,6.$$

$$\text{Цена игры} = (a_{11} * a_{22} - a_{12} * a_{21}) / (a_{11} + a_{22} - a_{21} - a_{12}) = (5 * 6 - 4 * 3) / (5 + 6 - 3 - 4) = 4,5.$$

Цена игры равна 4,5.

Мы можем сказать, что компании «Кузина» следует распределить производство тортов следующим образом: 75% от общего объема производства отдать производству «Медовика», а 25% - производству «Красного бархата». Компания «Дудник» на 40% должна производить «Медовик» и на 60% - «Красный бархат».

Для лучшего понимания темы необходимо понять, какие существуют виды игр и в чём их различия.

Виды игр:

1. Кооперативные и некооперативные игры. В совместной игре у игроков есть возможность объединяться в группы и общаться друг с другом для достижения наилучшего результата. Таким образом, кооперативная игра позволяет рассматривать весь процесс в целом, а некооперативная игра - в деталях.

2. Параллельная и последовательная. В последовательной игре каждая сторона имеет информацию о предыдущем ходе противника, прежде чем он сделает свой ход. В параллельной игре стороны делают ходы одновременно.

3. Игры с нулевой и ненулевой суммой. В игре с нулевой суммой выигрыш одного игрока равен проигрышу другого. В игре с ненулевой суммой цена игры изменяется, принося пользу одной стороне, но не принимая свою цену на другой стороне.

Классификация игр:

1. По количеству игроков: парные и множественные.
2. По количеству стратегий: конечные и бесконечные.
3. По характеру взаимоотношений: коалиционные, некоалиционные, кооперативные.
4. По количеству ходов: одноходовые и многоходовые.
5. По типу функции выигрыша: матричная, биматричная, непрерывная, выпуклая. [4]

Каждая компания стремится максимизировать свою прибыль, а каждый потребитель - полезность. Здесь теория игр играет важную роль, поскольку позволяет определить равновесие, при котором цены равны предельным издержкам.

Пример доминирующей стратегии - выход компании на новый рынок. Предполагая, что на каком-либо рынке существует монополия, создается новая компания с аналогичными товарами. У новой компании есть выбор: выходить на рынок или нет, а монополия решает, как отреагировать на появление конкурента. В этой ситуации первый ход сделает новая компания, и эта игра будет многоходовой (конкретнее двухэтапной).

Продвинутые компании также нередко основывают свой анализ на теории игр, чтобы помочь им продумать возможные реакции своих партнеров по игре. Более того, согласно теории игр, организации могут встречаться для достижения общей цели и получения максимальной выгоды. В пример можно привести конкурирующие издательства Marvel и DC. Они выпустили серию комиксов, где их герои сражались друг с другом. В финальной части все персонажи объединяются. Благодаря такому сплочению издательств, их доходы резко возросли.

Конечно, у этого математического метода есть свои пределы, это пределы его применения. Теорию игр трудно применить ко многим равновесным ситуациям. С этой проблемой также можно столкнуться в простых ситуациях, например, со стратегиями одновременного выбора решений. Такие трудности могут возникнуть, если игроки не обладают полной информацией о способностях друг друга или имеют иное представление об игре.

С учетом всех перечисленных недостатков использование математического метода в экономических задачах будет оправдано. В различных экономических ситуациях игроки, как правило, сталкиваются с определенными рисками, теория игр позволяет их минимизировать, а игроки выбирают оптимальную стратегию и определяют цену игры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Демьяненко Ю.И. Оптимизация образовательных процессов в техническом вузе на основе информационных технологий / Ю.И Демьяненко. В сборнике: Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2020). Материалы IV Международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2020. С. 69-72.
- 2 Демьяненко Ю.И. Информационные технологии как средство оптимизации учебного процесса в вузе/ Ю.И. Демьяненко. Тенденции развития науки образования. 2020. № 66-4. С. 32-34.
- 3 Теория игр : учеб. пособие / П. С. Гончарь, Л. Э. Гончарь, Д. С. Звалищин. – Екатеринбург : УрГУПС, 2018. – 124, [2] с.
- 4 Основные понятия теории игр : учебное пособие / А.Г. Кремлев. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 144 с.

УДК 338.48

Жмеренецкая Татьяна Александровна – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: tanay_1983@mail.ru

Zhmernetskaya Tatiana Alexandrovna – graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: tanay_1983@mail.ru

Бурдакова Галина Ивановна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: galinabu@rambler.ru

Burdakova Galina Ivanovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: galinabu@rambler.ru

ОЦЕНКА ТУРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГОРОДА КОМСОМОЛЬСКА-НА-АМУРЕ

ASSESSMENT OF THE TOURIST OPPORTUNITIES OF THE CITY OF KOMSOMOLSK-NA-AMURE

Аннотация. В статье представлена оценка туристических возможностей города Комсомольска-на-Амуре. Обозначены проблемы, проанализирована работа туристической отрасли. Показан туристский потенциал территории и пути его использования.

Abstract. The article presents an assessment of the tourist opportunities of the city of Komsomolsk-na-Amure. The problems are identified, the work of the tourism industry is analyzed. The tourist potential of the territory and ways of its use are shown.

Ключевые слова: Хабаровский край, Комсомольск-на-Амуре, туризм, въездной туризм, внутренний туризм, туристическая отрасль, туристический поток.

Key words: Khabarovsk Krai, Komsomolsk-na-Amure, tourism, inbound tourism, domestic tourism, tourism industry, tourist flow.

Город Комсомольск-на-Амуре – крупный промышленный центр Дальнего Востока России, кроме того, это второй город в Хабаровском крае по величине.

Несмотря на то, что город Комсомольск-на-Амуре не считается муниципальным образованием с хорошо развитым туристическим сектором, но уникальная история городского округа, рекреационные возможности, а также промышленное наследие составляют тот самый особый ресурсный потенциал, который и делает город весьма перспективной территорией для развития туризма.

В туристский комплекс города Комсомольска-на-Амуре входит 493 объекта. К услугам местных жителей и гостей города - различные памятники истории и архитектуры, музеи, парки культуры и отдыха, театры и кинотеатры. Имеются и развлекательные центры с ночными клубами, различные спортивные комплексы, включая стадионы, а кроме того, дворцы культуры с различными развлекательными программами. Для активного отдыха имеются лыжные базы.

Однако само по себе, так называемое, культурное наследие не может рассматриваться в качестве достаточного условия для туризма, который будет успешно развиваться. Для обеспечения комфортных условий для отдыха как гостей города, так и его постоянных жителей, имеет значение наличие развитой городской инфраструктуры.

Итоги развития туристической отрасли города представлены ниже [1]. За период с 2015 по 2019 годы внутренний туристический поток городского округа вырос на 42,6 % и составил 72,754 тыс. чел. в 2019 году (рисунок 1). Следует отметить, что большую часть потока туристов составляют российские отдыхающие. Это часть туристов, которая приехала в город и размещалась в коллективных средствах размещения (92,8 %).

Кроме того, это российские экскурсанты и туристы, обслуженные туристическими компаниями города (7,2 %).

Что касается въездного потока города Комсомольска-на-Амуре, то в 2019 году отметились его снижение на 46,5 % по сравнению с 2015 годом.

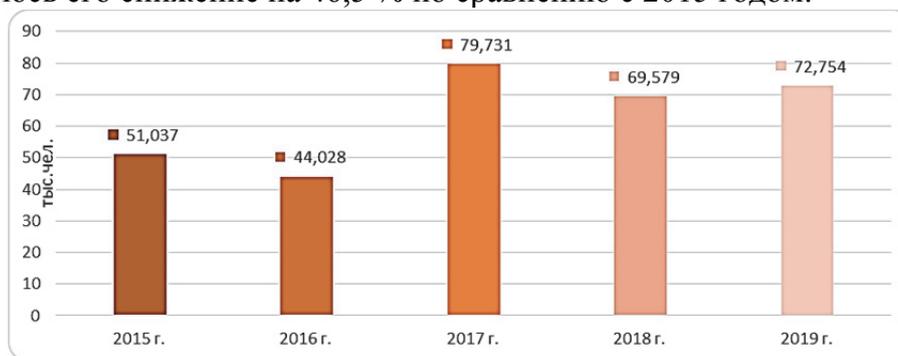


Рисунок 1 – Динамика туристического потока в г. Комсомольске-на-Амуре, тыс. чел.

Наибольший приток туристов наблюдался из следующих стран: больше всего туристов из КНР (26,3 %). На втором месте Франция (13,1 %). Далее следует Япония (11,8 %). На четвёртом месте Республика Корея (5,4 %) и замыкает этот список Германия (4,7 %) [3].

В 2015-2019 гг. наблюдалось снижение количества фирм, действующих на рынке туристических услуг на 20,6 % (таблица 1). Число граждан, отправленных за рубеж, увеличилось на 4,7 % по сравнению с 2015 годом, однако, наблюдается снижение числа граждан, отправленных в туры по внутренним направлениям на 41,1 %, в том числе снижение на 71,7 % по сравнению с 2017 годом на экскурсии региона «Комсомольск-Амурск-Солнечный» (КАС). Основные показатели деятельности туристических фирм в г. Комсомольске-на-Амуре в 2015 – 2019 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Деятельность туристических фирм в г. Комсомольске-на-Амуре в 2015 - 2019 гг.

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. к 2015 г., в %
Число туристических организаций (турфирм), ед.	34	31	30	30	27	79,4
Число граждан, отправленных за рубеж туристическими фирмами, чел.	8086	6050	8198	8527	8463	104,7
Число граждан, отправленных в туры по внутренним направлениям туристическими фирмами, чел.	-	-	8924	3541	5255	58,9 (к 2017 г.)
- в том числе на экскурсии региона Комсомольск – Амурск – Солнечный (КАС)	-	-	7638	2442	2158	28,3 (к 2017 г.)

На территории Комсомольска-на-Амуре располагаются предприятия инновационного кластера авиа- и судостроения Хабаровского края, которые составляют его основу. В этот кластер входят: ОАО «Амурский судостроительный завод», филиал ОАО «Компания «Сухой» «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина» (филиал ПАО «Компания «Сухой» «КнААЗ»), а также Комсомольский-на-Амуре филиал АО «Гражданские самолеты Сухого» (КнАФ АО «ГСС») [2].

В 2019 году по сравнению с 2017 годом наблюдается рост численности посетителей профориентационных экскурсий на 152,7 % (таблица 2). Важная роль в развитии профориентационных экскурсий отводится экскурсиям в музеи и на производственные площадки промышленных предприятий города, в ходе которых у школьников формируется профессиональная ориентация на востребованные инженерные специальности, повышается уровень нравственно-патриотического воспитания подрастающего поколения.

В 2019 году по сравнению с 2017 годом наблюдается снижение численности туристско-экскурсионного показа на 13,9 % (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика основных направлений внутреннего туризма за 2017-2019 гг.

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 к 2017, в %
Численность посетителей объектов показа промышленных предприятий города, чел	10471	11969	10404	99,4
в том числе:				
- детей	4904	6675	5591	114
Численность посетителей профориентационных экскурсий, чел.	4973	13818	12567	252,7
Численность посетителей туристско-экскурсионного показа, чел.	290060	317239	249730	86,1

Данное направление реализовано такими предприятиями, как МАУК Зооцентр «Питон», МУК «Городской краеведческий музей», филиал «Комсомольский» ФГБУ «Заповедное Приамурье» и МУК «Музей изобразительных искусств».

Несмотря на значительный потенциал для развития туризма в городе, а также предпринятые в последние годы меры по его развитию, реальный объем оказываемых туристских услуг в настоящее время продолжает оставаться невысоким. Основные сдерживающие факторы развития туристской отрасли, которые неизбежно снижают конкурентные преимущества города Комсомольска-на-Амуре:

- 1 Слабое развитие туристской инфраструктуры, износ объектов инфраструктуры туризма, к которым относятся аэропорт и вокзалы города.
- 2 Дефицит транспортного сообщения.
- 3 Низкая конкурентоспособность городского турпродукта, вследствие высокой составляющей транспортных расходов.
- 4 Слаборазвитая развлекательная туристская инфраструктура, низкий уровень сервиса.
- 5 Дефицит квалифицированных гидов-экскурсоводов.
- 6 Ориентация туристических компаний города на международный выездной туризм, отказ компаний работать в направлении внутреннего и въездного туризма.
- 7 Отсутствие возможности посещать туристам промышленные предприятия города.
- 8 Недостаток мероприятий, которые ярко отражают специфику города Комсомольска-на-Амуре и могут повысить туристическую привлекательность.
- 9 Отсутствие специализированных площадок для проведения конгрессных и выставочных мероприятий, оснащённых по современным стандартам, что, соответственно, снижает потенциал развития делового туризма.
- 10 Недостаток вложений в развитие инфраструктуры.

11 Недостаточное позиционирование города Комсомольска-на-Амуре как территории, на которой достаточно благоприятно может развиваться туризм.

Минимизирование вышеперечисленных факторов и преодоление ограничений, которые они вызывают, возможно в рамках реализации инвестиционного проекта «Туристско-рекреационный кластер» (ТРК) «Комсомольский». Данный проект направлен на совершенствование коммунальной и транспортной инфраструктуры, обеспечение комфортабельности средств размещения, расширение базы туристских маршрутов (их увеличение, совершенствование), а также на развитие материальной базы туризма.

Индустрия туризма требует комплексного развития смежных отраслей, способных сформировать интерес и обеспечить наиболее полное удовлетворение потребностей туристов [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Итоги развития туристической отрасли города Комсомольска-на-Амуре. [Электронный документ]. – Режим доступа: <https://www.kmscity.ru/activity/sectors/tourism-development/development-results/> (дата обращения: 17.12.2020).

2 Информационное обеспечение туризма: учебник / Н.С. Морозова [и др.]. - М.: Федеральное агентство по туризму, 2016. - 288 с.

3 Комсомольск-на-Амуре. Официальный сайт органов местного самоуправления. Промышленные туры. [Электронный ресурс]. - Режим доступа <https://www.kmscity.ru/activity/sectors/tourism-development/excursion-routes/prom-turs/> (дата обращения: 17.12.2020).

4 Хабаровскстат. Муниципальная статистика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habstat.gks.ru/folder/25046> (дата обращения: 21.12.2020).

5 Федеральное агентство по туризму. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.russiatourism.ru/news/15572/> (дата обращения: 21.12.2020).

УДК 331.108:338.314

Капустенко Ирина Сергеевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Kapustenko Irina Sergeevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Глинина Екатерина Евгеньевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: katyagl725@gmail.com

Glinina Ekaterina Evgenevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: katyagl725@gmail.com

Осипова Екатерина Максимовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: osepova2100@mail.ru

Osipova Ekaterina Maximovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: osepova2100@mail.ru

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ РЕСУРС КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР УСПЕШНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

HUMAN RESOURCE AS THE MAIN FACTOR OF SUCCESSFUL FUNCTIONING OF THE ENTERPRISE

Аннотация. Объектом целенаправленного воздействия в системе управления персоналом выступает человеческий ресурс. В данной статье он рассматривается как основной фактор успешного функционирования предприятия. В проведенном исследовании рас-

считаются особенности человеческого ресурса, роль статуса-кво в управлении человеческими ресурсами, макроконтроль в управлении человеческими ресурсами.

Abstract. The object of purposeful influence in the personnel management system is the human resource. In this article, it is considered as the main factor of the successful functioning of the enterprise. The study examines the features of the human resource, the role of the status quo in human resource management, macrocontrol in human resource management.

Ключевые слова: человеческий ресурс, управление персоналом, устойчивое экономическое развитие, макроконтроль, статус-кво.

Key words: human resource, personnel management, sustainable economic development, macrocontrol, status quo.

В условиях быстрого экономического развития все люди всех слоев общества сталкиваются с усилением конкурентного давления, что выдвигает более высокие требования к талантам и профессиональным умениям. В связи с постоянным углублением реформы системы управления производственными предприятиями в России традиционная структура управления персоналом больше не может соответствовать требованиям существующей реформы системы управления.

Структура управления персоналом на предприятии постепенно трансформируется в управление человеческими ресурсами [1]. На наш взгляд, данная трансформация доказывает мысль о том, что человеческий ресурс является основополагающим фактором в развитии и функционировании предприятия. Человеческие ресурсы являются основой экономического развития, а высококачественные человеческие ресурсы могут принести больше выгоды предприятию. Из этого следует, что в нынешней сложившейся экономической ситуации компании должны повышать важность управления человеческими ресурсами, усиливать реализацию мер по управлению человеческими ресурсами и обеспечивать устойчивое развитие экономики. На практике разумное управление человеческими ресурсами может полностью раскрыть потенциал персонала и внести свой вклад в развитие экономики в целом.

Под человеческими ресурсами понимается общее количество людей, которые способны работать и вносить свой вклад в экономическое развитие определенной сферы деятельности. Кроме того, в современном обществе человеческий ресурс имеет ряд очевидных характеристик, таких как: 1) инициатива, что означает принятие человеком самостоятельного решения с определенной целью; 2) неограниченность, которая дает возможность использования человеческих ресурсов в необходимый момент времени. 3) социальность, так как человеческие ресурсы в основном служат обществу. Кроме того, использование человеческих ресурсов требует постоянного развития [2]. Управление человеческими ресурсами предприятия в основном направлено на планирование, мобилизацию инициативы человеческих ресурсов и повышение эффективности человеческих ресурсов на предприятии. В то же время управление человеческими ресурсами должно рационально использовать и задействовать потенциал и способности людей. Более того, лицо, отвечающее за управление человеческими ресурсами на предприятии, должно развивать профессиональный уровень талантов и обеспечивать эффективность их применения. В реальности можно обнаружить, что область управления человеческими ресурсами довольно широка, что определяет сложность управления данным ресурсом. Соответствующее лицо, отвечающее за управление человеческими ресурсами должно не только распределять людей на предприятии и управлять ими, но и снабжать предприятие новыми кадрами для обеспечения устойчивого развития предприятия [3].

Отдел управления персоналом определяет конкурентоспособность и способность развития предприятия, то есть работа отдела управления персоналом играет решающую роль в активизации деятельности компании. Однако на данном этапе все еще есть недостатки в методике управления человеческими ресурсами, что в определенной степени влияет на усовершенствование предприятий в целом. Прежде всего, управление человеческими ресурсами предполагает развитие и изменение общества. Однако на практике руководители управления человеческими ресурсами на некоторых предприятиях относительно консервативны в выборе модели управления человеческими ресурсами. В этом случае персонал не может полностью раскрыть свои таланты и реализовать истинный потенциал. Также для управления человеческими ресурсами необходимо наличие определенных теоретических знаний. В реальной работе отсутствие профессиональной компетенции персонала по управлению человеческими ресурсами будет влиять на процесс управления человеческими ресурсами. Наконец, на предприятии грамотный менеджмент требует планирования, а менеджеры по персоналу должны осуществлять управление человеческими ресурсами в соответствии с требованиями предприятия. Тем не менее в реальности все еще есть сотрудники, которые не имеют возможности всесторонне взглянуть на данную проблему, что приводит к упущению некоторых деталей и влияет на результативность управления человеческими ресурсами [4].

Немаловажен макроконтроль в управлении людскими ресурсами. Макроконтроль – это один из элементов, позволяющих понять устойчивое развитие и баланс между управлением человеческими ресурсами и социальным развитием. Эффективность макроконтроля неотделима от поддержки правительственных ведомств, которые могут распределять руководство посредством различных указаний. В то же время соответствующие отделы предприятий должны создать такую структуру управления, которая будет придавать большое значение обучению персонала и, предоставляя кадры, в которых нуждается предприятие и общество в целом. Только так возможно сбалансировать различие между регионами и повысить уровень управления человеческими ресурсами [5]. Таким образом, правительственные ведомства должны обращать внимание на эффективность макроконтроля и усиливать регулирование целесообразных указаний для повышения качества управления людскими ресурсами.

Чтобы повысить качество управления человеческими ресурсами, соответствующие департаменты должны изменить статус-кво, то есть руководители должны менять метод управления по мере развития предприятия и улучшать управленческие знания, при этом повышая свой профессиональный уровень. Кроме того в процессе работы следует решать существующие проблемы, чтобы обеспечить эффективность управления человеческими ресурсами и способствовать устойчивому развитию экономики [6].

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что человеческие ресурсы являются мощной гарантией содействия социальному развитию, а их эффективное использование в силах значительно увеличить скорость социального развития и повысить качество работы. Устойчивое экономическое развитие неотделимо от управления человеческими ресурсами, а управление человеческими ресурсами в свою очередь неотделимо от поддержки стабильного экономического развития, что требует превращения управления человеческими ресурсами в важное средство содействия экономическому развитию. Следовательно, специалисты по управлению персоналом должны изменять статус-кво управления человеческими ресурсами, стандартизировать систему управления людскими ресурсами и следить за эффективностью макроконтроля для достижения цели содействия экономическому развитию предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кириченко, Л.П. Экономическая эффективность формирования и использования человеческого капитала корпорации / Л.П. Кириченко, А.С. Мотырева. – Ученые записки Комсомольского-на-Амуре Государственного Технического Университета. Номер: 4(52) 2021 г. - Комсомольск-на-Амуре, 2021. – С. 115-120.

2 Laursen, K. New human resource management practices, complementarities, and the impact on innovation performance / Laursen, K., Foss, N.J. – Cambridge Journal of Economics, 2003. – P. 243-263.

3 Кириченко, Л.П. Мотивация трудовой деятельности / Л.П. Кириченко, Ю.Д. Мартышко., М.В. Юшкина., К.П. Духовников. – Молодежь и наука: Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2021 г. – Комсомольский-на-Амуре государственный университет (Комсомольск-на-Амуре), 12-16 апреля 2021. – С. 74-76.

4 Jiang, K. On the shoulders of giants: A meta-review of strategic human resource management / Jiang, K., Messersmith, J. – International Journal of Human Resource Management, 2018. P. 6-33.

5 Громова, Н.В. Роль человеческого капитала в обеспечении конкурентоспособности современных компаний / Громова, Н.В. – Современная конкуренция. Научные статьи. Номер 6(48) 2014 г. – Московский финансово-промышленный университет «Синергия» (Москва), 2014. – С. 125-129.

6 Митрофанова, Е.А., Ивановская Л.В. Оценка результатов труда персонала и результатов деятельности подразделений службы управления персоналом / Кибанов, А.Я. – Управление персоналом: теория и практика. – Государственный университет управления (Москва), 2012. – С. 48-53.

УДК 005.95:005.8

Капустенко Ирина Сергеевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Kapustenko Irina Sergeevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Гусейнова Рамиля Хасай гызы – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: r.guseinova@vk.com

Huseynov Ramil Hasai gizi – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: r.guseinova@vk.com

КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ: СУЩНОСТЬ, ВИДЫ И ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ

PERSONNEL POLICY OF THE ENTERPRISE: THE ESSENCE, TYPES AND THE PRINCIPLES OF IMPLEMENTATION

Аннотация. Без грамотно подобранной кадровой политики существование любого предприятия заведомо обречено на провал. Кадровая политика предприятия в статье рассматривается с научной точки зрения: обоснована актуальность; раскрыта сущность; приведены виды и принципы реализации кадровой политики.

Abstract. Without a well-chosen personnel policy, the existence of any enterprise is obviously doomed to failure. The personnel policy of the enterprise is considered in the article

from a scientific point of view: the relevance is substantiated; the essence is disclosed; the types and principles of the implementation of the personnel policy are given.

Ключевые слова: кадровая политика, актуальность, содержание, виды и принципы реализации.

Keywords: кадровая политика, актуальность, содержание, виды и принципы реализации.

На современном этапе развития экономики России замечается возрастающая роль человеческого фактора. В данный момент нет сомнений, что сотрудники – это самый важный ресурс любой организации [1].

Кадровая политика предприятия (КПП) устанавливает методологию, направленность и содержательность работы с персоналом. Это приоритетное направление в работе с сотрудниками, в нем принимают участие и специалисты по персоналу, и менеджеры разных уровней.

Структурно это отражается в том, что кадровая политика организации формируется администрированием, реализуется кадровой службой и контролируется менеджерами на местах (рисунок 1) [2].

Кадры предприятия – первостепенный и ценный ресурс производственных сил общества. Эффективность работы предприятия зависит от правильного подбора, расстановки и правильного «использования» персонала [1].



Рисунок 1 – Кадровая политика

Как правило, кадровую политику определяют, как социологическую науку, но она прямо относится и к юридической науке, а точнее к административному праву. На сегодняшний день выбор кадровой политики является главной задачей предприятий так как, кадровая политика – это мощнейший инструмент обеспечения его конкурентоспособности [1].

Предметом концепции на сегодняшний день является определение основных принципов реализации кадровой политики, среди которых можно выделить [2,3]:

1. Эффективность. Этот принцип также можно отметить, как окупаемость, поскольку в его основе то, что все инвестиции в разработку и внедрение кадровой политики должны покрываться доходами от её реализации.

2. Сложность. Подразумевается, что кадровая политика включает в себя все категории специалистов и все сферы их деятельности. От высших менеджеров к вспомогательному персоналу.

3. Последовательность. То есть корреляции всех процессов управления персоналом, а также учет всех результатов (материальных и социальных, в том числе негативных) и воздействия на этот результат различных факторов.

4. Методичность. Этот принцип означает обстоятельный анализ выбранных методов и решений с целью повышения эффективности и избегания взаимоисключающих инструментов.

5. Научность. Этот принцип предполагает применение всех доступных современных инструментов, помогающих достигать поставленных целей с максимальной эффективностью.

Кадровая политика ориентируется на повышение качества развития человеческих ресурсов. Это механизм, который необходимо обновлять постоянно. Следовательно, здесь не может быть общей консервативности, ей присуща гибкость, быстрое реагирование на изменения в организации, и не менее быстрая адаптация к переменам во внешней среде. В нашей стране, в силу её консервативности в любых вопросах, быстрое проведение реформации кадровой политики на предприятиях не всегда возможно. В условиях рыночных отношений человеческий фактор, как говорилось ранее, является ключевым [3].

При выборе направления кадровой политики предприятия следует учитывать большинство факторов, как внутренней, так и внешней среды.

Например:

- отслеживать ситуацию на рынке труда;
- грамотно оценивать финансовые возможности организации и т.д.

Для успешного функционирования предприятия необходимо выходить за пределы консервативных понятий, перейти к будущей системе, основанной на социальном балансе интересов.

По уровню влияния на кадровую ситуацию выделяют некоторые виды кадровой политики: пассивная; реактивная; превентивная; активная [2].

По масштабу открытости организации относительно внешней среды при определении кадрового состава: открытая и закрытая [2].

Пассивная кадровая политика квалифицируется тем, что руководству предприятия принадлежит чётко выраженная программа действий в отношении персонала. Кадровая служба не обладает прогнозом потребности в персонале, не владеет средствами оценки персонала.

Реактивная кадровая политика наблюдается у предприятий, руководство которых реализует контроль за признаками кризисной ситуации в работе с персоналом и осуществляет меры по решению новых проблем.

Превентивная кадровая политика характеризуется наличием у администрации предприятия аргументированных прогнозов развития ситуации при параллельном недостатке механизмов для содействия влиянию на кадровую ситуацию.

Активная кадровая политика определяется присутствием у администрации организации оправданных прогнозов её роста и сопутствующих им порядков и возможностей воздействия на персонал. В руках кадровой службы: разработка антикризисных кадровых программ; проведение постоянных мониторингов ситуации; корректировка исполнения программ в соответствии с опционами внешней и внутренней среды.

Рациональной кадровой политике имманентно качество диагноза и обоснованность прогноза изменения ситуации. Руководство применяет средства для влияния на ситуацию. Кадровая служба обладает и средствами скрининга персонала, и средствами проецирования кадровой ситуации.

При *авантюристической* кадровой политике администрация не обладает качественным диагнозом, прогноза развития ситуации, но ведёт работу по влиянию на неё. Кадровая служба предприятия, обычно, не обладает инструментами прогнозирования кадровой ситуации и скрининга персонала компании.

Открытая кадровая политика опирается в большинстве на принцип прозрачности для соискателей. При этом руководство готово принимать каждого из возможных претендентов. Кадровая политика данного вида больше подходит для молодых организаций, ведущих жёсткую политику завоевания рынка [3].

Закрытая кадровая политика базируется на том, что предприятие сосредотачивается на поисках нового персонала по принципу карьерной лестницы, люди с низовых должностей поднимаются на более высокие. Для новых сотрудников есть возможность занимать только низовые должности [1].

Применение правильно подобранной кадровой политики сулит организации успешное существование. Не стоит забывать о том, что чрезмерная консервативность в этом вопросе лишняя и может привести к печальным последствиям. Кадровая политика должна, если не идти в ногу с развитием общества, то хотя бы стремиться к этому, вбирая в себя совокупность научных знаний, тем самым превращаясь в самостоятельную юридическую науку [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бянкин, А.С., Бурдакова Г.И. Анализ проблем подготовки кадров для развития инновационного предпринимательства в регионе / А.С. Бянкин, Г.И. Бурдакова. – Промышленная политика в цифровой экономике: Проблемы и перспективы: Труды научно-практической конференции с международным участием, 2017 г.: Санкт-Петербург, 16–17 ноября . 2017. – С. 646-654.

2 Кибанов, А.Я. Разработка кадровой политики организации. Кадровик. Кадровое делопроизводство, 2016. –№ 1. –С. 23-25.

3 Кузьмина Н.М. Кадровая политика корпорации: Монография. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. – С. 168.

4 Усанов, Г.И., Усанов И.Г. Кадровое обеспечение реализации инновационных программ и проектов в Дальневосточном регионе / Г.И. Усанов., И.Г. Усанов. – Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: Международная научно-практическая конференция, 2017 г.: [материалы]. – Комсомольск-на-Амуре, 29–30 сентября 2017. – С. 185-191.

УДК 33.338

Капустенко Ирина Сергеевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Kapustenko Irina Sergeevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Евсеева Ксения Алексеевна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: inki.rewt.14@gmail.com

Evseeva Ksenia Alekseevna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: inki.rewt.14@gmail.com

ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ УСЛУГ

DIGITAL ENTREPRENEURSHIP IN THE SERVICE SECTOR

Аннотация. Данная работа посвящена тенденции развития цифрового предпринимательства в сфере услуг. Рассмотрены особенности и проблемы такого вида предпринимательства в современном мире.

Abstract. This work is devoted to the development trend of digital entrepreneurship in the service sector. The features and problems of this type of entrepreneurship in the modern world are considered.

Ключевые слова: интернет, инновации, фриланс, конкуренция.

Key words: internet, innovation, freelancing, competition.

В широком смысле цифровое предпринимательство можно определить как преобразование и создание предприятий с использованием новых цифровых техно-

логий, инноваций. Для многих стран цифровое предприятие стало важнейшей составляющей экономического роста и развития.

Развитие цифрового мира привело к повышению значимости цифрового предпринимательства. Благодаря этому, появляются новые рынки и, как следствие, новые возможности трудоустройства. Обратная ситуация массовой цифровизации в том, что растет риск стать безработным, получать заработную плату меньше, чем раньше. Это связано с тем, что инновации позволяют тратить меньше ресурсов, но при этом производить большее количество товаров и услуг[1].

В данный момент существует большое количество различных цифровых бизнес-идей, которые предприниматели могут реализовать. Это может быть разработка программного обеспечения, создание приложений и так далее.

Для более «продвинутых с цифровой точки зрения» предпринимателей есть возможность работы с искусственным интеллектом и машинного обучения. В данной сфере сложно предугадать, будет проект успешным или нет. Только результаты деятельности могут показать, стоит ли продолжать выбранный проект[3].

Предпринимателю необходимо обладать определенными навыками:

- цифровой маркетинг (использование цифровых технологий для взаимодействия с потенциальными клиентами, поддержание их интереса);
- талант нетворкинга (понимание возможностей каждой платформы, разработка стратегий, чтобы стартап был замечен в каждой социальной сети);
- цифровая архитектура бизнеса (использование современных цифровых способов построения бизнеса);
- креативность (проявление креативности и таланта для того, чтобы оставаться конкурентоспособным);
- лифтерский питч (использование такого описания продукта или услуги, которое сможет привлечь внимание потребителей и инвесторов, оно должно заставить захотеть узнать больше о продукте)[2].

Большая часть услуг возможна только при личном контакте, однако все промежуточные операции предприниматели стараются перевести в онлайн. Например, сейчас везде можно записаться или заказать услугу онлайн, даже ни с кем не разговаривая. Также процесс оплаты происходит через онлайн банки. При этом появилась потребность в услугах, связанных с IT-технологиями, цифровым предпринимательством, веб-дизайнами и так далее. Подобные услуги полностью имеют дистанционный характер. Например, набирающая популярность профессия – фрилансер.

Фрилансер - это человек, который самостоятельно ищет себе работу, выполняет работы для различных предприятий в интернет среде. Заработок фрилансера обычно складывается из оплаты за каждую работу почасовую или сделанную. Сама работа носит краткосрочный характер.

Официально фрилансер может быть нигде не трудоустроен, его может нанять любая компания для определенной работы. Как правило, у фрилансера несколько проектов для разных предприятий или индивидуальных предпринимателей. Чаще всего это работа, связанная с копирайтингом, веб-дизайном, графическим дизайном, разработка сайтов и страниц в социальных сетях[4].

При предоставлении услуг дистанционно возникает ряд проблем. Одной из проблем, которая является следствием несовершенного регулирования, является отсутствие защиты интернет-потребителей, поскольку существует высокий уровень интернет-мошенничества, который негативно влияет на электронный бизнес добросовестных предпринимателей.

Также и продавцы подвержены мошенничеству со стороны потребителей. Зачастую сложно и почти невозможно отследить мошенника и вернуть свои деньги. Например, на известной электронной платформе Aliexpress долгое время потребители могли не получить свой товар и деньги не возвращались, с другой стороны страдали добросовестные продавцы, у которых покупатель просил возврата денег, хотя товар был в отличном состоянии.

Для продавцов появляется дополнительная проблема – потенциальных конкурентов становится больше. Конкуренция становится более масштабной из-за того, что цифровое предпринимательство не ограничивается территорией.

Отрасль цифрового предпринимательства очень быстро растет. Это объясняется удобством для покупателя (быстрая покупка, бронирование без личного визита, большой ассортимент товаров и услуг) и производителя (экономия на персонале, торговых площадках, а также низкие барьеры для входа). Для потребителя и продавца нет ограничения в территории, из-за чего возможностей в разы больше. В период пандемии цифровизация помогла предприятиям держаться «наплаву», а потребителям без труда получать товары, не выходя из дома.

В настоящее время сложно найти компанию, которая не применяла бы средства цифровой экономики. Начиная с интернет сайтов и страниц в социальных сетях, и заканчивая онлайн продажей своего товара[5].

Целью цифровой трансформации организационных механизмов управления инновационным развитием предприятий сферы торговли и услуг является воплощение в жизнь успешной долгосрочной бизнес-стратегии предприятия на инновационных принципах, что предполагает активизацию инновационного развития и переход привычных рабочих процессов на качественно новый уровень.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Беликова, К. М. Цифровая интеллектуальная экономика: понятие и особенности правового регулирования (теоретический аспект) / К. М. Беликова // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. - 2018. - № 8 (99). С. - 82-85.

2 Бодяко, А.В. Проблемы развития методологии учета и контроля в условиях институциональной экономики инновационного типа. Том 3. О перспективах «цифрового формата» учета, контроля и отчетности / А.В. Бодяко. - М.: Русайнс, 2017. - 460 с.

3 Ведута Е. Цифровая экономика приведет к экономической киберсистеме // Международная жизнь. – 2017. – № 10. – С. 87–102.

4 Капустин, С. Н. Цифровизация выставочной индустрии: достижения, перспективы, вызовы [Текст] / С. Н. Капустин, К. В. Симонов // Инновации. - 2018. - № 9. - С. 74-85

5 Усанов, И.Г. Оценка трансформации бизнес-среды предпринимательских структур г. Комсомольска-на-Амуре / И.Г. Усанов, П.Д. Костыгина // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов. Материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. Комсомольск-на-Амуре, 2017, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 года С. 574-576.

УДК 331.08

Капустенко Ирина Сергеевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Kapustenko Irina Sergeevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Миляева Ульяна Олеговна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: cardem@bk.ru

Milyaeva Ulyana Olegovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: cardem@bk.ru

Горбунов Павел Константинович – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: gorbunovpavel2015@gmail.com

Gorbunov Pavel Konstantinovich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: gorbunovpavel2015@gmail.com

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

ANALYSIS OF MODERN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению различных устоявшихся методов управления персоналом, а также, предлагаются направления по их совершенствованию.

Abstract. This article examines the various well-established methods, and suggests measures to change them.

Ключевые слова: управление персоналом, методы управления, персонал.

Key words: personnel management, management methods, personnel.

Одним из основных аспектов функционирования компании, от самых маленьких и до глобальных корпораций, является управление персоналом. Для успешного функционирования компании необходимо правильно подобрать методы управления персоналом. Однако, подобрать правильный метод управления персоналом – очень непростая задача. Для решения данной проблемы необходимо проанализировать имеющиеся методы управления персоналом (УП).

Итак, сначала нужно понять, что подразумевается под «методами управления персоналом». Методы УП – это система приёмов, используемых руководителями для воздействия на отдельно взятых сотрудников и целый коллектив для достижения максимально эффективного выполнения ими своих обязанностей. [1]

Основными и наиболее используемыми методами являются административные, экономические и социально-психологические.

Первые рассматриваются с точки зрения жестких регламентов, построения их системы. [2]

Экономические методы включают в себя предпринимательские механизмы, состоящие из финансовых воздействий на сотрудников в сумме с принципами соизмерения затрат с полученными результатами.

Социально - психологические методы можно охарактеризовать как наиболее признанными в современном менеджменте. Они основаны на духовном влиянии сотрудников совместно с принятыми в данной компании социальными порядками, поскольку задействуется как индивидуальная работа с отдельными работниками, так и с коллективом в целом. [3]

Данные методы можно считать адаптивными, так как на практике корректировки в них вносятся различными руководителями и по сей день. Предпосылками к этому послужило развитие инновационных технологий. Поскольку в современном мире сфера услуг становится все более востребованной, где социальное поведение становится основой множества предприятий, машина стала «помощником» человека, а не наоборот. [4]

Следовательно, акцент в настоящее время делается на персонал и его социально-психологические аспекты. Кроме того, природа, а именно коммуникабельность человека помогает подстраиваться к окружающей среде. В нашем случае корпоративной, что в дальнейшем способствует снижению эффективности стандартных методов. [5]

В результате изучения вопросов по данной теме был получен материал, анализ которого позволил заключить, что перспективу для разрешения проблематики открывает введение в устоявшиеся методы УП следующих принципов:

Первый – устранение споров, разногласий и конфликтов по каким-либо рабочим моментам.

Второй – регулярное проведение собраний руководителей всех уровней для повышения понимания установок новой философии, создания возможности использования инклюзивных методов и соблюдения принципов гуманизма.

Третий – проведение оптимизации систем оплаты труда с учётом инфляции и квалификации, которую следует пересматривать ежегодно.

В подтверждение данной теории можно взять примеры двух известных компаний, где раскрываются принципы их успешных трансформаций в системе УП.

Компания Linux внедрила открытый исходный код для разработки продуктов, то есть исходный код программ стал доступен для просмотра, изучения и изменения любым пользователям, что послужило устранению конфликтов между разработчиками, и привело к большей организованности подразделений.

Корпоративная культура компании Toyota переосмыслила работу каждого подразделения, сделав акцент на штатных сотрудников – группу разработчиков и новаторов. Их принцип заключается в том, что даже рядовой сборщик может принести новые идеи. Отсюда следует сделать вывод, что каждый сотрудник - это вклад в процветание фирмы, поэтому разделения на классы «важности» быть не должно. [6]

Развивая концепцию совершенствования стандартных методов управления персоналом, можно сделать вывод, что для эффективной работы компании немаловажным фактором является индивидуальный подход как к каждому сотруднику предприятия, так и ко всему коллективу в целом. Прежде всего стоит составить и изучить психологический портрет персонала компании, а затем принимать решения по корректировке механизма управления им.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 И. Б. Тесленко, А. М. Губернаторов, С. Ю. Коваленко, М. П. Вахромеева, Н. Б. Михайлик Управление персоналом: учеб. пособие / И. Б. Тесленко, А. М. Губернаторов, С. Ю. Коваленко, М. П. Вахромеева, Н. Б. Михайлик. – Владимир : ВлГУ, 2016. – 82 с.

2 Административные методы управления персоналом. – Текст : электронный // Контур.ру: электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 1988-2021. – URL: <https://kontur.ru/articles/4396> (дата обращения 07.11.2021).

3 Фетисова М.М., Корешкова А.Б., Горшкова Е.С., Алябьева Т.А. Современные методы управления персоналом и пути совершенствования // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 195-196.

4 Усанов, И.Г. Актуализация проблем формирования трудового потенциала территорий опережающего развития / И.Г. Усанов., Ю.В. Бурцева. – Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов: в 2 частях. 2018 г. – Комсомольск-на-Амуре, 09–20 апреля 2018. – С. 272-276.

5 Усанов, И.Г. Методы мотивации персонала: генезис теории и практики / И.Г. Усанов, А.В. Перельгин. – Ученые записки Комсомольского-на-Амуре Государственного Технического Университета. 2018 г. - Комсомольск-на-Амуре, 2018. – С. 105-109.

6 НАФО.рф: площадка общения : сайт. – Москва, 2020. – URL: <https://is.gd/YZZWz0> (дата обращения 07.11.2021). – Режим доступа: свободный.

УДК 331.1

Капустенко Ирина Сергеевна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Kapustenko Irina Sergeevna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: irina_kapustenko@mail.ru

Мирзаева Марьям Ибраимовна – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: mirmaryal@mail.ru

Mirzaeva Maryam Ibraimovna – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: mirmaryal@mail.ru

КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА

CORPORATE CULTURE

Аннотация. В статье раскрывается понятие корпоративной культуры, рассмотрены ее типы и цели, а также значение корпоративной культуры персонала.

Abstract. The article reveals the concept of corporate culture, examines its types and goals, as well as the importance of corporate culture of staff.

Ключевые слова: корпоративная культура, структура корпоративной культуры предприятия, внешние и внутренние проявления, текучесть кадров.

Key words: corporate culture, the structure of corporate culture of the enterprise, external and internal manifestations, staff turnover.

Корпоративная культура – необходимый элемент для любой компании. Данное понятие можно разъяснить, как совокупность предположений, накопленных в коллективе, подтвердивших собственную результативность, которые разделяются всеми членами коллектива и задают общие рамки поведения.

Организационная культура каждой организации неповторима. Невозможно взять и перенести ее без изменений в другой коллектив. Эта оптимальная форма взаимодействия между сотрудниками создается со временем, приходит с опытом. Ее основной задачей является не только создание комфортной среды, но и нацелен-

ность на результат. Основой для развития предпринимательства и движения вперед на сегодняшний день служит сплоченный коллектив единомышленников. Такого рода связкой между сотрудниками служит общепринятая культура поведения в организации [3, стр. 37].

Организация будет развиваться как одно целое только лишь в том случае, когда каждый сотрудник компании будет осознавать собственную значимость, задачи личного и глобального характера, общие цели. Эффективная корпоративная культура в то же время служит идеальной средой для самореализации сотрудников [2, стр. 132].

Структура корпоративной культуры предприятия включает в себя следующие главные элементы:

1. Миссия. Любое решение, которое принимается в коллективе, должно основываться на общепризнанной миссии. Решения, которые ей противоречат, недопустимы.

2. Ценности. Данный набор управленческих принципов поведения, а также мышления, которым подсознательно и может быть неосознанно следуют все сотрудники организации.

3. Практики. Установленные модели поведения, которыми руководствуется коллектив в любых ситуациях.

4. Люди. Каждая знаменитая компания строится, в первую очередь, на сильных сотрудниках. И каждый из работников организации отвечает корпоративной культуре и разделяет ее.

5. История, рассказ. История любой организации своеобразна, а способность раскрыть и донести ее до каждого своего сотрудника, служит одним из ключевых элементов формирования культуры.

6. Место, рабочая среда. Интерьер и архитектура, окружающие сотрудников, оказывают большое влияние на восприятие ими культуры.

Существует пять имоделей построения взаимоотношений в коллективе:

1. «На первом месте команда». В данном случае все сотрудники без исключения, являются приятелями, даже если они работают в разных отделах. Они искренне гордятся успехам команды, радуются достижениям в трудовой деятельности.

2. «Элитарная». Сотрудники все без исключения непрерывно трудятся, не стоят на месте, а постоянно стремятся совершенствовать качество своей работы. Иногда сотрудники работают сверх установленного рабочего времени, а сама работа стоит для них на первом месте.

3. «Дух свободы». Все сотрудники втянуты в общий рабочий процесс, обсуждают новые проекты и текущие дела. Диалог ведется на равных. Эта модель взаимоотношений хорошо подходит коллективам, где немаловажно поддерживать значимость каждого профессионала, и где каждый сотрудник имеет узкую специализацию.

4. «Традиционалисты». Данная модель взаимодействия создается на устаревших законах и восприятии иерархии в команде. Каждый отдел и каждый сотрудник имеет свою строгую роль. Контакты между сотрудниками практически отсутствуют. Сотрудники выполняют рутинную работу в рамках своих полномочий.

5. «Кочевники». В этом коллективе отсутствует порядок и нет даже намека на совместную работу. Имеется высокая текучесть кадров: из-за недовольства морально-психологическим климатом. Доходы сильно зависят от его изменений на рынке.

Основные средства такого рода организации – это контракты с рекламодателями или пожертвования.

Две основные цели эффективной корпоративной культуры: сформировать внутреннюю целостную корпоративную структуру и увеличить шансы на успех во внешней среде.

Кроме формирования улучшенной репутации и удовлетворения клиентов, можно отметить и внутренние проявления корпоративной культуры:

- минимальная текучесть кадров – сотрудники любят свою работу, у них отсутствуют причины для увольнения;

- счастливые сотрудники – довольные, не отвлекаются на негативные мысли и обсуждения;

- заинтересованность соискателей – каждая опубликованная вакансия вызывает живой отклик среди потенциальных кандидатов;

- более продуктивный коллектив – он работает, как единый организм, и действует в одном направлении;

- эффективное принятие решение;

- повышение доходов и стабильный рост – важный результат приложения стараний в направлении формирования корпоративной культуры сотрудников, руководителя.

Именно лидеры занимаются формированием основ и задач корпоративной культуры, как осознанно, так и неосознанно. Обойтись без корпоративной культуры в современной организации невозможно. Значение корпоративной культуры персонала состоит в превращении компании в команду. Когда нет команды, невозможно достичь успехов и больших результатов, а без результатов нет и бизнеса. С помощью корпоративной культуры можно оказывать влияние на эффективность трудовой деятельности команды, и как следствие, – на увеличение прибыли. Она позволяет оставить в команде хороших специалистов и снизить текучесть кадров, за которой всегда кроется уровень профессионализма работников. А чем профессиональнее коллектив, тем результативнее его действия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кудрякова, Н.В. Анализ системы подготовки инженерных кадров в г. Комсомольске-на-Амуре / Н.В. Кудрякова. – Современные тенденции развития системы образования: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. 2018 г. – ООО «Издательский дом «Среда» (Чебоксары)», 28 марта 2018. – С. 159-162.

2 Кузнецова, О.Р. К вопросу о подготовке инженерных кадров / О.Р. Кузнецова. – Научный альманах. 2017 г. - ООО «Консалтинговая компания Юком», 2017. – С. 131-134.

3 Лапшова, О. А. Управление человеческими ресурсами: учебник и практикум для вузов / О. А. Лапшова [и др.]; под общей редакцией О. А. Лапшовой. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 406 с.

УДК 658.336

Ковалева Анастасия Михайловна – магистрант, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», e-mail: nastyakov94@yandex.ru

Kovaleva Anastasiia Mikhailovna – student, Samara National Research University, e-mail: nastyakov94@yandex.ru

Хаймович Александр Исаакович – д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологий производства двигателей, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», e-mail: berill_samara@bk.ru

Khaimovich Alexander Isaakovich – Doctor of Technical Science, Docent, Head of Technology of engine manufacturing Department, Samara National Research University, e-mail: berill_samara@bk.ru

Калакова Елизавета Сергеевна – магистрант, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», e-mail: linavi27@yandex.ru

Kalakova Elizaveta Sergeevna – graduate student, Samara National Research University, e-mail: linavi27@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА

DEVELOPMENT OF MAIN PRINCIPLES AND METHODS FOR COMPETENCY ASSESSMENT OF A MANUFACTURING ENGINEER

Аннотация. В данной статье приведен обзор методов оценки компетенций персонала, их основные принципы, сферы применения, достоинства и недостатки. Более подробно рассмотрены такие методы, как: метод анализа иерархий, метод экспертных оценок, матрица соответствия, дом качества. Также в данной статье рассмотрены классификации компетенций персонала по различным критериям.

Abstract. This article provides an overview of methods for assessing the competence of personnel, their basic principles, scope, advantages and disadvantages. The following methods are considered in more detail: the method of analytic hierarchy process, method of expert assessment, compliance matrix, quality function deployment matrix. Also, this article discusses the classification of personnel competencies according to various criteria.

Ключевые слова: оценка персонала, компетенции, метод анализа иерархий, метод экспертных оценок, матрица соответствия, дом качества.

Key words: assessment of personnel, competence, analytic hierarchy process, method of expert assessment, compliance matrix, quality function deployment matrix.

Оценка персонала по компетенциям необходима для эффективного управления человеческими ресурсами. Оценка заключается в том, чтобы определить набор компетенций сотрудника, сопоставить их с эталонным вариантом для конкретной должности и принять обоснованное управленческое решение, как приблизить сотрудника к «эталону».

Компетенции – набор личностных и профессиональных качеств сотрудника, знаний, умений и навыков, которые требуются для эффективного выполнения работы и достижения поставленных результатов.

Выделяют, «soft» компетенции – лидерские, управленческие качества и навыки, способность работать в коллективе, а также «hard» компетенции – функциональные качества и навыки, составляющие техническую часть работы. [1]

В базовой классификации компетенций выделяют следующие виды компетенций, определяющие эффективность работы [2]:

- компетенции личностные, также включающие когнитивные компетенции, знания и понимание;
- компетенции профессиональные, в том числе функциональный, психомоторный и прикладной навык;
- компетенции индивидуальной эффективности, в том числе концептуальные и операционные социальные компетенции, поведение и отношения.

Для оценки степени владения компетенциями у сотрудников можно классифицировать их по уровням проявления компетенций, таких как: начальный уровень, уровень развития, уровень опыта, уровень мастерства, уровень эксперта. Такая классификация будет способствовать более объективной оценке компетенций у сотрудника и даст четкое осознание своего уровня развития компетенций сотрудникам.

Подобным способом можно оценивать не только профессиональные компетенции, но и личностные компетенции, например, такие как: лидерство; принятие решений; ориентация на достижения; работа в команде; аналитическое мышление; лояльность.

Цель оценки персонала – определить степень подготовленности работника к выполнению того вида деятельности, которым он занимается, а также выявить уровень его потенциальных возможностей для оценки перспектив роста, а также разработки кадровых мероприятий, необходимых для достижения целей кадровой политики.

Методы оценки персонала можно разделить на качественные и количественные. Качественные методы позволяют собрать теоретическую информацию (психологические портреты сотрудников или претендентов на должность, экспертные заключения о соответствии сотрудника занимаемой им должности), а количественные методы дают конкретные цифры, характеризующие показатели эффективности работы сотрудника (уровень эффективности, процент выполнения рабочего плана, количество ошибок).

Количественные методы для оценки персонала включают в себя следующие способы: метод точной балльной оценки, метод свободной балльной оценки, ранговый метод, метод суммируемых оценок, система группировок.

Качественные методы для оценки персонала: матричный, система произвольных характеристик, оценка выполненных задач, «360 градусов», групповая дискуссия.

Также можно выделить наиболее распространенные методы оценки компетенций персонала: интервью, тестирование, аттестация, метод эталонов, внутренняя или внешняя экспертная оценка, деловые игры, ассессмент-центр, управление по целям, управление результативностью, метод дневников, оценка KPI (key performance indicators).

Для более тесной связи с потребностями конкретного работодателя, автор предлагает применить ряд методов системного анализа и управления качеством для того, чтобы выявить (дать объективную ранговую оценку) ключевым компетенциям сотрудника непосредственно в контексте выполняемых им производственных зада-

ний с учетом потенциала профессионального роста сотрудника. К выбранным методам следует отнести:

1. Метод анализа иерархий [3].

Метод анализа иерархий предлагает рассмотреть процесс принятия решения по следующим этапам: постановка задачи, разбиение задачи на составные части, построение иерархии критериев и уровней данной задачи, определение веса критериев, отражающий его относительную значимость и влияние на результат, составление матриц и принятие решения на основе их содержательного анализа.

Данный метод больше подходит для случаев, когда принятие решения выбора наилучшего варианта из множества альтернатив основывается на предпочтениях одного лица (начальника, работодателя, эксперта).

2. Метод экспертных оценок [3].

Метод экспертных оценок подразумевает оценку сотрудника по заранее выработанной шкале путем обозревания его экспертами с последующей регистрацией их оценочных суждений.

3. Матрица соответствия.

Матрица соответствия требований – это двумерная таблица, содержащая соответствие функциональных требований продукта и подготовленных тестовых сценариев. Матрица компетенций – это таблица с данными о наборе компетенций сотрудников. Матрица соответствия компетенций может использоваться для валидации покрытия требуемых характеристик для каждой должности компетенциями сотрудника.

4. Дом качества (QFD-метод).

Дом качества – метод, в котором отображается связь между фактическими показателями качества (обобщенными потребительскими характеристиками, функциональными качествами, компетенциями персонала) и узкими показателями, охватывающими техническую составляющую (требования к навыкам, должностные обязанности). Дом качества предполагает использование экспериментально разработанного «эталона» в качестве инструмента настройки реальности.

Предложенные методы в их взаимосвязи должны быть адаптированы под задачу компетентностной оценки сотрудников, что является целью дальнейших исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Труфанов С.А. Формирование и удержание ключевых компетенций организации в системе конкурент-менеджмента / С.А. Труфанов. -Ростов н/Д: Профпресс, 2014. -232с.

2 Чуланова, О. Л. Компетентностный подход в работе с персоналом: теория, методология, практика : монография / О.Л. Чуланова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. – 292 с. – (Научная мысль). – DOI. 10.12737/18002. - ISBN 978-5-16-016931-6.

3 Волкова В.Н. Моделирование систем и процессов : учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – Москва : Издательство Юрайт, 2015. – 450 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-5493-7.

УДК 338.242

Копылова Наталия Александровна – канд. экон. наук, доцент, доцент базовой кафедры «Управление проектами и программами Capital Group» ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», e-mail: Kopylova.NA@rea.ru

Kopylova Nataliya Alexandrovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of the Base Department «Project and Program Management Capital Group», Plekhanov Russian University of Economics, e-mail: Kopylova.NA@rea.ru

Второва Мария Борисовна – студент, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», e-mail: Vtorova.M@edu.rea.ru

Vtorova Maria Borisovna – student, Plekhanov Russian University of Economics, e-mail: Vtorova.M@edu.rea.ru

Аношина Дарья Евгеньевна – студент, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», e-mail: Anoshina.D@edu.rea.ru

Anoshina Daria Evgenevna – student, Plekhanov Russian University of Economics, e-mail: Anoshina.D@edu.rea.ru

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА СИСТЕМУ МОТИВАЦИИ ТРУДА

THE IMPACT OF THE PANDEMIC COVID-19 ON THE LABOR MOTIVATION SYSTEM

Аннотация. В центре внимания статьи – мотивация работников в условиях пандемии. Авторами был проведён опрос, какое влияние оказала пандемия COVID-19 на мотивацию сотрудников. Результаты опроса позволили определить причины изменения мотивации работников, а также рекомендовать меры по адаптации системы мотивации к современным условиям.

Abstract. The article focuses on motivating workers in a pandemic. Authors conducted a survey on the impact of the COVID-19 pandemic on employee motivation. The results of the survey made it possible to determine the reasons for the change in the motivation of workers, as well as to recommend measures to adapt the system of motivation to modern conditions.

Ключевые слова: система мотивации, человеческий капитал, конкурентоспособность, изменения, пандемия.

Key words: motivation system, human capital, competitiveness, change, pandemic.

Введение

Человеческий капитал является одной из важнейших составляющих работы организации, поэтому его развитие гарантирует продуктивную и эффективную деятельность организации, её удержание на рынке [2]. В свою очередь работа сотрудников напрямую зависит от системы мотивации, организованной руководителем для обеспечения всеобщей вовлечённости сотрудников, их сплочённости и отношение к работе. Ситуация пандемии обуславливает то, что сотрудники испытывают давление таких факторов, как неуверенность в финансовом благополучии, тревожность по поводу их состояния здоровья и здоровья родственников. Эти факторы, а также увеличение объёмов работы в дистанционном формате ставят перед руководителями задачу по адаптации мотивационных систем.

Основная часть

Для того чтобы изучить характер влияния пандемии на мотивацию работников, нами был составлен опросник. В фокус-группу вошли представители разных сфер профессиональной деятельности, которые ощутили воздействие пандемии на рабочий процесс.

Результаты опроса позволяют сделать вывод, какие изменения мотивации работников произошли в связи с обстановкой, вызванной пандемией, и по каким причинам, а также на основе этого были разработаны рекомендации по адаптации систем мотивации к современным условиям.

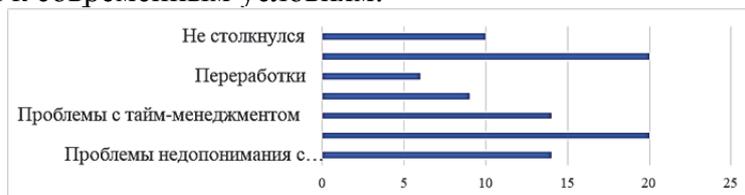


Рисунок 1 – Трудности, с которыми столкнулись представители фокус-группы во время пандемии

По данным рисунка 1 видно, что наиболее распространёнными трудностями, с которыми столкнулись сотрудники, являются профессиональное выгорание, недостаток коммуникации.

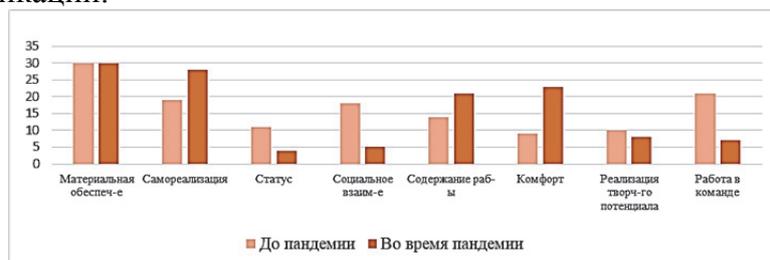


Рисунок 2 – Факторы мотивации работников

Данные трудности в большей мере повлекли за собой изменения движущих факторов труда работников (рисунок 2) – повысилась потребность в самореализации, в комфортных условиях работы, а также увеличился интерес в содержании выполняемой работы. При этом прослеживается неизменность уровня важности материальной составляющей процесса мотивации.

Это можно объяснить воздействием пандемии на морально-психическое состояние человека, а именно на его чувство благополучия, которое включает в себе иерархию потребностей человека, напрямую связанную с мотивацией. Среди таких потребностей выделяются: устойчивое финансовое состояние, обеспечение безопасности и должного состояния здоровья, принадлежность к социальной группе и социальное взаимодействие, потребность в признании и уважении, самореализация и любовь к осуществляемой деятельности [6]. Данные составляющие благополучия человека попали под воздействие обстановки пандемии, и поставили многих сотрудников в уязвимое положение.

Результаты

Нами выявлены изменения в трудовой деятельности сотрудников и предложены инструменты управления (таблица 1).

Таблица 1 – Изменения в мотивации и инструменты воздействия

Изменения	Инструменты
Потребность в стабильности	Честное отношение к сотрудникам и помощь при увольнении
Психическое и физическое здоровье	Забота о здоровье и безопасности
Меняющиеся условия	«Гибкий» подход в постановке целей и оценке сотрудников
Сокращение социального взаимодействия	Настроенная коммуникация, обратная связь
Потребность в самореализации	Обновление и расширение сферы деятельности сотрудника
Профессиональное выгорание	Проработка жалоб сотрудника, проявление внимания

И первое, что вызвало тревожность у сотрудников – это чувство стабильности и гарантии рабочего места. Из-за сложившейся ситуации многие бизнесы были вынуждены сократить штаты сотрудников, а некоторые и вовсе не смогли обеспечить собственное существование. Обеспечение уверенности в сохранении занимаемой позиции сотрудником закрывает самую первую потребность в иерархии, обозначенной выше, и располагает к снижению стрессовых условий. Здесь руководитель выполняет роль гаранта стабильности и «защитника» сотрудников организации.

Двигаясь по потребностям человека, составляющим его «благополучие», забота о их психическом и физическом здоровье, гибкий подход к оценке сотрудников, могут в разы улучшить их мотивацию к работе [4]. В современных условиях работникам становится труднее поддерживать привычный уровень мотивации и стремления добиться поставленных целей, большее внимание акцентируется на обеспечении комфорта, связанного со сложившейся ситуацией повышенного риска, а именно внимание к чувству тревожности, возникающему при нарушении привычного темпа жизни, забота о здоровье и безопасности. Что может обеспечить руководитель за счёт предоставления средств индивидуальной защиты, услуг психолога, организации онлайн занятий по поддержанию физической формы. Консервативные требования к сотрудникам и методы оценки эффективности их рабочей деятельности и поощрения будут неактуальными и способны поставить сотрудников в стрессовые условия, которые не позволят им полностью открыться для максимизации успеха деятельность организации.

Решением, отвечающим на неопределённость обстановки, будет постановка целей и оценка сотрудников «гибким» методом, что позволит более чутко реагировать на постоянно меняющиеся условия, актуализировать способы достижения целей, а также, со стороны сотрудника, более свободно распределять время, обеспечивает заданный уровень ответственности и подстроить режим работы под сложившееся морально-психическое состояние, а также оценка результатов труда, а не полного процесса по его достижению [1]. В данных условиях сотрудник будет держать в приоритете достижение поставленных перед ним целей тем способом, который будет наиболее эффективен для него, и в большей степени использовать собственные навыки.

Другим важным фактором, повлиявшим на работу и мотивацию сотрудников выступает сокращение социального взаимодействия, в частности связанное с переводом работников в удалённый режим работы. Главным решением выступает построение прочной коммуникации, в том числе отлаженной обратной связи и взаимодействия между коллегами. В условиях коронавируса и дистанционного формата привычный способ коммуникации становится невозможным [3], сотрудники и так не имеют возможность живого взаимодействия друг с другом и с руководством, так и без чёткого настроенного процесса коммуникации затрудняется работа, создаётся непонимание и незнание актуальной информации, планов, целей и принимаемых решений со стороны руководства, а также теряется способность обсуждения не устраивающих и мешающих работать факторов [5]. Необходимый уровень социального взаимодействия, также создаёт благоприятные условия для эффективной работы и проявления собственных навыков в командной работе и сокращения издержек в такой работе, а именно экономия временных ресурсов, предотвращение ошибок, улучшение качества результата.

Следующим фактором выступает вопрос самореализации и профессионального выгорания. Монотонность работы, отсутствие того же социального взаимодействия могут легко привести к выгоранию. Предотвратить данный процесс можно за

счёт расширения и обновления сферы деятельности сотрудника. Проработка жалоб сотрудников и определение направления вектора их развития. Предоставление возможности работы над новой сферой навыков разбавит рутинный режим работы и принесёт азарт в привычную рабочую деятельность работников. Также такое проявление внимания со стороны руководителя к сотрудникам может закрыть и потребность в уважении и признании со стороны руководства и команды, повышая восприятие собственной значимости со стороны сотрудника [1].

Все вышеперечисленные факторы, которые были вызваны резким изменением привычного всем режима работы и которые, в свою очередь, внесли коррективы в устоявшуюся систему мотивации, послужили поводом для ее переосмысления и предложения новых путей стимулирования и мотивирования персонала, что и было сделано на основе анализа фокус-группы.

Выводы

Таким образом можно сделать следующий вывод, что в связи с постоянно меняющимися условиями необходимо умение правильно оценить обстановку и состояние работников и адаптировать систему мотивации в соответствии с внешними факторами и потребностями команды, что обеспечит благополучную обстановку для развития организации и достижения высоких результатов в её деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 2020, выгорание и стресс: как мотивировать сотрудников во время пандемии // www.esquire.ru[сайт]. — URL: <https://esquire.ru/articles/227603-2020-vygoranie-i-stress-kak-motivirovat-sotrudnikov-vo-vremya-pandemii/#part1> (дата обращения: 20.11.21)

2 Копылова, Н. А. О факторах, препятствующих реализации национальных проектов блока «человеческий капитал» / Н. А. Копылова // Наука. Исследования. Практика : сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 26 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 165-168.

3 Копылова, Н. А. Ключевые направления развития цифровой экономики в России и в мире / Н. А. Копылова, Ц. Ван, Ш. Лю // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – Т. 2. – № 10. – С. 24-31.

4 Литвинюк, А. А. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. Теория и практика : учебник для бакалавров / А. А. Литвинюк. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 398 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-3610-0. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/425887> (дата обращения: 06.11.2021)/

5 Менеджмент организации / О. В. Баландина, А. Б. Вешкурова, Н. А. Копылова [и др.]. – Москва-Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 565 с. – ISBN 978-5-4499-0717-2.

6 Мотивация и стимулирование трудовой деятельности : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Ю. Трапицын [и др.] ; под общей редакцией С. Ю. Трапицына. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 314 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-8271-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/433738> (дата обращения: 06.11.2021)

УДК 004.9

Ломазов Александр Вадимович – аспирант, ФГАОУ ВО «Белгородский национальный исследовательский университет», e-mail: lomazov_a@bsu.edu.ru

Lomazov Alexander Vadimovich – postgraduate student, Belgorod National Research University, e-mail: lomazov_a@bsu.edu.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКСПЕРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

INFORMATION SUPPORT OF EXPERT TECHNOLOGIES IN ANALYSIS OF REGIONAL SOCIO-ECONOMIC PROJECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES

Аннотация. В статье рассматривается проблема анализа хода выполнения региональных социально-экономических проектов устойчивого развития сельских территорий. Показана целесообразность применения экспертных технологий, для чего требуется специализированное информационно-алгоритмическое обеспечение. Разработана структура интеллектуальной информационно-аналитической системы анализа региональных социально-экономических проектов развития сельских территорий, основанной на использовании экспертных знаний.

Abstract. The article discusses the problem of analyzing the progress of regional socio-economic projects for sustainable development of rural areas. The expediency of using expert technologies is shown, which requires specialized information and algorithmic support. The structure of the intellectual information-analytical system for the analysis of regional socio-economic projects for the development of rural areas, based on the use of expert knowledge, has been developed.

Ключевые слова: социально-экономический проект, сельские территории, экспертные технологии, системы искусственного интеллекта.

Key words: socio-economic project, rural areas, expert technologies, artificial intelligence systems.

Экспертные технологии, благодаря универсальности подхода и практической полезности, получают в настоящее время все большее применение при анализе различного рода (агротехнологических, инновационно-инвестиционных, социально-экономических и др.) проектов (например, [1-4]). Однако процедуры экспертного оценивания в силу сложности организации многоэтапных экспертиз с привлечением большого числа экспертов нуждаются в цифровой информационной поддержке. Специальное информационно-алгоритмическое обеспечение необходимо для обработки экспертных суждений относительно значимости показателей проекта, а также для представления знаний о предметной области (социально-экономическому развитию сельских территорий) [5].

Основным результатом работы является разработка структуры информационно-аналитической системы анализа региональных социально-экономических проектов развития сельских территорий, графически представленной на рисунке 1.

Управление работой информационно-аналитической системы осуществляет администратор, в функциональные обязанности которого входит ввод нормативных данных программы, устанавливаемых при ее первоначальной разработке (настройке), и данных мониторинга для ее выполнения, для чего требуется предусмотрен

специальный компонент системы (*Компонент ввода данных*). Раздельное хранение этих типов данных в разных базах данных (*База нормативных данных* и *База данных мониторинга*) позволяет использовать различные форматы представления информации и разграничить доступ для обеспечения необходимого уровня безопасности данных.

Пользователи системы (*Эксперт, Когнитолог, Аналитик*) взаимодействуют с ней на ограниченном подмножестве естественного языка (отражающем специфику сельских территорий) с помощью *Лингвистического процессора*. *Эксперт* и *Когнитолог* выполняют заполнение баз знаний (*База лингвистических переменных* и *База нечетких производственных правил*), разделение которых отражает специфику используемого методологического аппарата (и предметной области) и является еще одной особенностью разработанной системы.

Обработка знаний и фактов (данных) на основе алгоритма нечеткого вывода Мамдани выполняется (как часть решения задачи анализа) *Машиной вывода*. После чего ее результат (в виде оценки хода выполнения проекта и рекомендаций по его возможной корректировке) передается в область рабочей памяти (*Доску объявлений*), а затем (через лингвистический процессор) передается пользователю *Аналитик*, который устанавливает задачу. По специальному запросу *Аналитик* может получить обоснование результатов, генерируемых специальным компонентом (*Компонент объяснений*), который может служить дополнительной проверкой правильности системы и повышает уверенность в разработанных рекомендациях.

Применение экспертных технологий при решении задач анализа выполнения проектов устойчивого развития сельских территорий обусловлено высокими требованиями к управлению социальными, экологическими, экономическими, агротехнологическими и научно-инновационными процессами в рамках реализации проектов. При этом необходимый уровень управления не может быть достигнут без широкого использования современных цифровых интеллектуальных технологий. Предложенный вариант структуры интеллектуальной информационно-аналитической системы может быть использован при разработке информационного обеспечения анализа региональных проектов развития сельских территорий.

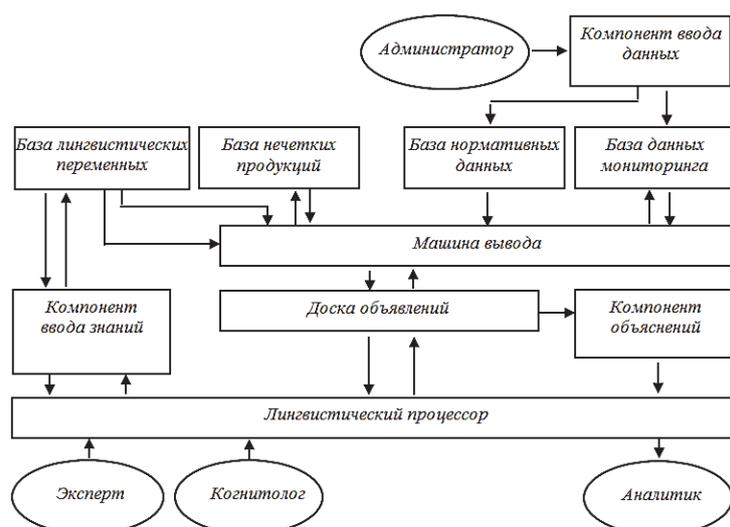


Рисунок 1 – Структура информационно-аналитической системы анализа региональных социально-экономических проектов развития сельских территорий

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00855.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Петросов, Д. А. Теоретические основы многокритериального экспертного оценивания инновационных агро-бизнес проектов (модели, методы и программная реализация) / Д.А. Петросов, В.А. Ломазов, А.И. Добрунова, В.А. Игнатенко.– Белгород: БелГАУ, 2018.– 197 с.

2 Ломазов, В. А. Информационное моделирование инновационно-инвестиционных проектов / В.А. Ломазов, В.И. Ломазова, В.Л. Михайлова, Д.А. Петросов // Успехи современного естествознания.– 2015.– № 1-2.– С. 339-340.

3 Ломазов, В. А. Система поддержки принятия решений на основе нечетких показателей оценки инвестиционных рисков ИТ-проектов / В. А. Ломазов, В. С. Нехотина // Информационные системы и технологии.– 2011.– № 5 (67).– С. 86-89.

4 Ломазов, В. А. Критерии оценки социальных инвестиционных инновационных проектов в сфере здравоохранения / В.А. Ломазов, Е.В. Нестерова // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал).– 2013.– № 8.– С. 48.

5 Ломазов, В.А. Методика вычислительных экспериментов по оценке устойчивости управленческих решений от изменений экспертных суждений / В.А. Ломазов, В.Л. Михайлова, Д.А. Петросов, Л.Н. Тюкова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.–2015.–№ 5-3.–С. 521.

УДК 338.3

Люхо Илья Андреевич – студент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: keltani@mail.ru

Lyukho Ilya Andreevich – student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: keltani@mail.ru

Бянкин Антон Сергеевич – старший преподаватель кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: anton.byankin@yandex.ru

Byankin Anton Sergeevich – senior lecturer of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: anton.byankin@yandex.ru

ЗАПЛАНИРОВАННОЕ УСТАРЕВАНИЕ ПРОДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

PLANNED PRODUCT OBSOLESCENCE AS A TOOL FOR ENSURING THE ENTERPRISE OPERATIONS

Аннотация. Данная работа посвящена анализу явления «сознательного ухудшения» характеристик готовой продукции, его влияния на экономические показатели производства. В статье рассмотрен данный процесс на примере проекта «Комплекс присадок для модификации водоземлюльсионных покрытий».

Abstract. This work is devoted to the analysis of the phenomenon of «conscious deterioration» of the characteristics of finished products, its impact on the economic indicators of production. This process is considered in the article on the example of the project «Complex of additives for modification of water-based coatings».

Ключевые слова: планируемое устаревание продукции, период эксплуатации, циклы кривых спроса.

Key words: planned obsolescence of products, period of operation, cycles of demand curves.

С давних времен человеческие технологии совершенствовались в различных своих направлениях: строительство зданий и сооружений; производство и монтаж аппаратов и оборудования; монтаж и установка инженерных систем. С течением времени менялись как способы решения данных задач, так и конструктивные особенности, их материальное исполнение. Даже сейчас можно застать строения, системы и механизмы, которые были построены столетия назад. Но, к сожалению, наблюдается тенденция ухудшения качества объектов, созданных в разное время для схожих задач [5].

Например, в Москве, здания, построенные в дореволюционный период, до сих пор находятся в достойном состоянии, когда многие более современные аналоги уже требуют капитального ремонта. Капитализм зародился практически в одном периоде истории совместно с промышленностью, внося дополнительное влияние на экономические отношения между производителем и потребителями благ.

Одежда, транспорт, устройства и другие товары, имеющие большой срок хранения при эксплуатации начинают быстрее выходить из строя. Данное явление вызвано желанием производителя получать большее количество прибыли: если потребитель приобретет товар раз и навсегда, то более доходов с данного субъекта деловых взаимоотношений не будет поступать. Если же через какой-то промежуток времени товар выйдет из строя, либо появится его более модифицированный экземпляр, то потребитель частично будет вынужден обратиться к продавцу повторно. Таких решений действительно много, начиная от постепенного внедрения некоторых из доступных технологий в новые партии продукции, до сознательного сокращения срока службы. Понятие «раз и навсегда» уже практически не встречается в рыночной отрасли взаимоотношений, вместо него набирает популярность запланированное устаревание товарной продукции для увеличения спроса в долгосрочной перспективе [3].

Данные способы напрямую влияют на выживаемость предприятий и их выручку, в этой работе будет рассмотрен параметр срока службы продукта и его прямого влияния на ежегодную выручку производства. Относительно данного явления, в 20 веке появился термин «планируемое устаревание», набирающий свою популярность в современности.

В нефтеперерабатывающей промышленности предприятия наиболее часто предусматривают работу с агрессивными средами, в следствие чего металлические объекты неизбежно подвергаются коррозии. Наиболее популярным решением для сокращения потерь, вызванных данным явлением, стало использование защитных покрытий. Помимо коррозии, предприятия нефтепереработки и дальнейшего производства нефтепродуктов сталкиваются с другими не менее важными проблемами, например, сами по себе подобные производства являются огнеопасными [1].

В качестве примера взята работа «Разработка комплекса присадок для модификации вододисперсионных покрытий», в которой рассматривается влияние различных веществ на свойства обыкновенной краски. Авторским коллективом в составе Шакировой О.Г., Проценко А.Е., Люхо И.А. был разработан опытный образец с нанесенным покрытием, выдерживающим воздействие кислых, щелочных сред, растворителей, а также устойчивым к некоторым механическим повреждениям. Данная краска помогает сгладить многие опасные аспекты производства, а также сокращает специфические издержки предприятия по обслуживанию эксплуатируемого оборудования.

С помощью метода чувствительного анализа были исследованы зависимости выраженности полезных свойств от количественного содержания исследуемого

компонента. В следствие чего, после исследования одиночного влияния веществ-присадок, началась отработка результата комплексного применения всех выбранных веществ и оценка влияния их друг на друга.

В результате чего, в работе установлены зависимости и выявлен примерный необходимый состав компонентов. Одной из важных составляющих является сравнительная часть свойств исследуемого продукта и ближайших аналогов, используемых на производстве в качестве защитных покрытий, указанных в таблице 1 [2].

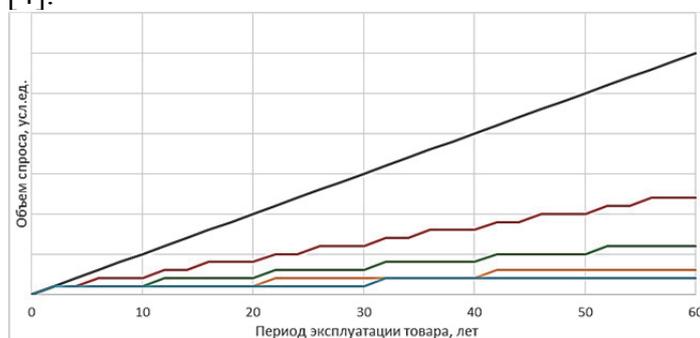
Таблица 1 – Сравнение показателей образца с аналогами

Параметр сравнения	Опытный образец	Полиур. краска	Фосфатная краска	Силикатные покрытия
Огнестойкость	+	-	+	+
Хемостойкость	+	+	-	-
Антикоррозийность	+	+	-	-
Минимальное токсическое воздействие	+	-	-	+
Возможность нанесение распылителем	+	+	+	-
Стоимость за кг, р.	700	2000	1000	5
Период эксплуатации, лет	40-60	2-3	2-3	45-50

Из таблицы видно, что при меньшей стоимости относительно популярной в нефтеперерабатывающей промышленности полиуретановой краски опытный образец обладает не только основными требуемыми свойствами, но и дополнительными преимуществами относительного данного конкурента. Моделируя ситуацию можно предположить, что данное покрытие будет пользоваться большим спросом при выведении его на рынок, но после преодоления момента, когда производства будут обеспечены запасами продукта, потребность в нем будет снижаться на продолжительный срок. А при наличии конкурентных производств, также реализующих эту продукцию цена начнет стремительно снижаться. В данной ситуации хозяйствующему субъекту выгодно производить полиуретановые покрытия, потребность в которых возникает каждые 2-3 года.

Рассмотрим данные тенденции на примере возможного малотоннажного производства, обслуживающего некоторое количество предприятий на локальном ограниченном рынке (рисунок 1).

По полученному графику видно, что при большем сроке эксплуатации товара предприятия будут скупать производимый продукт первые годы работы, после чего потребность в нем будет отсутствовать ближайшие 40-60 лет. При изменении долговечности до 20, 10, 5, 2 лет и одинаковой цене продукции можно наблюдать следующие циклы кривых спроса, а, следовательно, и выручки, получаемой от реализации продукции [4].



черный – 2 года; красный – 5 лет; зеленый – 10 лет;
оранжевый – 20 лет; голубой – 30 лет.

Рисунок 1 – Циклы кривых спроса на продукцию в зависимости от периода ее эксплуатации

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что производство опытного образца с длительным периодом эксплуатации (при прочих равных условиях: локальный ограниченный рынок сбыта, фиксированная цена, неизменный уровень конкуренции и т.д.) менее привлекательно для предприятия. К сожалению, между количеством и качеством во многих случаях доминирует количество, а качество, являясь мерой сравнения между аналогичными товарами, становится не выгодным для производств при отсутствии достойных товаров-конкурентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 S.D. Jiang, Z.M. Bai, G. Tang, L. Song, A.A. Stec, T.R. Hull, Y. Hu, W.Z. Hu, Synthesis of mesoporous silica@Co–Al layered double hydroxide spheres: layer-by-layer method and their effects on the flame retardancy of epoxy resin, ACS Appl. Mater. Interfaces 6 (2014) 14076-14086.

2 Люхо, И.А., Шакирова, О.Г. Комплекс присадок для модификации вододисперсионных покрытий / И.А. Люхо, О.Г. Шакирова // Промышленные покрытия -2021. №3-4. –с. 72-75

3 Мирошниченко А. Электроника на один раз/ А. Мирошниченко // CHIP : журнал. – 2013. – 18 сентября (№ 9 (174)). – С. 38-42. – ISSN 1609-4212.

4 Светлана Рагимова. Одноразовое повсюду // Коммерсантъ Деньги : журнал. – 2011. – 11 апреля (№ 14). – С. 42.

5 Orbach, Barak. The Durapolist Puzzle: Monopoly Power in Durable-Goods Market (англ.) : journal. – Yale Journal on Regulation, Vol. 21, pp. 67-118, 2004.

УДК 378.046.4

Манская Анна Сергеевна – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: anyt_ka_77@mail.ru

Manskaya Anna Sergeevna - graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: anyt_ka_77@mail.ru

Ри Татьяна Владимировна – начальник центра дополнительного профессионального образования, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: cdpo@knastu.ru

Ri Tatiana Vladimirovna – Head of the Center for Additional Professional Education, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: cdpo@knastu.ru

Бурдакова Галина Ивановна – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: galinabu@rambler.ru

Burdakova Galina Ivanovna – Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: galinabu@rambler.ru

СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗА В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ РЕГИОНА

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы дополнительного профессионального образования. Показана роль системы дообразования высшего учебного заведения в подготовке кадров для региона.

Abstract. This article discusses the issues of additional professional education. Additional professional education is an important element of educational activity, the role of which

has especially increased due to the sharp acceleration воздействие of scientific and technological progress.

Ключевые слова: дополнительное профессиональное образование, высшее учебное заведение, повышение квалификации.

Key words: education, continuing education system, additional professional education, advanced training.

Система дополнительного профессионального образования (ДПО) становится одним из системообразующих факторов, обеспечивающих реализацию государственной политики в области образования [3].

Концептуальные основы изменений в сфере ДПО предусмотрены Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года посредством создания современной системы непрерывного образования, подготовки и переподготовки профессиональных кадров [2].

Согласно статистическим данным, экономически активное население в России составляет 74,7 млн. чел. (на 01.11.2021 г.) [1]. Из них ежегодно по программам дополнительного профессионального образования проходят обучение 5 - 6 млн. человек (таблица 1).

На образовательном рынке среди поставщиков ДПО вузы занимают лидирующее место. Одной из задач организации дополнительного образования в вузах является обеспечение полноценной профессиональной подготовки инженерных кадров, подготовки конкурентоспособных на рынке труда молодых специалистов.

Таблица 1 – Численность слушателей, прошедших обучение по дополнительным профессиональным программам в РФ

Период	2016	2017	2018	2019
Программы повышения квалификации, тыс. чел.	5478,3	5964,2	6024,8	5603,7
Программы профессиональной переподготовки, тыс. чел.	564,6	632,2	684,2	734,8

В ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» с 2017 года функционирует система дополнительного профессионального образования, созданная для обучения, подготовки, повышения квалификации и профессиональной переподготовки региональных профессиональных кадров, для развития собственного кадрового потенциала, удовлетворения потребностей региона, предприятий города Комсомольска-на-Амуре и Хабаровского края, обучения безработных граждан в целях подготовки их к выполнению новых трудовых функций.

В ходе реализации образовательных программ в университете разработано более 100 программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, учитывающих потребности работодателей и основные тенденции развития Хабаровского края.

Потребителями образовательных услуг системы ДПО являются в основном предприятия населенных пунктов: Комсомольска-на-Амуре, Амурска, Солнечного, Хабаровска, Арсеньева, посёлков Ванино, Советская Гавань и др. Это менеджеры высшего и среднего звена, ведущие специалисты организаций и компаний, профессорско-преподавательский состав и руководители структурных подразделений образовательных организаций.

Развитие системы дополнительного профессионального образования в настоящее время в значительной мере формируется стратегией развития университета. Сформированы и активно действуют центры: инноваторского консалтинга, энергосбережения, информационных технологий конечный в строительстве и др. Связь центров с концепцией ДПО генерирует исследование перспективных проектов, нацеленных на увеличение инновационного потенциала учреждений Хабаровского края.

Количество обучающихся по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки по различным видам экономической деятельности представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Количество обучающихся по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки, реализованных в ФГБОУ ВО «КнАГУ» в 2020 г.

Виды экономической деятельности	Количество обучающихся, чел.	
	Программы повышения квалификации	Программы профессиональной переподготовки
Строительство	14	-
Транспортировка и хранение	1	7
Гостиницы, общественное питание	1	-
Административная деятельность	2	112
Образование	30	-
Предоставление прочих видов услуг	53	108
Информация и связь	-	10
Финансы и страхование	-	14
Наука и техника	-	108
Всего	101	359

Все программы дополнительного профессионального образования в вузе реализуются в трех формах:

- с отрывом от производства;
- с частичным отрывом от производства;
- без отрыва от производства.

Во всех формах обучения используются инновационные методы образовательного процесса, в том числе: дистанционного и модульного обучения.

Наряду с обучением слушателей по программам, разработанным для открытого набора, университет работает с конкретными заказчиками, для которых разрабатываются программы на основе их индивидуальных потребностей (таблица 3).

Таблица 3 – Корпоративные программы, реализованные в 2020 году

Заказчики	Наименование программ
Работники образования	«Педагог среднего профессионального образования», «Применение дистанционных образовательных технологий по профилю образовательной деятельности»
КГКУ ЦЗН г. Комсомольска-на-Амуре и Комсомольского района	«Проектирование, организация и администрирование бизнеса», «Дизайн интерьера», «Техносферная безопасность (охрана труда)», «Предпринимательское дело», «Управление государственными и муниципальными закупками: закупки в контрактной системе», «Кадровое дело»
ПАО «Амурский судостроительный завод»; «ПАО «Компания «Сухой», «КНААЗ им. Ю. А. Гагарина»	«Литейное производство» «Лаборант рентгеноспектрального анализа» «Дефектоскопист» «Дефектоскопист УЗК и МПК»

Количество слушателей, прошедших обучение по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки в КнАГУ в 2020 году составило 460 человек (рисунок 1).

Таким образом, система дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «КнАГУ» играет большую роль в обеспечении организаций высококвалифицированными кадрами, позволяет решать ряд важнейших задач не только в сфере актуализации профессиональной компетентности специалистов, но и в сфере совершенствования образовательного процесса высшего учебного заведения.

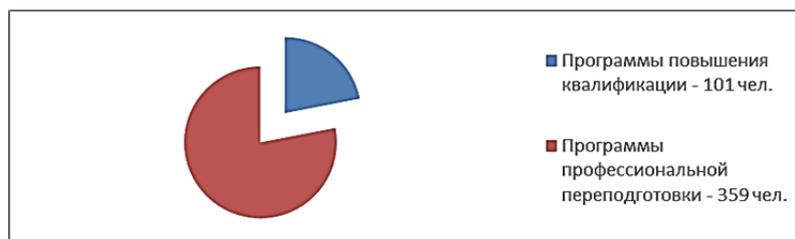


Рисунок 1 – Количество слушателей, прошедших обучение по программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки в 2020 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Образование в цифрах: 2020 : краткий статистический сборник / Л. М. Гохберг, О. К. Озерова, Е. В. Саутина, Н. Б. Шугаль; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 120 с. – 200 экз. – 3.

2 Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [электронный ресурс]: [разраб. Минэкономразвития России]. – url: <http://base.garant.ru/70309010/>.

3 Приказ Министерства образования и науки РФ от 01 июля 2013 года № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

УДК 331.4

Сакова Наталья Владимировна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры №5 инноватики и интегрированных систем качества, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», e-mail: nat.sakova@mail.ru

Sakova Natalya Vladimirovna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Department №5 Innovation and integrated quality systems, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, e-mail: nat.sakova@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

SOME APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF PROFESSIONAL RISKS AT THE ENTERPRISE

Аннотация. Рассмотрены вопросы проведения анализа и управления профессиональными рисками на рабочих местах предприятия; предложены комплексные методы учета и оценки производственных опасностей.

Abstract. The issues of analysis and management of professional risks at workplaces of the enterprise are considered; complex methods of accounting and assessment of industrial hazards are proposed.

Ключевые слова: профессиональный риск, опасность, анализ профессиональных рисков.

Key words: professional risk, hazard, professional risk analysis.

Высокий уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости требует совершенствования систем управления безопасностью, здоровьем и охраной труда (далее – СУОТ). Функционирование СУОТ основывается на управлении профессиональными рисками (далее – ПР) на рабочих местах предприятия.

В настоящее время произошли существенные изменения российского законодательства по охране труда, связанные с изменением подходов и принципов

обеспечения безопасности человека на производстве. Основными принципами достижения безопасности на производстве являются предупреждения и профилактика опасностей и нанесения минимального вреда здоровью работника. Реализация данных принципов основывается на осуществление мероприятий по управлению ПР.

Управление ПР – это объемный комплекс работ, подразумевающий проведение идентификации возможных опасностей на рабочих местах, оценки ПР, минимизации уровней ПР либо их исключение, мониторинга ПР. На этапе минимизации уровней ПР перед предприятием встает серьезная задача максимального снижения рисков при ограниченности финансовых ресурсов. При этом очень важным является выбор мер по снижению риска воздействия наиболее серьезных опасностей при заданном уровне финансирования. Предприятие должно оценить, ранжировать и обосновать планируемые меры по показателям эффективность-затраты.

Под профессиональным риском понимается вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью человека при воздействии на него вредного и (или) опасного производственного фактора в процессе трудовой деятельности, при исполнении своих трудовых обязанностей. Таким образом, под опасностями подразумеваются различные вредные и опасные факторы на конкретном рабочем месте. Следуя определению, при анализе ПР необходимо выявить и оценить все возможные вредные и опасные факторы. В нашей законодательстве в настоящее время отсутствуют жесткие указания по выбору метода оценки, в связи с тем, что каждое предприятие уникально и невозможно создать для всех нормативные указания по выбору методов анализа ПР. Каждое предприятие выбирает самостоятельно методы анализа и оценки ПР. При выборе метода и проведении анализа ПР встают следующие задачи: полный учет всех опасностей на рабочем месте и сопоставимость оценок риска воздействия как вредных, так и опасных производственных факторов.

При выявлении опасностей на рабочем месте обычно руководствуются перечнем, представленным в [1]. Однако, в настоящее время законодательно внесено требование по учету микротравм и микроповреждений работника на рабочем месте. Следовательно, незначительные опасности, приводящие к микроповреждениям, также должны быть идентифицированы и включены в общий перечень опасностей. Однако, данное требование в ближайшее время еще только вводится в число обязательных законодательных требований. До настоящего времени не накоплены данные по количеству и видам микротравм на предприятиях и их роли в появлении более серьезных повреждений. В связи с этим, для выявления микроповреждений необходимо применять дополнительные методы анализа.

В соответствии с российским законодательством существуют две системы оценки производственных опасностей: специальная оценка условий труда (далее – СОУТ) и оценка ПР. СОУТ представляет собой комплекс четко регламентированных процедур, который практически исключает субъективность при их проведении. Оценка ПР в настоящее время проводится обычно экспертными методами, что дает очень расплывчатые результаты, которые сложно сопоставлять с результатами СОУТ. Для исключения этих несоответствий необходимо разработать общие подходы, основанные на сопоставимости оценок на различных этапах управления ПР.

Рассмотрим более подробно этапы управления ПР и требования к их проведению.

1 этап – идентификация опасностей. В [1] представлен подробный перечень возможных опасностей, присутствующих на рабочих местах предприятия. Этот перечень может быть дополнен при выявлении на рабочих местах каких-то дополнительных опасностей, не входящих в данный список. Последовательность идентификации опасностей должна быть следующей:

- выявление опасностей в соответствии с [1];
- идентификация вредных факторов, оцениваемых при проведении СОУТ и ранее – аттестации рабочих мест по условиям труда. Проводимая ранее аттестация рабочих мест оценивала более широкий набор вредных факторов, поэтому имеет смысл их учитывать при проведении данного этапа;

- проведение анализа риска сложных технических устройств и оборудования для выявления дополнительных опасностей, возможных при работе данного оборудования. Для проведения анализа риска в данном случае могут использоваться методы дерева событий, дерева отказов, метод потенциальных отклонений (опасности и работоспособности), «что будет, если...» и другие качественные методы, применяемые для предварительного анализа [2]. При этом ряд методов позволяет получить не только качественное описание возможных травматичных ситуаций, но и получить количественные значения вероятности их возникновения. Данная работа требует довольно больших временных затрат и высокой квалификации специалистов, ее проводящих. Однако, в итоге, возможно получить большое количество информации, которая будет необходима на следующих этапах.

2 этап – оценка ПР. В настоящее время оценка ПР обычно проводится экспертными методами с использованием матрицы риска. Это простой метод, не требующий больших временных затрат, но обладающий таким большим недостатком как субъективность оценок, и, соответственно, не достаточная точность результатов. Проведение на первом этапе анализа риска технических объектов позволяет повысить точность оценок вероятности возникновения и воздействия опасностей.

Величина риска на j -том рабочем месте [3]

$$R_j = \sum_{i=1}^n P_{ij} \cdot U_{ij},$$

где P_{ij} – вероятность воздействия i -той опасности на j -том рабочем месте;

U_{ij} – вероятностная величина ущерба при воздействии i -той опасности на j -том рабочем месте.

При оценке вредных факторов, постоянно присутствующих на рабочих местах, и для которых возможно определение класса условий труда, вероятность воздействия принимается за единицу, а величина ущерба определяется в баллах в зависимости от класса условий труда (таблица 1).

Таблица 1 – Балльные оценки величины ущерба при воздействии i -той опасности на j -том рабочем месте

№ п/п	Класс условий труда	Характеристика повреждения здоровья работника	Весовые коэффициенты (балл), U_{ij}
1	4 опасный	угроза жизни работника, острое профессиональное заболевание	6
2	3.4 вредный	тяжелая форма профессионального заболевания с потерей общей трудоспособности	5
3	3.3 вредный	появление и развитие профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести с потерей профессиональной трудоспособности	4
4	3.2 вредный	начальные формы профессиональных заболеваний без потери профессиональной трудоспособности	3
5	3.1 вредный	измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается при более длительном периоде, чем до начала следующего рабочего дня	2
6	2 допустимый	измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня	1

При оценке травмирующих факторов вероятность их воздействия может быть принята по таблице 2 либо получена на предыдущем этапе для отдельных технических объектов и оборудования.

Таблица 2 – Вероятность воздействия i -той опасности на j -том рабочем месте

№ п/п	Рейтинг частоты экспозиции	Значение P_{ij}
1	Постоянно	0,9
2	От случая к случаю	0,5
3	Редко	0,1

Величина ущерба определяется при воздействии данных факторов определяется по таблице 3 в зависимости от характера повреждения здоровья работника.

Таблица 3 – Балльные оценки величины ущерба при воздействии i -той опасности на j -том рабочем месте

№ п/п	Характеристика повреждения здоровья работника	Весовые коэффициенты (балл), U_{ij}
1	Смертельный исход	6
2	Стойкая утрата трудоспособности в результате действия неблагоприятных условий труда	5
3	Пострадавшего работника доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение. Утрата трудоспособности более 30 дней, развитие хронического заболевания	4
4	Пострадавшего работника доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение. Утрата трудоспособности более 3 и менее 30 дней	3
5	Мелкие травмы. Пострадавшему работнику не требуется оказания медицинской помощи; в худшем случае 3-дневное отсутствие на работе	2
6	Незначительно	1

Полученные данные при оценке ПР позволяют выделять рабочие места с более высоким риском повреждения здоровья человека либо выделить опасности в пределах цеха, предприятия, создающие угрозу повреждения здоровья большого числа работников. При этом результаты оценок вредных и опасных факторов сопоставимы между собой и позволяют получать комплексные оценки ПР на рабочих местах.

3 этап управления ПР – минимизация ПР либо их исключение. Достичь данной цели возможно путем снижения вероятности воздействия опасности и (или) величины ущерба при воздействии опасности. К сожалению, традиционные подходы к финансированию мероприятий по охране труда на российских предприятиях предполагают выделение минимального количества финансовых средств. В связи с этим, встает задача обеспечить максимальное снижение риска при ограниченности финансовых ресурсов, выделить приоритетные направления и рабочие места для проведения мероприятий по повышению безопасности. Именно комплексные оценки ПР позволяют выделить рабочие места на предприятии с самым высоким уровнем ПР, требующие проведения незамедлительных мер по их снижению. Данный этап должен сопровождаться проведением экономической оценки планируемых мероприятий по повышению безопасности рабочего места. В ряде случаев, на рабочих местах с высоким уровнем ПР может стать задача исключения ПР путем полного расформирования данного рабочего места.

Таким образом, комплексный подход и проведение сопоставимых оценок опасных и вредных факторов на рабочих местах при проведении анализа ПР позволят повысить эффективность управления процессом обеспечения безопасности на предприятии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда».

2 Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апреля 2016 г. № 144 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

3 ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

УДК 658

Терещенко Мария Владимировна – студент магистратуры, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», e-mail: tereshchenko.maria.vl@gmail.com

Tereshchenko Maria Vladimirovna – graduate student, National Research Nuclear University MEPHI, e-mail: tereshchenko.maria.vl@gmail.com

Абрамов Виктор Иванович – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Управление бизнес-проектами», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», e-mail: viabramov@mephi.ru

Abramov Viktor Ivanovich – Doctor of Economics, Docent, Professor of Business Project Management Department, National Research Nuclear University MEPHI, e-mail: viabramov@mephi.ru.

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦИФРОВЫХ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ

THE DRIVING FORCES AND FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION DIGITAL BUSINESS MODELS

Аннотация. В статье рассмотрены причины цифровой трансформации бизнеса и проанализированы движущие факторы развития производственных цифровых бизнес-моделей. Рассмотрены практические примеры использования как производственных цифровых бизнес-моделей, так и технологий, способствующих их формированию.

Abstract. The article discusses the reasons for the digital transformation of business and analyzes the driving factors for the development of production digital business models. Practical examples of the use of both production digital business models and technologies that contribute to their formation are considered.

Ключевые слова: производство, цифровые бизнес-модели, цифровая трансформация, цифровые двойники, цифровые технологии.

Key words: manufacturing, digital business models, digital transformation, digital twins, digital technologies.

Введение

Пандемия Covid-19 ускорила процессы цифровизации мировой экономики, развитие четвертой промышленной революции и переход на новый технологический уклад. Вместо уже используемого термина VUCA-мир (акроним от слов волатильный, неопределенный, сложный и неоднозначный) постковидное состояние человечества вместе с окружающим его миром в его последующем развитии предлагается называть BANI-миром (акронимом от слов хрупкий, тревожный, нелинейный и непонятный) [1]. Для эффективной работы в новой экономической среде ещё мно-

гим компаниям и всей государственной системе управления необходимо пройти через сложный, но уже неизбежный этап цифровой трансформации, характерный для всех ведущих звеньев мировой экономики. Именно поэтому для обеспечения оптимального экономического развития цифровая трансформация у нас в стране является национальной целью. В условиях неопределённости и изменчивости современного мира компании вынуждены оперативно адаптироваться к особенностям формирующейся Индустрии 4.0, которая в первую очередь характеризуется массовым внедрением цифровых технологий в промышленность, масштабной автоматизацией бизнес-процессов и распространением искусственного интеллекта [2]. Отмечается, к сожалению, что многие российские компании имеют пока определенно низкий уровень цифровой зрелости [3] и, соответственно, недостаточную способность справляться с новыми вызовами в условиях цифровой экономики.

Факторы развития цифровых бизнес-моделей

Главные причины происходящих изменений: глобальная конкуренция, развитие интернета и цифровых технологий, высокая скорость внедрения инноваций и переход от продуктоориентированности компаний к клиентоориентированности и клиентоцентричности, при этом важным критерием эффективности предприятий является уровень удовлетворенности клиентов. В этих условиях необходимо грамотно использовать цифровые бизнес-модели, то есть такие, в основе которых лежат цифровые технологии, позволяющие работать с большими данными и осуществлять эффективную обратную связь с клиентами. Инновационные цифровые бизнес-модели позволяют бизнесу найти и воспользоваться преимуществами изменяющихся требований и ожиданий клиентов, а новые производственные технологии позволяют не только оптимизировать непосредственно процессы производства, но и сделать процесс менеджмента жизненного цикла продукции более прозрачным, стабильным и управляемым. Однако для преобразования традиционной бизнес-модели в цифровую необходимо понимание оказывающих влияние на их формирование условий. Для этого можно выделить пять основных факторов: наличие базовой технологии, цифровых элементов для достижения оперативного совершенства, инструментов для работы с большими данными, работы с клиентским опытом и актуального маркетинга [4].

Разумеется, развитие цифровых бизнес-моделей неотъемлемо связано с использованием передовых технологий Индустрии 4.0, таких как, например, промышленный интернет вещей (IIoT), который объединяет различные наборы данных о состоянии в центральной сети, служит основой для интеллектуального мониторинга и эксплуатации оборудования и процессов; аддитивные технологии, тесно связанные с трёхмерным моделированием; технологии дополненной реальности, которые могут быть широко использованы как для демонстрации будущего продукта конечному потребителю, так и в управлении жизненным циклом на всех его этапах; цифровые двойники; системы, основанные на облачных вычислениях; блокчейн-технологии и кибербезопасность, которая призвана защищать данные от кибератак, любого несанкционированного доступа и похищения.

Применяя одновременно и параллельно необходимое из вышеперечисленного и используя различные технологии во взаимодействии, можно управлять промышленными процессами дистанционно, что приводит к лучшему использованию производственных мощностей. Следует отметить, что интернет вещей, большие данные и искусственный интеллект являются основой для разработки цифровых двойников, как деталей, так и производственных процессов в целом. Цифровой двойник является одной из самых многообещающих технологий нашего времени, позволяющей принимать управленческие решения в логике «из будущего». Харак-

терным свойством цифрового двойника считается бесстыковая интеграция физического и цифрового объекта. В научных кругах и в менеджменте все больше понимается важность применения цифровых двойников в различных сферах, например, в управлении городом [5]. Следует отметить, что с использованием цифровых двойников можно находить оптимальные решения по многим критериям [6], что дает новое качество и глубину проработки задач. Примером успешного использования ряда вышеперечисленных технологий может служить проект «цифрового месторождения» компании Роснефть, основными элементами которого являются технология цифровых двойников физических объектов с использованием платформы для продвинутой 3D-визуализации – виртуальный аналог реального производства, интеллектуальная система мониторинга трубопроводов и прогноза осложнений и отказов глубинно-насосного оборудования поддержки принятия решений процесса механизированной добычи [7]. Внедрение цифровой бизнес-модели позволит Роснефти повысить эффективность процессов добычи и увеличить число дистанционно управляемых объектов. Другим компаниям, стремящимся воспользоваться описанными преимуществами, требуются платформенные решения, позволяющие объединять различные наборы данных.

Стоит отдельно выделить работу с большими данными как фактор развития цифровых бизнес-моделей в силу того, что данный вид деятельности требует не только использования части технологий, описанных в предыдущем параграфе, но и наличия особой инфраструктуры внутри организации. Вопрос, с которым сталкиваются многие компании, заключается в том, каким образом они могут собирать и использовать эти большие объемы данных. Способность хранить, анализировать и эффективно использовать данные становится ключевой проблемой для всех промышленных компаний и определяющим фактором их успеха. Существует необходимость включать не только данные с производственной площадки компании, но и данные, получаемые от пользователей продукта. Чтобы компенсировать необходимые инвестиции, компаниям необходимо создавать новые бизнес-модели, основанные на интеллектуальных услугах. Одним из ключевых инструментов для создания ценности на основе данных являются искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение.

Как уже было сказано выше, одним из наиболее важных направлений в работе современных компаний является управление клиентским опытом. Стоит подчеркнуть, что это направление касается не только сферы услуг и коммерческого сектора, но и промышленности, в том числе. Для представителей этого сектора существуют особые стратегии: взаимодействие конечного потребителя с производителем C2M (Customer-to-Manufacturer) и использование производственных мощностей как услуги MaaS (Manufacturing-as-a-Service). Различие данных стратегий заключается в том, что C2M подразумевает получение данных напрямую от клиента и выпуск продукции на их основе, а MaaS-платформы предлагают клиентам отдельные производственные модули (например, 3D-печать, отливка, сборка клиентских деталей в конечный продукт) и могут выступать как в качестве посредника между заказчиками и конечными исполнителями, так и в качестве самостоятельного исполнителя. Такие модели активно используются стартапами по всему миру. Так, например, бельгийская компания Scrvle разрабатывает аппаратно-программную платформу для производства «умной» электроники. Платформа помогает производителям на протяжении всего процесса разработки продукта, оказывая поддержку при создании идеи, проверке концепции, проектировании и производстве, а также при проведении итераций. Кроме того, это решение отвечает потребностям компаний, работающих в сфере B2B (business-to-business), которые предлагают электронику на заказ [8]. Отметим, что компании, которые способны быстро и точно опре-

делить, как создать дополнительную выгоду для своих клиентов, получают конкурентное преимущество на своем рынке. Тщательная работа над пониманием потребностей клиентов помогает компаниям разрабатывать и продавать продукты таким образом, чтобы оптимизировать опыт всех ее клиентов в целом, принимая во внимание как технические, так и эмоциональные аспекты.

Заключительный фактор развития цифровых бизнес-моделей неразрывно связан с упомянутым в предыдущем параграфе менеджментом клиентского опыта. Речь идет о маркетинге, который в эпоху цифровой трансформации не только не теряет своей значимости, но и приобретает одну из ключевых ролей при формировании модели управления организацией. Многие компании получают доход от разумного управления или позиционирования определенной модели ценностей [9]. Это означает, что компаниям необходимы более широкие стратегии и понимание позиций конкурентов, которые находятся как внутри, так и за пределами их основного сегмента рынка. Кроме того, на сегодняшний день наблюдается тенденция к сокращению длительности жизненных циклов товаров и услуг, что в первую очередь связано с использованием информационных технологий при их разработке. Данная тенденция требует от компаний своевременного применения маркетинговых инструментов на соответствующих стадиях жизненного цикла для сохранения своих позиций на рынке.

Вывод

На основании вышеизложенных данных можно констатировать, что на развитие цифровых бизнес-моделей оказывают влияние технологические и рыночные факторы. В процессе формирования собственной бизнес-модели ведения бизнеса, компания должна учитывать не только свои цели, но и наличие соответствующих возможностей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Grabmeier S. BANI versus VUCA: a new acronym to describe the world /Blog. Grabmeier S. 2020 [Электронный ресурс] // URL: <https://stephangrabmeier.de/bani-vs-vuca> (дата обращения: 21.10.2021).

2 Roland H. D., Szabó Z. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? / Technological Forecasting and Social Change, 2019. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518315737?via%3Dihub> (дата обращения: 21.10.2021).

3 Абрамов В. И. Критерии оценки цифровой зрелости российских предприятий малого и среднего бизнеса/ В. И. Абрамов, А. В. Борзов, К. Ю. Семенов // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы: Сборник статей 20-й Международной научно-практической конференции в рамках III Московского академического экономического форума. – Курск: ФУ при Правительстве Российской Федерации, 2021. – С. 7–12.

4 Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations Division. Result paper. Digital business models for Industrie 4.0, 2019. [Электронный ресурс] // URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/digital-business-models-industry-4-0.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (дата обращения: 20.10.2021).

5 Абрамов В. И. Цифровой двойник умного города как современная тенденция цифровой экономики / В. И. Абрамов, А. А. Громыко // Государство и общество России в контексте современных геополитических вызовов: новации, экономика, перспективы: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары: ИПК «Новое время», 2021. С. 215-220.

6 Абрамов В. И. Методика поиска Парето-оптимальных решений по развитию умных городов на базе их цифровых двойников/ В. И. Абрамов, О. Л. Головин, А. Д. Столяров // Современная экономика: проблемы и решения. 2021. № 9(141). С. 8-15. DOI 10.17308/meps.2021.9/2666.

7 Цифровизация технологического производства. Передовые разработки и открытия «Роснефти» [Электронный ресурс] // URL: <https://fedpress.ru/projects/digitalization> (дата обращения: 20.10.2021).

8 Screvle – Производство умной электроники [Электронный ресурс] // URL: <https://www.screvle.com> (дата обращения 23.10.2021).

9 Зайченко И.М. Драйверы цифровой трансформации бизнеса: понятие, виды, ключевые стейкхолдеры/ И. М. Зайченко, А. В. Козлов, Е. С. Шитова / Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки Том 13, № 5, 2020 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44139485> (дата обращения 23.10.2021).

УДК 504.5:622.333(063)

Урсегова Анна Андреевна – ассистент кафедры химии, ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: kf43@kirovgma.ru

Ursegova Anna Andreevna – Assistant of the Chemistry Department, Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia, e-mail: kf43@kirovgma.ru

Куклина Светлана Анатольевна – канд. хим. наук, доцент, заведующий кафедрой химии, ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: svetlana_kuklina@mail.ru

Kuklina Svetlana Anatolyevna – Candidate of Chemistry, Docent, Head of the Chemistry Department, Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia, e-mail: svetlana_kuklina@mail.ru

Серкина Елена Александровна – старший преподаватель кафедры химии, ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: svoboda155@mail.ru

Serkina Elena Aleksandrovna – Senior Lecturer of the Chemistry Department, Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia, e-mail: svoboda155@mail.ru

Горева Ирина Валерьевна – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры химии, ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: 79127159404@yandex.ru

Goreva Irina Valerievna – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor of the Chemistry Department, Kirov State Medical University of the Ministry of Health of Russia, e-mail: 79127159404@yandex.ru

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT IN THE COAL INDUSTRY DURING THE APPLICATION OF MICRO-BIOLOGICAL METHODS

Аннотация. Образование метана в угольных шахтах создает комплекс производственных, экономических, экологических проблем. Один из перспективных методов утилизации угольного метана – микробиологический метод, для которого используется специфическая группа микроорганизмов – метанотрофные бактерии, которые способны использовать метан в качестве единственного источника углерода и энергии.

Abstract. The formation of methane in coal mines causes a set of production, economic and environmental problems. One of the promising methods for the utilization of coal bed methane is the microbiological method, for which a specific group of microorganisms is used - methanotrophic bacteria. These bacteria are able to use methane as the only source of carbon and energy.

Ключевые слова: управление экологическими рисками, угольная промышленность, утилизация угольного метана, микробиологический метод.

Key words: environmental risk management, coal industry, utilization of methane, microbiological method.

Одной из наиболее актуальных проблем в управлении угольной добычей является работа с экологическими рисками. Среди них на первом месте по значимости – образование и выделение метана в шахтах, которое может быть настолько интенсивным, что создает угрозу безопасности работников. Недавняя трагедия на шахте «Листвяжная» в Кемеровской области подтверждает, что проблема является актуальной и требует поиска новых решений.

Прогнозируемый рост угледобычи влечет за собой увеличение темпов метановыделения в шахтах. Такой рост может усложнить соблюдение норм безопасности в условиях, когда необходимо обеспечить конкурентоспособность и продуктивность шахт. В связи с этим чрезвычайно важным является применение более совершенных технологий дегазации угледобывающих территорий. Предлагается абсолютно новый метод борьбы с метаном в шахтах – микробиологический, который подразумевает использование бактерий, способных утилизировать угольный метан.

Опасность выделения метана – в его горючести и взрывчатости. Рудничный газ способен накапливаться в угольных шахтах и в сочетании с кислородом образовывать взрывчатую смесь. Метан загорается при содержании его в воздухе 5-6%, если температура источника тепла достигает 650-750 °С; при содержании от 5-6 до 14-16% он взрывается, причем взрыв смеси при 9,5% метана и воздуха достигает наибольшей силы. Когда метан взрывается в горных выработках шахт развивается температура 2000-2500 °С и возникает воздушная волна, которая движется с большой скоростью и производит значительные повреждения [2].

Большое содержание метана в шахтном воздухе может приводить и к другой беде – удушью из-за дефицита кислорода. Если количество первого в воздухе достигает 40%, концентрация второго снижается до 12%. При этом с увеличением глубины шахты концентрация метана возрастает. На угледобывающем производстве существует аварийная автоматическая система. При превышении содержания метана в воздухе более чем на 2% система отключает электроэнергию, останавливая производственный процесс до тех пор, пока значение не снизится до нормы. Такое аварийное отключение электроэнергии приводит к простоям угольных шахт и потере более 50% рабочего времени, а традиционные способы борьбы не дают эффективных результатов, в следствие чего содержание метана возрастает пропорционально угледобычи [1,8].

Идею микробиологического метода борьбы с метаном в угольных шахтах предложили ученые А.З. Юровский, Г.П. Капилаш и Б.В. Мангуби в 1939 году, однако метод не нашел практического применения в те годы. В основе идеи лежит способность метанотрофных бактерий окислять метан.

Метанотрофы – это метилотрофные микроорганизмы, способные использовать метан в качестве единственного источника углерода и энергии. Окисление метана бактериями происходит под действием фермента метанмонооксигеназы (ММО). Этот фермент обнаруживается только у метанокисляющих бактерий. Полученный при окислении метана метанол окисляется до формальдегида, который мо-

жет быть усвоен клеткой, либо окислен до формата и в последствие до углекислого газа. Метанотрофные бактерии способны использовать формальдегид и углекислоту для синтеза углеродсодержащих компонентов клетки [3].

Для реализации микробиологического метода борьбы с метаном в угольных пластах применяют два режима: циклический и непрерывный. Под циклическим режимом воздействия понимается последовательное нагнетание в угольный пласт бактериальной суспензии и воздуха. В угольном пласте бурятся два типа скважин: нагнетательная и отточная. Через нагнетательную подается суспензия микроорганизмов с питательной средой, которые распределяются между пластами и трещинами в угле. Через отточную скважину выводятся продукты метаболизма. Для окисления необходим кислород, который подается непрерывно в течение длительного времени в шахту через те же скважины компрессором [2]. Реализация циклического режима воздействия позволяет снизить метанообильность на 40-60%. С помощью бактерий окисляется от одной трети до половины метана, а остальная его часть удаляется из пласта воздухом или закачиваемой жидкостью [7].

Непрерывный режим характеризуется одновременным нагнетанием в угольный пласт бактериальной суспензии и воздуха (бактериального аэрозоля). Его находят более эффективным, что связано с возможностью автоматизации процесса [6]. При фильтрации бактериального аэрозоля по пласту в каждом элементарном участке пласта происходит приращение биомассы, которой соответствует некоторое потребление метана. Вследствие неразрывности потока в каждом элементарном объеме угля происходит замещение объема бактериального аэрозоля новым объемом. В результате постоянного обновления бактериального аэрозоля в угольном пласте осуществляется равномерное окисление метана бактериями в пространстве и во времени [5].

Преимуществом микробиологического способа борьбы с метаном является его экономичность. Использование метилотрофных бактерий в разы дешевле, чем вентиляция шахт. Бактериальные культуры могут стать эффективным дополнением традиционных методов дегазации шахт без лишних затрат [4]. Помимо этого, микробиологический метод может стать единственным решением проблемы удаления метана из труднодоступных, тупиковых участков, в которых ограничено применение других методов [6].

Но несмотря на положительные стороны данного метода, он имеет ряд существенных недостатков, что создает препятствия к его внедрению в широкую практику. Во-первых, до сих пор не разработан метод культивирования метанотрофов непосредственно в угольных шахтах. Культуры выращивают и доставляют из специализированных микробиологических лабораторий. Необходима разработка цеха культивирования бактерий на основе метана угольных шахт, который будет источником биомассы микроорганизмов. Во-вторых, на данный момент нет разработок в области хранения и накопления метанооксиляющих бактерий. Отсутствие биомассы в постоянном доступе препятствует эффективному способу метаноподавления. В-третьих, метод, основанный на использовании бактериальной культуры, применим лишь при медленных процессах накопления газа и совершенно не подходит для предотвращения и устранения катастрофических последствий, к которым приводят внезапные выбросы газа. В-четвертых, метод должен использоваться только в сочетании с другими способами дегазации, т.е. не рассматривается как самостоятельный способ борьбы с метаном.

Несмотря на недостатки микробиологической дегазации шахт, метод представляется перспективным и эффективным, а его применение позволит снизить поступление метана на угледобывающий участок на 47-60%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Высоцкий, С.П. Экологические риски при эксплуатации и закрытии угольных шахт / С.П. Высоцкий, С.Е. Гулько // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2017. – № 5. – С. 18-25.
- 2 Васючков, Ю.Ф. Биотехнология горных работ / Ю.Ф. Васючков. – М. : Горное образование, 2011. – 352 с.
- 3 Иванов, М.В. Использование микроорганизмов при борьбе с метаном в угольных шахтах / М. В. Иванов // Природа. – 2016. – № 7. – С. 16-21.
- 4 Москаленко, А.П. Управление природопользованием. Механизмы и методы / А.П. Москаленко, С.А. Москаленко, Р.В. Ревунов. – СПб. : Лань, 2019. – 392 с.
- 5 Никитенко, С.М. Дегазация угольных пластов: состояние и перспективы / С.М. Никитенко, С.А. Глухих // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2020. – № 6. – С. 370-373.
- 6 Сластунов, С.В. Проблема управления свойствами и состоянием угольных пластов с целью борьбы с основными опасностями в шахтах (к 90-летию со дня рождения академика В.В. Ржевского) / С.В. Сластунов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 1. – С. 93-102.
- 7 Шумилова, Л.В. Роль химии и микробиологии в сфере горного дела: состояние проблемы и перспективные задачи / Л.В. Шумилова, Г.А. Юргенсон // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2021. – № 3-1. – С. 40-55.
- 8 Шевцов, Н.Р. Взрывозащита горных выработок: Учебное пособие для вузов. – Донецк : ДонНТУ, 2002. – 280 с.

УДК 65.018

Усанов Геннадий Иванович – д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры «Менеджмент, маркетинг и государственное управление», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: Usanov_G@mail.ru

Usanov Gennady Ivanovich – Doctor of Economics sciences, Professor, Professor of Management, Marketing and Public Administration Department, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: Usanov_G@mail.ru

Одинец Анна Владимировна – магистрант, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», e-mail: odinecanna86@mail.ru

Odinets Anna Vladimirovna – Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University, e-mail: odinecanna86@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

FORMATION OF THE PERSONNEL POTENTIAL OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION

Аннотация. В статье рассматривается система управления муниципального образовательного учреждения, представлен анализ кадрового состава, определены направления совершенствования управления учреждения.

Abstract. The article considers the management system of a municipal educational institution, presents an analysis of the personnel composition of a municipal educational institution, and identifies areas for improving the management of personnel of a municipal educational institution.

Ключевые слова: система управления, кадровый состав, анализ, кадровый потенциал.
Key words: control system, personnel composition, analysis, personnel potential.

Для любого предприятия одним из главных вопросов является формирование кадрового потенциала работников. Действительно, именно от кадров зависит эффективность работы любой организации, будь это коммерческая компания или государственное, или муниципальное предприятие. Вспомнив крылатую фразу «Кадры решают всё!», нужно задуматься, а какие показатели главным образом будут оказывать влияние на кадровый потенциал? Что в большей степени повлияет на эффективность работы предприятия - количество работников или их качественные характеристики?

Процесс управления школой представляет собой совокупность управленческих решений, позволяющих создать условия участникам образовательных отношений для:

- личностного развития обучающихся;
- совершенствования профессионального мастерства учителя;
- модернизации и совершенствования образовательного процесса.

Для реализации эффективного процесса управления в общеобразовательной организации, необходимо прогнозировать концепцию развития отдельных направлений деятельности учреждения, что позволит повысить качество предоставляемых услуг [1].

В основе процесса управления МОУ СОШ № 50 г. Комсомольска-на-Амуре лежит программно-целевой метод. Организационная структура управления – линейно функциональная.

Одним из направлений управленческой деятельности учреждения является управление кадровыми ресурсами школы. Ведь от уровня квалификации педагогического состава кадров зависит качество образовательных услуг, оказываемых в школе.

В школе действует программа развития кадрового потенциала, которая осуществляет свою деятельность по нескольким направлениям:

1. Школа молодого учителя.
2. Наставничество.
3. Корпоративное обучение педагогов.
4. Аттестация педагогических работников.
5. Внедрение передового педагогического опыта «Формула успеха».
6. Кадровый резерв как элемент стратегии развития школы «Школа профессионального роста».
7. Стимулирование педагогических работников.

Чтобы оценить динамику качества педагогического состава образовательного учреждения проанализируем кадровый состав педагогов в МОУ СОШ № 50 за последние три года (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Количественный и качественный состав кадров

№	Показатели	2018 год	2019 год	2020 год
1	Всего педагогов в ОУ, в т.ч.:	29	32	32
2	имеют высшее образование	29 (100%)	32 (100%)	32 (100%)
3	имеют средне-специальное образование	-	-	-
4	имеют высшую кв. категорию	12/41%	12/38%	14/44%
5	имеют первую кв. категорию	6/21%	5/16%	5/16%
6	соответствуют занимаемой должности	5/17%	6/19%	9/28%
7	не имеют кв. категорию (стаж работы в школе менее 2-х лет)	6/21%	9/28%	4/12%
8	средний возраст педагога	46 лет	46 лет	46 лет

Анализируя таблицу 1, мы видим, что за последние три года доля педагогов, имеющих высшую категорию увеличилась на 3 %, доля учителей, не имеющих категории сократилась на 9 %, что может свидетельствовать о формировании кадрового потенциала в образовательном учреждении.

Текучесть кадров, является еще одной проблемой формирования кадрового потенциала организации. В настоящее время большинство общеобразовательных учреждений испытывают кадровый «голод». В школах не хватает учителей начальных классов, математики, русского и иностранных языков. А в школах Хабаровского края и г. Комсомольска-на-Амуре эта проблема стоит наиболее остро, чем в других регионах страны, в связи с большим миграционным оттоком населения в центральные и западные регионы страны.

Проведем анализ распределения педагогических работников МОУ СОШ № 50 по педагогическому стажу [2].

Таблица 2 – Распределение педагогов МОУ СОШ № 50 по стажу:

Стаж	Количество человек/%		
	2018 год	2019 год	2020 год
до 10 лет	6/21%	9/28%	9/28%
от 10 до 20 лет	7/24%	7/22%	7/22%
от 20 до 30 лет	5/17%	9/28%	5/16%
свыше 30 лет	11/38%	7/22%	11/34%

Анализируя таблицу 2 видно, что в школе большинство педагогов имеют стаж более 10 лет, что также положительно сказывается на качестве образовательных услуг, оказываемых учреждением и говорит о низком коэффициенте текучести кадров.

Еще одной из главных задач формирования кадрового потенциала школы является повышение квалификации педагогов. Ведь сегодня, в период реформирования образовательной системы, развитие школы и процесса образования невозможно без всестороннего развития педагогических кадров. Современное образование требует применения новых методов и форм обучения. В связи с этим для педагогов предлагается большое количество курсов повышения квалификации, как на уровне школы, так и на уровне города, края и страны. Повышение квалификации педагогов проводится в соответствии с утвержденным графиком [1].

Следующим методом профессионального развития учителя является «портфолио», в котором отражаются все профессиональные достижения учителя по разным направлениям его деятельности. Портфолио позволяет педагогу пройти аттестацию на получение соответствующей категории: первой или высшей, а также позволяет увеличивать уровень заработной платы учителя.

Прохождение аттестации педагогическим работником позволяет охарактеризовать уровень его профессионализма, повысить его квалификацию. Кроме этого способствует развитию творческой активности педагога, стимулированию его деятельности. Аттестация является одним из основных механизмов совершенствования управления качеством образования. В процессе подготовки к аттестации учителя школы выступают на заседаниях ШМО, педсоветах, теоретических семинарах, где представляют свой опыт, тем самым повышают уровень профессионального мастерства молодых педагогов.

Таким образом, основными направлениями работы по повышению кадрового потенциала педагогического состава школы в настоящее время являются:

1. Прохождение курсовой подготовки педагогов.
2. Работа над индивидуальной методической темой (темой самообразования).
3. Участие в семинарах и конференциях различного уровня.

4. Обобщение опыта собственной педагогической деятельности.
5. Взаимное посещение уроков.
6. Участие в конкурсах педагогического мастерства.
7. Организация краевых и городских мероприятий по обмену опытом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Национальный проект «Образование», утвержден президиумом Совет при президенте РФ (протокол от 03.09.2018 №10)

2 Отчет о результатах самообследования муниципального общеобразовательного учреждения средней общеобразовательной школы № 50 Г. Комсомольска-на-Амуре по направлениям деятельности за 2020 год, утвержден приказом директора № 70 от 06.04.2021 г.

УДК 351:504.05

Усанов Максим Геннадьевич – СЕМ, CMVP, MBA, управляющий перфоманс контрактами строительных решений Johnson Controls International, США, e-mail: Max.G.Usanov @ Jci.com.www.johnsoncontrols.com.

Usanov Maxim Gennadich - СЕМ, CMVP, MBA, Performance Assurance Principal Building Solution, Johnson Controls International, USA, e-mail: Max.G.Usanov @ Jci.com.www.johnsoncontrols.com

РЕЦИКЛИНГ И ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕСА

RECYCLING AND BUSINESS TRANSFORMATION

Аннотация. В работе изложен анализ теории и практики применения технологии рециклинга, как одного из прогрессивных способов решения глобальных проблем человечества, связанных с катастрофическим загрязнением окружающей среды. Исследованы гносеологические корни и история становления, установлена взаимосвязь с последними достижениями науки управления, позволяющая поднять его с пропагандистского уровня общественно-политического движения до научных основ менеджмента. Приведена авторская формулировка новых принципов рециклинга, позволяющая расширить сферу и области использования метода.

Abstract. The paper presents analysis of theory and practice of using recycling technology, as one of the progressive ways to solve the global problems of mankind associated with catastrophic environmental pollution. Investigated the epistemological roots and history of formation, relationship with latest achievements in management science has been established, which makes it possible to raise it from the propaganda of the socio-political movement to the scientific foundations of management. The authors formulation new principles of recycling is given, allowing to expend the scope and application of the method.

Ключевые слова: технология рециклинга, гносеология, история, методология, трансформация.

Key words: recycling technology, epistemology, history, methodology, transformation.

Основным драйвером развития мировой экономики на предыдущих этапах эволюции являлось экстенсивное вовлечение в хозяйственный оборот производственных ресурсов, что породило современную структуру экономического уклада, с его специализацией по видам деятельности, формам организации бизнеса и кооперированием стран и хозяйствующих субъектов.

Однако ограниченность на земле производственных ресурсов и возросшие до критической величины объемы их промышленного потребления вошли в противоречие с экологическими факторами жизнеобеспечения населения планеты.

Одной из актуальных проблем жизнедеятельности мирового сообщества на современном этапе его развития является борьба с производственными и бытовыми отходами. В процессе эволюции человечество достигло небывалых ранее масштабов производственной деятельности. К тому же постоянно возрастает численность населения планеты, приближаясь уже к 8 млрд человек.

В процессе урбанизации повсеместно увеличивается численность мегаполисов и расширяются границы городских поселений. В сферах услуг и бытового обслуживания населения растет доля одноразовых изделий. Всё перечисленное обусловило небывалый рост производственных и бытовых отходов, утилизация и захоронение которых требует постоянного прироста площади мусорных полигонов.

На содержание захоронений, сбор и транспортировку мусора муниципалитеты вынуждены нести непроизводительные затраты, а в отдельных странах (Европейского содружества, Японии и др.) для обустройства мусорных полигонов просто нет места. При этом по данным экологов для разложения в местах захоронения, например, пластмассового стакана требуется 50 лет, полиэтиленового пакета - 200 лет, а пластиковой бутылки - 450 лет.

Негативные последствия жизнедеятельности человечества от года к году будут только нарастать, побуждая общество переходить на интенсивные технологии производственной деятельности и жизнеобеспечения.

Одной из таких широко разрекламированных технологий является «Рециклинг». Рециклинг (от англ. Recycling – рециркуляция, переработка, повторное использование, утилизация) сегодня выделился в самостоятельную область исследований и разработок практически во всех науках, включая управленческие, социально-экономические, технические и др.

Швеция достигла 99% переработки мусора, Германия – 80%. В США переработка алюминиевых банок экономит 95% энергии, стальных – 67%, пластика и стекла – более 30%. В США и др. странах 15 ноября отмечается всемирный день рециклинга. В Японии на искусственных островах из строительного мусора построили 2 международных аэропорта.

Экономически развитые страны и их ведущие компании, в т.ч. Johnson Controls International (США), в которой я работаю вот уже более 20 лет, давно разрабатывают энергоэффективные программы и проекты, в т. ч. области декарбонизации и рециклинга ресурсов.

Данное направление научной и проектной деятельности, наряду с декарбонизацией, может стать ещё одной продуктивной областью приложения сил исследователей и разработчиков многочисленных специальностей университета, что явилось побудительным мотивом написания этого доклада.

При этом свой посильный вклад в развитие методологии рециклинга могут внести и студенты, выполняя в рамках учебного процесса курсовые работы и проекты, в т. ч. по такой тематике, как разработка бизнес-планов продуктовых, технико-технологических инноваций и организационно-управленческих нововведений рециклинга, а также технико-экономическому обоснованию технических решений рециклинга.

История возникновения методов рециклинга, как и менеджмента в целом, насчитывает многие тысячи лет. Достаточно вспомнить начало использования человеком фекалий животных. Уже тогда отходы животноводства использовались человеком для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Этот метод применения «навоза» в качестве органических удобрений практикуется в сельском хозяйстве и по сей день. Таким образом уже на этапе простого товарного производ-

ства человечество реализовало один из основополагающих принципов методологии современного рециклинга, который можно сформулировать как: «Любые отходы – это упущенные доходы».

Другим примечательным примером использования рециклинга в прошлом и отчасти эффективности его использования в будущем является купля-продажа подержанной одежды, ныне именуемой «сэконд хэнд», что означает – вторые руки. Именно этим видом деятельности в 17 веке, будучи «старьёвщиком», в Германии занимался отец М. А. Ротшильда - основателя семейства самого богатого клана европейских банкиров.

Нынче этот вид рециклинга готовых изделий превратился в самостоятельную область предпринимательской деятельности – комиссионную торговлю. Благодаря развитию этого вида бизнеса, сменив владельца, вторую жизнь обретают многие предметы не только потребительского обихода, будь то автомобили или подвенечные платья, но и производственное оборудование и инструменты.

В индустриальный период развития человечества рециклинг в менеджменте наряду с отходами большей частью ассоциируется с необходимостью возможного сокращения сырьевых, материальных или энергетических ресурсов, а соответственно и затрат, на отдельных технологически переделах. Поэтому второй основополагающий принцип рециклинга может быть сформулирован как: «Снижай затраты, расти доходы».

Начало индустриального этапа рециклинга можно связать с появлением в японском менеджменте философии «Моттаинай», которая пропагандирует бережное отношение к окружающей среде и творениям человеческих рук. Моттаинай это стиль жизни осуждающий неэкономное отношение к любым ресурсам. Моттаинай базируется на соблюдении в личной жизни и любом виде хозяйственной деятельности (бизнесе) принципов «3-х R»: 1. Reduce - сокращай использование; 2. Reuse – используй повторно; 3. Recycle – перерабатывай.

Его обычно связывают с побочным или повторным использованием энергии, возвратной тары, продажей или переработкой отходов во вторичное сырье. Это направление рециклинга в менеджменте можно идентифицировать как управление материалами и технологическими отходами за счет повторного использования в основном или вспомогательном производстве или сопряженных отраслях экономики.

Насущная необходимость промышленных компаний поддерживать в работоспособном состоянии основного технологического оборудования породила возникновение в их производственной структуре самостоятельных подразделений, специализирующихся на ремонте и техническом обслуживании станков и инструментов.

В последствии это привело к созданию в производственном менеджменте системы плано-предупредительных ремонтов и появлению на рынке новых хозяйствующих субъектов сервисного типа, бизнес которых базируется на возвращении к жизни или продлении жизненного цикла сложной техники. Примером такого бизнеса являются станции технического обслуживания автомобилей, появление которых свидетельствует о проникновении рециклинга в сферу эксплуатации продукции. Принцип: «Используя повторно, продлеваешь жизнь».

В постиндустриальное время происходит формирование новых направлений менеджмента, расширивших области использования и методологический инструментарий как менеджмента в целом, так и рециклинга, в частности. В этот период производственный менеджмент обогатился маркетинговым, инновационным, инвестиционным, ситуационным, системным, нормативным, комплексным, логистическим, стратегическим, трансформационным и др. подходами.

Каждый из перечисленных подходов преследует одну и ту же цель - повышение эффективности функционирования бизнеса, что априори предполагает необходимость реализации главного принципа рециклинга – рациональное использование всех видов необходимых ресурсов, включая сырьевые, материально-технические, энергетические, трудовые, административно-управленческие и финансовые. Последнее позволяет сформулировать новый принцип рециклинга бизнеса в целом: «Эффективные решения – источник жизнедеятельности бизнеса».

Эффективность функционирования бизнеса в рыночных условиях хозяйствования изменяется даже в краткосрочные промежутки времени под действием многочисленных факторов внешней или внутренней среды. При неблагоприятных изменениях бизнес нужно трансформировать, адекватно изменяя комбинацию используемых ресурсов для поддержания либо повышения эффективности в новых условиях хозяйствования.

Необходимость преобразований бизнеса позволяет предложить ещё один принцип рециклинга бизнеса в целом: «Совершенство деятельности, продлевает жизнь». Методы разработки адаптационных стратегий трансформации бизнеса подробно освещаются в работах [1,2].

Эффективность и адаптационные способности дают право хозяйствующему субъекту использовать природные и общественные ресурсы, продлевая собственный жизненный цикл практически до бесконечности и получать соответствующее вознаграждение - доход. На достижение этой цели направлена методология перформанс-контрактинга, концептуальные основы которой изложены в работе [3].

При сокращении спроса право на продление собственного жизненного цикла (рециклинг бизнеса) имеют только наиболее конкурентоспособные организационные структуры, что явилось основой формулирования нового принципа рециклинга: «Лидерство – залог успеха».

Реализация любой трансформационной стратегии будь то повышение конкурентоспособности, рост или сокращение масштабов деятельности, продуктовых или технико-технологических инноваций, территориальной экспансии или диверсификации деятельности должна сопровождаться проектом реструктуризации активов хозяйствующего субъекта. Для этого необходимо решить ряд специфических задач по преобразованию старого формата бизнеса в новый. На решение этих задач направлена методология реинжиниринга бизнес-процессов, формы, методы и инструментарий которой изложены в фундаментальной работе [4].

В заключение выражаю надежду, что содержание этого доклада будет весьма полезно исследователям и разработчикам, обремененным поиском приложения своих компетенций для решения общемировых проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ансофф. И. Стратегическое управление: сокр. Пер. с англ.-М.: Экономика, 1989.-519 с.

2 Усанов Г.И. Рыночный потенциал предприятия: диагностика состояния, стратегия адаптации и развития. -Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2002. -250 с.

3 Усанов М.Г. Методологические основы и опыт реализации перформанс контрактинга // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы международной научно-практической конференции.- Комсомольск -на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на- Амуре государственного университета, 2020. - 487 с.

4 Усанов И.Г. Реинжиниринг бизнес-процессов: методология, формы, инструментарий. -Владивосток: Дальнаука, 2008. -259 с.

УДК 351:504.05

Усанов Максим Геннадьевич – СЕМ, CMVP, MBA, управляющий перфоманс контрактами строительных решений Johnson Controls International, США, e-mail: Max.G.Usanov @ Jci.com.www.johnsoncontrols.com.

Usanov Maxim Gennadich - СЕМ, CMVP, MBA, Performance Assurance Principal Building Solution, Johnson Controls International, США, e-mail: Max.G.Usanov @ Jci.com.www.johnsoncontrols.com

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

DECARBONIZATION OF THE WORLD ECONOMY AND NATIONALMM ENERGE LIFE SUPPORT SYSTEMS

Аннотация. Данная работа посвящена изложению глобальных тенденций и перспективам дальнейшего развития мировой экономики и энергетических систем жизнеобеспечения человечества. Тенденция возрастания глобального управления декарбонизацией мировой экономики и систем энергообеспечения жизнедеятельности человечества является единственным путём к спасению мира перед надвигающейся экологической катастрофой. Усиление вертикали глобального управления декарбонизацией создаёт новые вызовы и накладывает дополнительные ограничения как на реализацию национальных экономических политик, так и на стратегии деятельности отраслей, корпораций и предприятий всех сфер бизнеса.

Abstract. This work is devoted to the presentation of global trends and prospects for further development of the world economy of energy systems of life support of mankind. Upward trend in global decarbonization management and the world economy and energy systems cookies of the vital activity of mankind is the only way to save the word in front of an impending environmental disaster. Strengthening the global governance vertical for carbonation creates new challenges and imposes additional constraints on both the implementation of national economic policies and strategies for the activities of corporate industries and enterprises in all business spheres.

Ключевые слова: глобальное управление декарбонизацией, трансформация стратегий экономик и компаний.

Key words: decarbonization global management, transformation of economies and company strategy.

Охрана окружающей среды и обеспечение энергоэффективности жизнедеятельности человечества являются актуальнейшими проблемами современности. Актуальность этих проблем в ближайшие 10-30 лет будет нарастать ещё в большей степени по мере сокращения на земле запасов не возобновляемых источников углеродных ресурсов и усиления борьбы мирового сообщества с катастрофическим загрязнением среды обитания.

В настоящее время всё более очевидными становятся негативные явления глобального потепления климата на земле. Рекордно сократилась площадь ледяного покрова земли и, наоборот, существенно возросла численность стихийных бедствий в виде ураганов, пожаров, засухи, наводнений, потопов и других катаклизмов. Возрастает площадь пустынь, сокращается численность и разнообразие биологических существ, моря и океаны захламляются пластмассовыми отходами и другими продуктами жизнедеятельности человечества.

Экологи связывают эту негативную для населения земли тенденцию с ростом в атмосфере земли углекислого газа, который в всё возрастающих масштабах продуцируется в результате производственной деятельности ведущих национальных

экономик и сфер жизнеобеспечения постоянно растущего населения планеты. В перспективе социально-экономический ущерб мировой экономики от экологических бедствий сопоставим с угрозами ядерной войны.

Актуализация экологических проблем жизнедеятельности мирового сообщества обусловила необходимость принятия в 2016 году Организацией Объединенных Наций (ООН) Парижского соглашения о реализации глобальной политики в области декарбонизации атмосферы земли. Уже тогда мировое сообщество признало, что декарбонизация мировой и национальных экономик, включая энергетические системы производственной деятельности и жизнеобеспечения народонаселений, является единственно возможным путем к спасению человечества.

Организационно-управленческий механизм глобальной политики мирового сообщества предусматривает достижение целевых показателей «углеродной нейтральности» и «нулевых выбросов» международной экономики и национальных систем энергообеспечения жизнедеятельности народов к 2050 году [1].

Европейский союз, в том числе Великобритания, США, Россия, Япония, Республика Корея и ещё более 110 стран обязались достичь уровня углеродной нейтральности и нулевых выбросов к 2050 году, а КНР - к 2060 г. На сегодняшний день Парижское соглашение ратифицировало уже 186 государств.

По данным ООН выбросы CO₂ в 2018 году во всём мире составили 33,9 млрд т. При этом больше всего выбросов приходится на Китай (9,4 млрд т), США (5,1 млрд т), Индию (около 2,5 млрд т), Россию (около 1,6 млрд т) и Японию (более 1,1 млрд т).

Несмотря на то, что президент США Дональд Трамп в 2017 году заявил о намерении выйти из Парижского соглашения, ведущие энерго-сервисные компании страны, в т. ч. Johnson Controls International, где я работаю более 20 лет, продолжают разрабатывать и принимать стратегические программы и проекты в сфере декарбонизации и рециклинга ресурсов.

Понятия «углеродная нейтральность» и «нулевые выбросы» глобального управления декарбонизацией предполагают, что суммарный объём выбросов в атмосферу углекислого газа страны не превышает объёмы углерода, поглощаемого её лесами и водными ресурсами.

Глобальная политика мирового сообщества в области декарбонизации обязывает правительства всех стран разрабатывать национальные, отраслевые и корпоративные программы и проекты по сокращению выбросов отходов в окружающую среду.

Для стимулирования этого вида деятельности международными и национальными финансовыми организациями предусматривается выделение льготных кредитов и субсидий на проведение научных исследований, опытно-конструкторскую разработку и технико-технологическую подготовку реализации экологически-чистых проектов.

Данная тематика международных программ и проектов открывает благоприятные возможности для организаций научно-исследовательского и проектно-технологического типа, в т.ч. университетов прежде всего в сфере энергетического обеспечения жизнедеятельности общества в средне- и долгосрочной перспективе.

Согласно данным ООН около 80% загрязнений окружающей среды приходится на долю систем энергетического обеспечения жизнедеятельности человечества. В процессе эволюции мировая экономика и энергетика пережили несколько технологических укладов от доминирования первоначально древесного угля, затем каменного-, а в последствии нефти и нефтепродуктов и, наконец, в настоящее время стремительно растёт потребление природного газа.

Уголь стал основным энергоносителем с началом индустриальной революции в начале 19 века. Именно с ним, а также с использованием последующих источников

углеводородного сырья экологи связывают увеличение концентрации углеродного газа в атмосфере земли, что в свою очередь обуславливает потепление климата.

На ранних этапах перехода от одного источника энергии к другому человечество руководствовалось лишь удобством использования и экономией затрат на энерго-жизнеобеспечение без учета экологических факторов. В настоящее же время использование традиционных технологий энергообеспечения на базе углеводородного сырья приобрело такие масштабы, что назревает экологическая катастрофа, необходимость компенсации ущерба которой значительно перекрывает ранее достигнутую экономию.

По данным ООН возрастание температуры атмосферы всего лишь на 2 градуса (по шкале Цельсия) приведет к повышению уровня моря на 6 метров. При таком исходе многие островные государства и прибрежные города многочисленных стран просто исчезнут с лица земли.

Для предотвращения глобального климатического кризиса в каждой стране поощряется развитие электроэнергетики и возобновляемых источников энергии. Вместе с тем, нынешний уровень технологий энергообеспечения жизнедеятельности не позволяет полностью и повсеместно в короткий срок отказаться от традиционных энергоносителей: угля, нефти и газа. Однако повысить эффективность их использования с целью снижения выбросов в атмосферу углекислого газа возможно уже сейчас. Данная область исследований и разработок может стать благодатным направлением деятельности сотрудников университета с гарантированным финансовым обеспечением.

В противоположность предыдущему международная программа декарбонизации предусматривает введение экономических санкций и налогов за сверхнормативные выбросы в окружающую среду углерода, а также ряд радикальных мероприятий фискального характера.

По данным правительства России сегодня около 25 % ВВП и более 50% доходов бюджета России формируются из отчислений энергетического сектора экономики [2]. При этом нынешние представители правительства весьма оптимистично оценивают возможности России в области декарбонизации, не смотря на катастрофическую вырубку лесов.

В заключение хочу отметить, что побудительным мотивом моего участия в научной конференции родного мне Вуза явились много численные примеры упорных попыток топ-менеджмента национального уровня и ведущих российских компаний добиться успешных результатов в краткосрочном периоде, вопреки долгосрочным общемировым тенденциям. Подтверждением этого является долговременная приверженность управленческих структур к развитию сырьевых отраслей экономики в ущерб перерабатывающим отраслям и сферам научно-технического прогресса.

В связи с этим считаю своевременным и необходимым обратить внимание представителей научной общественности факультета и вуза, в котором произошло становление моей профессиональной деятельности, на глобальные тенденции развития мировой экономики в целом и систем энергообеспечения, в частности, которые могут представить интерес и стать предметом и объектом приложения их знаний, умений и навыков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Официальный сайт Организации Объединенных Наций [Электронный ресурс]. <https://www.un.org> (дата обращения 29.11.21).
- 2 Информационный сайт Правительства России [Электронный ресурс]. <https://government.ru> (дата обращения 29.11.21).

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. АВТОМАТИКА, ЭЛЕКТРОПРИВОД И РОБОТОТЕХНИКА.....	3
Аминов К.С., Стельмашук С.В. СИНТЕЗ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	3
Васильченко С.А., Бублейко В.В. ДВУХМОСТОВОЙ ТИРИСТОРНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ С ЧЕТЫРЕХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ.....	6
Васильченко С.А., Садовский Д.Д. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	10
Горькавый А.И., Поздняков В.С. АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫМ МОДУЛЕМ.....	12
Григорьев Н.П., Ковалев В.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО И ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	16
Дубовик М.Е., Кобозев Д.А. УЛУЧШЕНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВМП ЗА СЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ.....	20
Егоров В.А., Цымбалов П.М. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКООРДИНАТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШТАМПОВОЧНО-ПРЕССОВОЙ МАШИНЫ.....	25
Емельянов К.А., Шелковников В.Ю., Черный С.П. СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ С СОХРАНЕНИЕМ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	30
Иванов Ю.С. АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ ТРЕКИНГА ОБЪЕКТОВ.....	34
Иванов Ю.С. ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСФОРМЕРОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	38
Игнатенко И.В., Власенко С.А., Наконечный М.В., Сугоровский М.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ НАСТРОЙКИ МОДЕЛИ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.....	41
Исломов И.И. ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РЕВЕРСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.....	44
Клопов А.Н., Савельев Д.О. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ЛУЧЕЙ КВАДРОКОПТЕРА.....	48
Константинов А.М., Госьков М.О. АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ С АДАПТИВНОЙ УСТАВКОЙ СРАБАТЫВАНИЯ.....	50
Максимова Н.А., Черный С.П., Облогин Д.Ю. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ПРИВОДА.....	54

Муравьев Е.М., Кагаловская В.Р., Барскова Я.С., Савельев Д.О. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МАРКИРОВКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕТАДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГУЛИРОВКИ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА.....	58
Нгуен Тхань Зыонг МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	60
Овсянников А.Р., Лепехина С.Ю., Сухоруков С.И. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИКОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ.....	63
Парилова О.В., Мельникова С.Е., Савельев Д.О., Хрульков В.Н. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	67
Салогуб Д.Д. МОДУЛЬНОСТЬ В РОБОТОТЕХНИКЕ.....	70
Соловьев В.А., Ваньков А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АО «ДАЛЬЭНЕРГОМАШ».....	73
Соловьев В.А., Ваньков А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АО «ДАЛЬЭНЕРГОМАШ».....	77
Соловьев В.А., Славнов К.К. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПОИСКА И ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	80
Столяров Е.В., Малышева О.А. КОНТРОЛЬ ГОРЕНИЯ, ЗАЩИТА ОТ ПОГАСАНИЯ И ПОДХВАТ ФАКЕЛА ТВЁРДОТОПЛИВНОГО КОТЛА: ОТ ТЕРМОПАРЫ К ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ.....	83
Суздорф В.И., Дадашова Ф.И. ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ.....	86
Сухоруков С.И., Шанин Д.О. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВНЕШНЕГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.....	90
Тагоев Д.Х., Асоев Б.Х. ОПЫТ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ЮЖНО-АМЕРИКАНСКОГО РЕГИОНА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ.....	94
Тимофеев А.К., Сотников И.В., Черный С.П. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ.....	98
Хрульков В.Н., Черный С.П., Охотников А.В. ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОТОННАЖНОЙ ПЛАТФОРМЫ.....	100

Черный С.П., Бузикаева А.В., Послов С.В., Духнов Н.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ДВУХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ.....	103
СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ.....	107
Биткина А.А., Киба Д.А., Извекова Э.Ф. ВОПРОСЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СО СТОРОНЫ ДЕВИАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ.....	107
Боюн Н.С., Кузьмин Р.В. РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ДВУХМАШИНОЙ МИКРОГЭС ДЛЯ ГОРНЫХ РЕК.....	109
Витеслав Стиска СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ....	111
Горбунов А.В., Ким К.К., Скрипилев А.А. ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА.....	114
Игнатенко И.В., Власенко С.А., Шишкина А.С. ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И СКОРОСТИ ВЕТРА НА НАГРЕВ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.....	117
Ким К.К., Иванов С.Н., Горбунов А.В. МЕТОД УДВОЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ НАПРЯЖЕНИЯ С НАНОСЕКУНДНЫМ ФРОНТОМ.....	121
Ким К.К., Иванов С.Н., Колесова А.В. МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА С ПАНТОГРАФОМ.....	124
Ким К.К., Иванов С.Н., Спичкин Г.Л. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ В ВАГОНАХ-РЕФРИЖЕРАТОРАХ.....	128
Климаш В.С., Первунинский С.А. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ.....	131
Климаш В.С., Петухов А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ЛИНИИ ПРИ СРАБАТЫВАНИИ АВР.....	134
Климаш В.С., Табаров Б.Д. ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ С РЕАКТОРНО-ТИРИСТОРНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	136
Кожевников А.Н., Истратова Е.Е. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТА.....	140
Колесник М.Б. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДА ГЕРМЕТИЧНОЙ ЗАДВИЖКИ.....	144
Константинов А.М., Константинова Ю.А., Кольцов В.И. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА КОМСОМОЛЬСК – ВАНИНО НА ВНЕШНЮЮ СЕТЬ С ОЦЕНКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ.....	147
Никонов С.А., Кузьмин Р.В. СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	151

Процко Д.С., Панов С.Ю. КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	153
Рахматуллин С.С. СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	156
Сериков А.В., Иванов В.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ СИЛОВОМ МАСЛЯНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ.....	159
Смирнова Т.А., Шестопалько Д.К., Янченко А.В. МЕТОД РАСЧЁТА МАГНИТНОГО ПОДВЕСА ИНЕРЦИОННОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ.....	162
Соколовский М.А., Климах В.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	166
Сочинский В.В., Киба Д.А. СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФАЗОВОГО ПОДАВЛЕНИЯ РАДИОПОМЕХ.....	169
Файзибаев Ш.С., Хисматулин М.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА.....	171
Шаломов В.И. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ТУРБОУСТАНОВКИ НА СВЕРХКРИТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ПАРАМЕТРОВ СВЕЖЕГО ПАРА.....	174
Шилова И.В., Шульга А.В. МИКРОИЗГИБНЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫМ СВЕТОВОДОМ КАК ОСНОВА ДАТЧИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.....	177
СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ.....	181
Бажеряну В.В. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРОВ.....	181
Болдырев В.В. AGILE МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННЫМ ПРОЕКТОМ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	183
Глебов М.Б., Лазарев В.М., Глебов В.Б., Налетов В.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ РЕАГИРУЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ РАЗОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ.....	186
Гречушкина Н.В., Романюта М.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОКРАСКИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ.....	188
Григорьев П.А., Коновалов Д.А. УЛУЧШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ 3D СКАНИРОВАНИЯ И ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ.....	192
Егорова В.П., Горькавый М.А. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	196

Егорова В.П., Горькавый М.А. РАЗРАБОТКА ОТДЕЛЬНОГО КЛАССА В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ РОБОТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА.....	200
Коробчук М.В., Веригин А.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В ВИБРАЦИОННЫХ АППАРАТАХ.....	203
Крупский Р.Ф., Балагурова А.Е. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АВИАЦИОННУЮ ТЕХНИКУ.....	206
Куделько А.Р., Финогеев М.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРОЙ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА.....	209
Курасов Д.А., Ковалев А.Д. К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕХАНИЗМОВ.....	212
Левенко К.Е., Крупский Р.Ф. ВНЕДРЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ.....	216
Мельниченко М.А., Горькавый А.И. ИДЕНТИФИКАЦИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА.....	219
Озеров Н.А., Кульбякина А.В., Мунин А.П. НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ.....	222
Пицык В.С., Дмитриев Э.А., Муравьев В.И., Старцев Е.А. ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО КОНТАКТА НЕРАЗЪЕМНОГО СОЕДИНЕНИЯ СПЛАВА ОТ4-1 ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ.....	226
Пугачева А.И., Кучеров В.А. ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «DIGITAL TWIN».....	230
Соколова В.С. АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ.....	232
Соколова В.С., Зайченко И.В. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ.....	235
Хартманн Роман ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ЧЕРНОЙ ИКРЫ.....	238
СЕКЦИЯ 4. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	241
Андрианов И.К., Феоктистов С.И. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПЕРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОСТИ К РАСЧЕТУ ПОЛЗУЧЕСТИ С ПОМОЩЬЮ ИЗОХРОННЫХ КРИВЫХ.....	241

Андрианов И.К., Феоктистов С.И. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.....	245
Вакулюк А.А., Гринкруг М.С. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОТЫ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	249
Гринкруг М.С., Колмыкова В.О., Ткачева Ю.И. АСТРОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ПОКОЯ НЕЙТРИНО.....	251
Гринкруг М.С., Новгородов Н.А., Ткачёва Н.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	255
Гринкруг М.С., Новгородов Н.А., Ткачева Ю.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОНИЖАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СХЕМАМИ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК.....	257
Гринкруг М.С., Новгородов Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ ЖГУТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА УМЕНЬШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК.....	260
Гринкруг М.С., Солецкий В.В., Ткачева Ю.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕХАНИЗМА СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА УМЕНЬШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК.....	262
Далия Мурад, Ламма Эль-Баши, Асад Харири СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫСОТЫ ДРОНА С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА.....	264
Далия Мурад, Ламма Эль-Баши, Асад Харири МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДРОНА СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫСОТЫ ПОЛЕТА.....	270
Зайцев Д.С. УПРАВЛЕНИЕ ИТ-ПРОЕКТАМИ: ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КОМАНД ИТ-РАЗРАБОТКИ.....	275
Йе Мин Тху ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТИРИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОДКЛЮЧЕННОГО К СЕТИ.....	279
Калугина Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ.....	280
Кильдибаева С.Р., Суяргулова Э.Э. ГИДРАТЫ И ПРОБЛЕМЫ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА ГЛУБОКОВОДНУЮ РАЗРАБОТКУ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	285
Кильдибаева С.Р., Суяргулова Э.Э. О ЛИКВИДАЦИЯХ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ.....	287
Мохамад Кара Балли, Гринкруг М.С. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ МИКРОТРЕЩИН В ЛОПАТКЕ ТУРБИНЫ ДВИГАТЕЛЯ.....	290
Пухов А.А., Гринкруг М.С. СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, РАБОТАЮЩИХ ПО ЦИКЛУ ДИЗЕЛЯ.....	293

Сюй А.В., Целиков Г.И., Панова Д.А., Ткачева Ю.И. ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ZnS.....	296
Шматков Р.Н., Николаева Г.Д. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ИТ.....	299
Щёголева Т.А., Глухова Ж.Л., Ветчинов А.В. СИСТЕМЫ МЕТАЛЛ-ВОДОРОД И ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	303
СЕКЦИЯ 5. СОВРЕМЕННАЯ ЭКОНОМИКА: СФЕРЫ, ОТРАСЛИ И КОМПЛЕКСЫ.....	307
Бутко В.П., Цыкунова А.А., Кудрякова Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ПЕРСПЕКТИВ ПЕРЕХОДА РОССИИ ОТ НАЛИЧНЫХ К БЕЗНАЛИЧНЫМ РАСЧЕТАМ.....	307
Гасанова А.Г., Кизиль Е.В. АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ ПОЛИТИКИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	310
Гасанова А.Г., Яковлева Т.А. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ.....	313
Гресева М.А., Кузнецова О.Р. НЕОБХОДИМОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ.....	315
Демьяненко Ю.И., Серегина П.А. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ОТКРЫТИЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ.....	317
Дружинин В.А., Кудрякова Н.В. АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПАНДЕМИИ.....	321
Ковальчук А.А., Кизиль Е.В. БЮДЖЕТ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ОСНОВА ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ.....	325
Кудрякова Н.В., Тураков И.А. ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА К УСЛОВИЯМ ПАНДЕМИИ.....	328
Кузнецова О.Р. ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА НА ЭКОНОМИКУ РОССИИ.....	331
Курбонова Ф.А., Зокиров А.Ж. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ФИНАНСОВОГО РЫНКА В ЭКОНОМИКЕ ТАДЖИКИСТАНА.....	334
Лю Бинь, Кузнецова О.Р. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГРУЗОВОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	337
Лялина Ж.И., Глухова З.В. ЭКОСИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ.....	339
Масловская Я.В., Кизиль Е.В. АНАЛИЗ РАСХОДОВ БЮДЖЕТА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЫ РАЙОНА.....	343
Маценко В.В., Коротеева Ю.С., Кузнецова О.Р. ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	345

Муравьев Е.М., Геращенко В.В., Кудрякова Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ ТОВАРООБОРОТА МЕЖДУ СТРАНАМИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	349
Палков К.А., Тищенко Е.С., Кудрякова Н.В. СОВРЕМЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КРИПТОВАЛЮТЫ И ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН.....	352
Пляскина Т.М., Яковлева Т.А. МЕТОДИКА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ВЫВОДА НА АУТСОРСИНГ.....	355
Постников С.И., Яковлева Т.А. ЦИФРОВАЯ ВАЛЮТА: ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИК.....	357
Радченко Н.Б., Кизиль Е.В. ОЦЕНКА БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИКИ ЕГО ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ.....	361
Рузаева М.К., Яковлева Т.А. ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ.....	365
Соломанина А.Д., Кизиль Е.В. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КРАЕВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	368
СЕКЦИЯ 6. УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ: ПРОБЛЕМЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ОПЫТ.....	371
Бирюкова З.А., Бурдакова Г.И. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....	371
Бянкин А.С., Егорычева Ю.А. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ГИДРООЧИСТКИ ТОПЛИВА НА БАЗЕ ПНЗ.....	374
Бянкин А.С., Радченко Н.Б. ГЛЭМПИНГ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ.....	378
Гладких С.Н., Алексахин Н.А. О ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ.....	381
Гладких С.Н., Ласкин Е.Ф. АЛКОГОЛИЗМ – СОВРЕМЕННАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА РОССИИ.....	384
Грабоздин Ю.П. К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ И РОЛИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ.....	387
Гусева Ж.И., Евсеева К.А. АДАПТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИИ: СУЩНОСТЬ, ВИДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ.....	390
Гусева Ж.И., Ермолаев В.Н. ЗАРУБЕЖНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	393
Гусева Ж.И., Зарецкая П.И. СПЕЦИФИКА ЯПОНСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	396
Гусева Ж.И., Игнатьева Д.С. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ.....	398

Гусева Ж.И., Лешоко И.А. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА.....	401
Гусева Ж.И., Логвиненко М.Т. СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ.....	403
Гусева Ж.И., Самсонова В.Г. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	407
Гусева Ж.И., Стуликова К.Ю. ПЕРСОНАЛ КАК ГЛАВНЫЙ РЕСУРС ОРГАНИЗАЦИИ.....	409
Демьяненко Ю.И., Терещенко Д.О. ТЕОРИЯ ИГР КАК ИНСТРУМЕНТ ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ОРГАНИЗАЦИИ.....	412
Жмеренецкая Т.А., Бурдакова Г.И. ОЦЕНКА ТУРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГОРОДА КОМСОМОЛЬСКА-НА-АМУРЕ.....	415
Капустенко И.С., Глинина Е.Е., Осипова Е.М. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ РЕСУРС КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР УСПЕШНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	418
Капустенко И.С., Гусейнова Р.Х. КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ: СУЩНОСТЬ, ВИДЫ И ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ.....	421
Капустенко И.С., Евсеева К.А. ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ УСЛУГ.....	424
Капустенко И.С., Миляева У.О., Горбунов П.К. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	427
Капустенко И.С., Мирзаева М.И. КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА.....	429
Ковалева А.М., Хаймович А.И., Калакова Е.С. РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА.....	432
Копылова Н.А., Второва М.Б., Аношина Д.Е. ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА СИСТЕМУ МОТИВАЦИИ ТРУДА.....	435
Ломазов А.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКСПЕРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	439
Люхо И.А., Бянкин А.С. ЗАПЛАНИРОВАННОЕ УСТАРЕВАНИЕ ПРОДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	441
Манская А.С., Ри Т.В., Бурдакова Г.И. СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗА В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ РЕГИОНА.....	444
Сакова Н.В. НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	447
Терещенко М.В., Абрамов В.И. ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦИФРОВЫХ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ.....	451

Урсегова А.А., Куклина С.А., Серкина Е.А., Горева И.В. УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	455
Усанов Г.И., Одинец А.В. ФОРМИРОВАНИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	458
Усанов М.Г. РЕЦИКЛИНГ И ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕСА.....	461
Усанов М.Г. ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	465

Научное издание

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО:
ОТ СОЗДАНИЯ К ВНЕДРЕНИЮ**

Материалы V Международной научно-практической конференции
Комсомольск-на-Амуре, 6-11 декабря 2021 г.

Ответственный редактор С. И. Сухоруков

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 04.02.2022.

Формат 60×84 1/16. Бумага 65 г/м². Ризограф RISO EZ 570E.
Усл. печ. л. 27,88. Уч.-изд. л. 26,00. Тираж 22 экз. Заказ 30497.

Полиграфическая лаборатория
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
681013, Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.