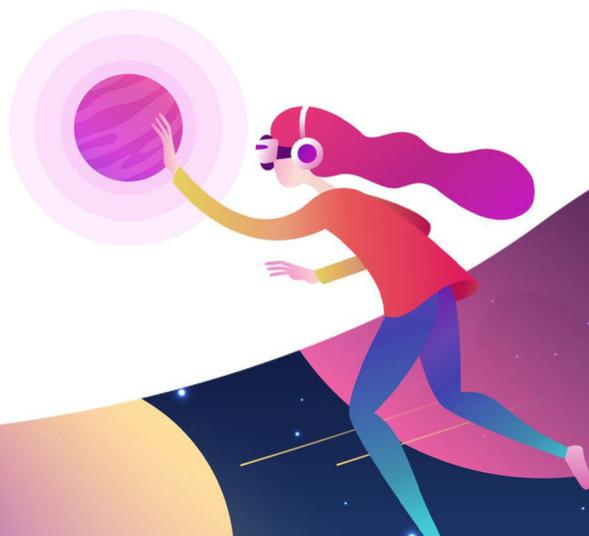




«Выставка инноваций – 2023» (весенняя сессия)

*Сборник статей XXXV Республиканской выставки-сессии
студенческих инновационных проектов*

Ижевск, 20 апреля 2023 г.



Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова»

«Выставка инноваций – 2023»
(весенняя сессия)

*Сборник статей XXXV Республиканской выставки-сессии
студенческих инновационных проектов*

Ижевск, 20 апреля 2023 г.



Издательство УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова
Ижевск 2023

УДК 62(06)
ББК 30у
В93

Редакционная коллегия

Председатель – *Копысов А. Н.*, канд. техн. наук, проректор по научной и инновационной деятельности ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Дегтева О. А., начальник управления научно-исследовательских работ;

Тюрин А. П., заместитель начальника управления научно-исследовательских работ;

Гуменюк А. Н., начальник отдела инновационного развития;

Султанов Р. О., начальник управления информатизации;

Караваяв Ю. Л., старший научный сотрудник НУЛ «Мобильные системы»;

Чернышев К. С., начальник отдела разработки, внедрения и сопровождения информационных систем управления информатизации;

Пигалев С. А., директор бизнес-инкубатора;

Коробейников Е. И., ведущий специалист по маркетингу бизнес-инкубатора;

Возмищев И. В., старший преподаватель кафедры «Электротехника»;

Кондратьев А. В., исполнительный директор технопарка высоких технологий «Нобель» (по согласованию);

Волегов Д. В., директор ООО НПО «Дельта»;

Волкова Л. В., кандидат технических наук, доцент кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики»;

Павлова П. С., заместитель генерального директора по инновациям АО «Корпорация развития Удмуртской Республики», представитель Фонда содействия инновациям в Удмуртской Республике;

Мальцев С. Э., технологический предприниматель;

Масалов К. Н., представитель АО «ИЭМЗ «Купол»

«Выставка инноваций – 2023» (весенняя сессия) : сборник статей XXXV Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, Ижевск, 20 апреля 2023 года / ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2023. – 228 с. – 4,84 МБ. – Систем. требования : Acrobat Reader 6.0 и выше. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7526-1006-6

Сборник представлен материалами докладов молодых ученых, заслушанных перед экспертной комиссией на XXXV Республиканской выставке-сессии студенческих инновационных проектов, проходившей при участии студенческого научного общества (СНО) в ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» (20 апреля 2023 г.). Тематически научные статьи охватывают широкий спектр приоритетных направлений развития науки и техники и подготовлены в рамках научных семинаров Школы молодого ученого университета. Исследования, представленные в сборнике, отражают результаты научно-инновационной деятельности молодых ученых ИжГТУ имени М. Т. Калашникова за последние годы. Отдельные исследования подготовлены в рамках студенческой секции XLII научно-технической конференции молодежи (23 и 24 марта 2023 г., АО «ИЭМЗ «Купол»).

УДК 62(06)
ББК 30у

ISBN 978-5-7526-1006-6

© ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2023
© Оформление. Издательство УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова, 2023

УДК 621.319.4:004.94(045)

ГРНТИ 45.35.29

Е. В. Баймурзин, магистрант

А. Е. Фокеев, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Цифровой двойник металлопленочного косинусного конденсатора

Данная работа посвящена разработке программы цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора который используется в составе устройств компенсации реактивной мощности. Программа цифрового двойника написана на языке Python на основе математического описания данного конденсатора. Данная программа через определенный интервал времени получает на вход данные измерений основных параметров конденсатора (среднеквадратичное значение напряжения на зажимах конденсатора, гармонические составляющие напряжения и значение температуры окружающего воздуха), обрабатывает эти массивы данных, определяет с помощью математических формул температуру самонагрева конденсатора, а затем выводит фактический режим работы и остаточный ресурс.

Ключевые слова: цифровой двойник конденсатора; косинусные конденсаторы; срок службы; массивы данных; температура самонагрева.

Введение

Искусственный интеллект и цифровые двойники в настоящее время находят широкое распространение в различных областях науки и техники. Работа электрических сетей сопровождается различными проблемами, что в свою очередь ведет к отключению энергии у потребителей и многомиллиардным убыткам компаний. Поэтому оптимизация работы электрических сетей очень важная

задача в энергетике. В настоящее время уже начали разрабатывать электрические сети с цифровыми двойниками. Такие электрические сети – главные компоненты энергетических комплексов будущего. Они надежнее и безопаснее обычных систем, более устойчивы к стрессам, реже отказывают. Для снижения реактивной мощности в электрической сети широкое применение нашли устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ). В составе УКРМ в настоящее время используются металлопленочные косинусные конденсаторы. Разработка цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора позволит определить фактический режим работы и остаточный ресурс данных устройств.

Целью работы является разработка программы цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора.

1. Цифровые двойники в электроэнергетике

Существует несколько определений понятия «цифровой двойник». Наиболее подходящее определение: цифровой двойник – это реальное отображение всех компонентов в жизненном цикле продукта с использованием виртуальных, физических данных и данных взаимодействия между ними. Другими словами, цифровые двойники создают виртуальные прототипы реальных объектов для решения таких задач, как проведение экспериментов, проверка гипотез, прогнозирование поведения объекта и управление жизненным циклом объекта.

Чаще всего, основа цифровых двойников в электроэнергетике – это математическая модель единицы оборудования или системы в целом. Цифровой двойник имеет информацию о номинальных параметрах электрооборудования, технических свойствах, дате его ввода в эксплуатацию, месте его расположения, а также принимает огромные массивы данных, поступающих с различных датчиков, измерителей и сенсоров. Имея такую информацию, можно производить различные электротехнические расчеты, например, расчет токов короткого замыкания, падения напряжения в проводнике, расчет режимов работы, релейную защиту и т. п. Внедрив эти математические описания в программу цифро-

вых двойников оборудования, можно значительно упростить работу технических подразделений, отвечающих за ту или иную область. Использование цифровых двойников позволит производить ремонты не по графику, а по необходимости, сэкономит затраты на проектирование и эксплуатацию.

2. Применение металлопленочного косинусного конденсатора

Присутствие в электрических сетях реактивной энергии означает следующее: протекая по кабелям, реактивный ток понижает долю протекаемого активного тока, что вызывает дополнительные потери на нагрев проводников. Электрическое оборудование из-за этого может выйти из строя, а питающие кабели необходимо выбирать большего сечения, что удорожает проект. При этом потребителю приходится переплачивать за одни и те же непроизводительные затраты.

Подключение УКРМ позволит снизить реактивную энергию в электрической сети. Они могут производить реактивную энергию с противоположным знаком потребляемой нагрузки и тем самым предотвратить ненужную циркуляцию энергии в сеть, что позволит повысить коэффициент мощности.

На рис. 1 видно, что в результате подключения конденсаторов с реактивной мощностью Q_c полная мощность S' уменьшается, а коэффициент мощности P/S' увеличивается.

Расположение УКРМ в электроустановке определяет режим компенсации:

- централизованный (УКРМ в трансформаторные подстанции, распределительные устройства);
- групповой (УКРМ на группу нагрузок);
- индивидуальный (УКРМ на электроприемник).

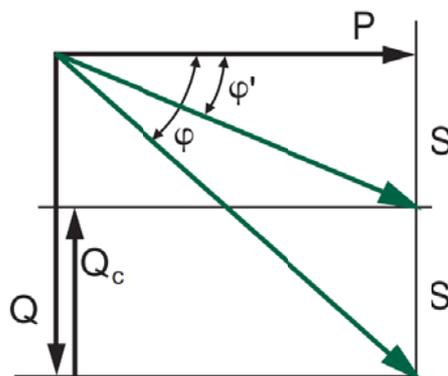


Рис. 1. Векторная сумма активной и реактивной мощности

На практике можно комбинировать указанные выше режимы, если это целесообразно с точки зрения технической и экономической эффективности.

Стандартная схема реализации устройства компенсации реактивной мощности на оборудовании компании *DEKRAFT* представлена на рис. 2.

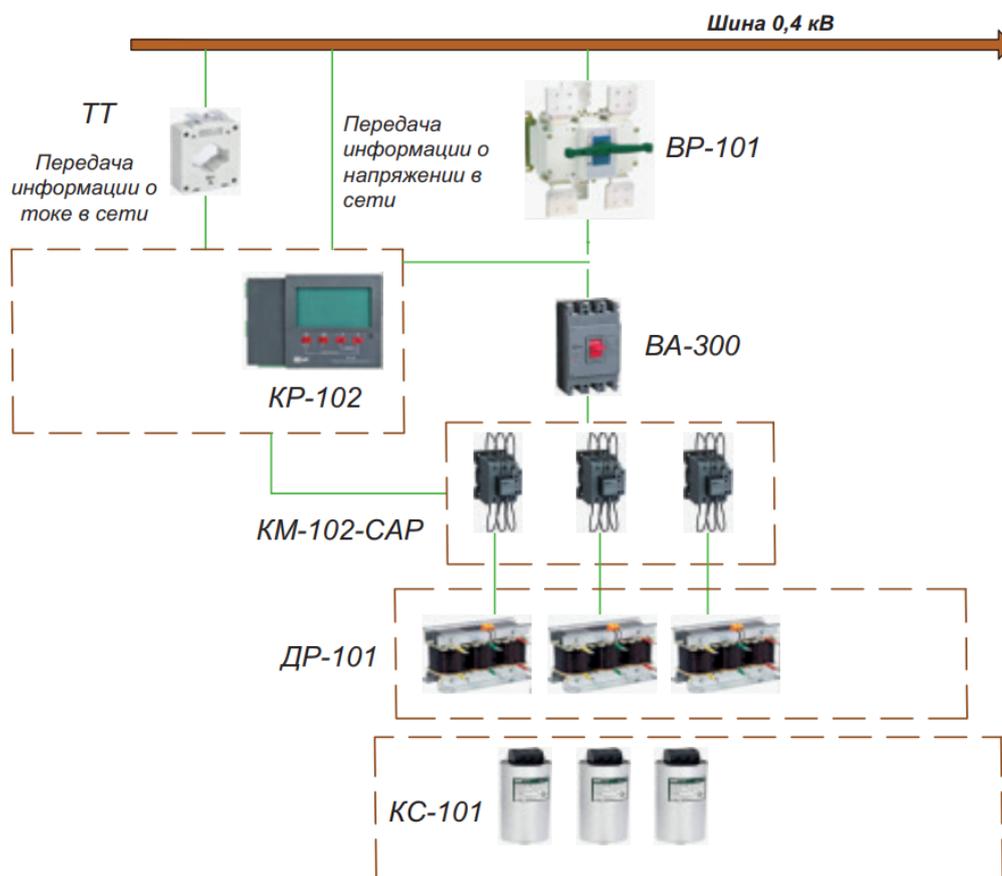


Рис. 2. Схема устройства компенсации реактивной мощности

Предназначение устройств:

1. ТТ – трансформаторы тока, предназначены для передачи информации регулятору реактивной мощности о токе в сети.

2. КР-102 – регулятор реактивной мощности специальный контроллер, предназначенный для трехфазной сети низкого напряжения.

3. ВР-101 – выключатель-разъединитель, коммутационный аппарат, способный включать и отключать нагрузку в нормальных условиях, чаще всего применяется для видимого разрыва цепи питания.

4. ВА-300 – автоматический выключатель, предназначен для защиты цепи питания конденсаторов от повреждений, которые могут возникнуть из-за перегрузок и токов короткого замыкания.

5. КМ-102-САР – контакторы конденсаторные предназначены для замыкания и размыкания электрических цепей батарей конденсаторов и рассчитаны на напряжение до 690 В переменного тока, 50/60 Гц.

6. ДР-101 – антирезонансные дроссели применяются в низковольтных шкафах компенсации реактивной мощности, которые в общем случае последовательно подключаются к конденсаторной батарее. При промышленной частоте они выполняют роль емкостной нагрузки и таким образом не допускают возникновения параллельного резонанса и генерации усиленных гармоник тока.

7. КС-101 – самовосстанавливающиеся металлопленочные косинусные конденсаторы, предназначены для корректировки коэффициента мощности в электрических сетях переменного тока 50/60 Гц. При параллельном подключении к индуктивным электроприемникам (асинхронным двигателям, трансформаторам, реакторам и т. д.) конденсаторы позволяют увеличить коэффициент мощности.

Металлопленочные косинусные конденсаторы в составе УКРМ пришли на смену металлобумажным конденсаторам с пропиткой изоляции жидким диэлектриком. В паспорте конденсаторов есть такой параметр, как номинальный срок службы. В работе [1] приведен ряд проблем, связанных с уменьшением срока службы конденсаторов из-за воздействия различных электромагнитных явлений. Металлопленочные косинусные конденсаторы в составе УКРМ подвергаются воздействию высших гармонических составляющих тока и напряжения, что сказывается на сроке службы данного элемента. Из-за длительного воздействия высших гармоник конденсатор начинает повышать свою температуру, что вызывает деградацию пленки диэлектрика.

3. Математическое описание металлопленочного косинусного конденсатора

Надежность конденсатора определяется как его способность осуществлять свои функции при заданном режиме работы в течение заданного периода времени. Надежность описывается двумя важными статистическими параметрами: интенсивность отказов λ и срок службы T_{sl} . Интенсивность отказов дается для стандартных условий эксплуатации, а срок службы – для номинального режима работы. Для нахождения этих параметров в нестандартных режимах работы применяются следующие формулы:

$$\lambda = \lambda_{ref} N_v N_t;$$

$$T_{sl} = T_{sl.ref} \frac{1}{N_v} \cdot \frac{1}{N_t} = T_{sl.ref} \cdot K_{sl},$$

где λ_{ref} – номинальная интенсивность отказов; $T_{sl.ref}$ – номинальный срок службы, ч; N_v – перерасчетный коэффициент для напряжения; N_t – перерасчетный коэффициент для температуры; K_{sl} – коэффициент изменения срока службы.

Значения коэффициентов N_v и N_t берутся из таблиц 38 и 40 стандарта IEC 61709-2011. В этих таблицах приведены стандартные значения коэффициентов при разных значениях среднеквадратичного напряжения на зажимах конденсатора U_{RMS} и температуры конденсатора T_c (рис. 3 и 4).

Для нахождения температуры конденсатора T_c необходимо знать температуру самонагрева конденсатора dT и температуру воздуха вокруг конденсатора с учетом воздействия внешних факторов T_a , она будет равна сумме этих значений в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$):

$$T_c = T_a + dT .$$

В работе [2] приведена методика расчета температуры самонагрева конденсатора – его можно найти с использованием технических характеристик

конденсатора и действующих значений гармонических составляющих напряжения.

V/V_R	π_V
0.1	0.26
0.25	0.42
0.5	1
0.6	1.42
0.7	2.04
0.8	2.93
0.9	4.22
1	6.09
1.1	9
1.2	13

$T [^{\circ}\text{C}]$	π_T
≤ 40	1
50	1.8
55	2.3
60	3.1
70	5.2
80	9
85	12
90	16
100	33
105	50
110	77
120	206
125	346

Рис. 3. Таблица 38 стандарта IEC 61709-2011: Рис. 4. Таблица 40 стандарта IEC 61709-2011:

V – среднеквадратичное значение напряжения на зажимах конденсатора (U_{RMS}); V_R – номинальное напряжение конденсатора (U_c)
 T – температура конденсатора T_c

В качестве технических характеристик конденсаторов предлагается использовать следующие значения:

$\text{tg } \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь;

ESR – эквивалентное последовательное сопротивление конденсатора, Ом;

R_{th} – тепловое (термическое) сопротивление конденсатора, К/Вт.

Значение гармонической составляющей тока через конденсатор, А:

$$I_{hi} = U_{hi} \cdot 2\pi f_{hi} C \cdot 10^{-6},$$

где U_{hi} – напряжение гармонической составляющей, В; f_h – частота гармонической составляющей, Гц; C – емкость конденсатора, Ф.

Реактивная мощность гармонической составляющей трехфазного конденсатора, вар:

$$Q_{hi} = 3 \cdot I_{hi} U_{hi}.$$

Мощность диэлектрических потерь под воздействием высших гармонических составляющих, Вт:

$$P_D = \sum_{h=2}^n Q_h \operatorname{tg} \delta.$$

Резистивные потери под воздействием высших гармонических составляющих, Вт:

$$P_I = \sum_{h=2}^n I_h^2 \cdot ESR \cdot 10^{-3}.$$

Суммарные потери в конденсаторе под воздействием высших гармонических составляющих, Вт:

$$P_S = P_D + P_I.$$

Увеличение температуры конденсатора (температура самонагрева конденсатора) под воздействием высших гармонических составляющих, °С:

$$dT = P_S R_{th}.$$

4. Программа цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора

Программа цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора составлена на языке программирования *Python*. Данная программа может быть интегрирована как в устройства верхнего уровня *SCADA*-систем, так и в микропроцессорные устройства низкого уровня.

Исходными данными (константами) цифрового двойника являются:

C – емкость конденсатора, мкФ;

U_c – номинальное напряжение конденсатора, В;

$t_{sl.ref}$ – значение срока службы при номинальных условиях эксплуатации, ч.

Входящими данными цифрового двойника являются:

U_{RMS} – среднеквадратичное значение напряжения на зажимах конденсатора (в электрической сети), В;

$U_{h1}, U_{h2}, U_{h3}, \dots, U_{hn}$ – гармонические составляющие напряжения на зажимах конденсатора (в электрической сети), В;

T_a – температура воздуха вокруг конденсатора, °С.

Промежуточными данными цифрового двойника являются:

dT – температура самонагрева конденсатора;

N_v и N_t – перерасчетные коэффициенты.

Выходными данными цифрового двойника являются:

$TWcf$ – значение выработки срока службы, нарастающим итогом с момента включения в работу.

Блок-схема программы цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора представлена на рис. 5. Программа начинается с обработки входного массива данных. Начало функции обработки входного массива данных:

```
defInputValue():
```

```
Urms = 0
```

```
Uh1 = 0
```

```
Ta = 0
```

```
arrUh = []
```

```
fori in range(3):
```

Функция обработки входного массива данных $U_{RMS}; U_{h1}, U_{h2}, U_{h3}, \dots, U_{hn}, T_a$; реализована в соответствии с требованиями ГОСТ 30804.4.30–2013 «Методы измерений показателей качества электрической энергии». В соответствии с разделом 4.4 ГОСТ 30804.4.30–2013 в качестве основного интервала времени при измерениях показателей качества электрической энергии (КЭ), характеризующихся среднеквадратическим значением (относящихся к напряжению, гармоникам и интергармоникам, несимметрии напряжений, установившемуся от-

клонению напряжения в системах электроснабжения 50 Гц), должен быть принят интервал длительностью 10 периодов для систем электроснабжения частотой 50 Гц.

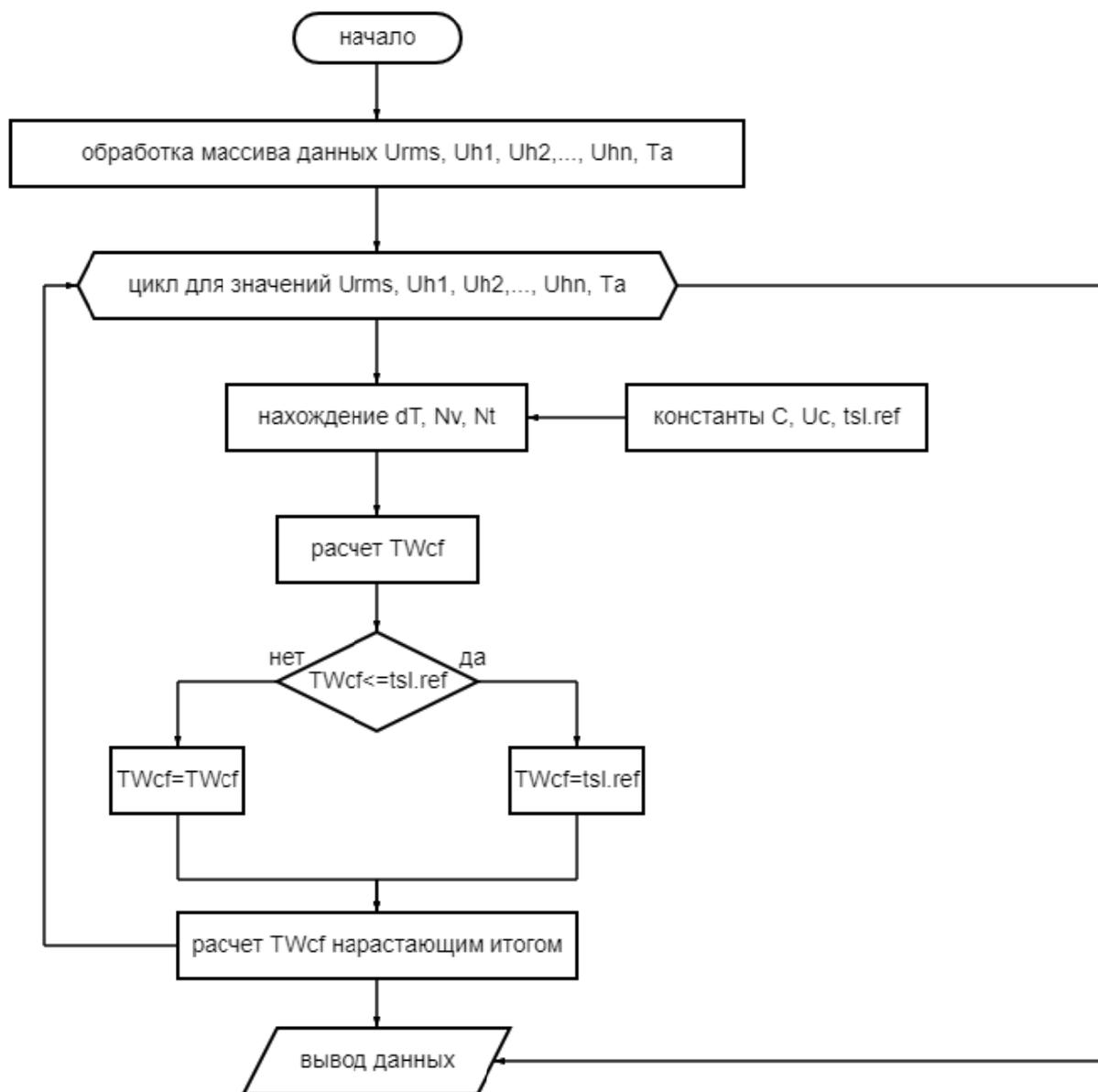


Рис. 5. Блок-схема программы цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора

Результаты измерения на основных интервалах времени объединяются для получения значений показателей (КЭ) на интервалах времени – 3 сек., 10 мин., 2 часа, кроме того могут приниматься другие объединенные интервалы. Согласно разделу 4.5 ГОСТ 30804.4.30–2013 за значение величины на объеди-

ненном интервале времени принимают значение, равное корню квадратному из среднеарифметического значения квадратов входных величин.

Контроллер (измеритель) будет выдавать в программу цифрового двойника значения показателей КЭ основного интервала времени 10 периодов или 0,2 сек., т. е. блок обработки входного массива данных $U_{RMS}; U_{h1}, U_{h2}, U_{h3}, \dots, U_{hn}, T_a$; принимает на входе эти значения каждые 0,2 сек. Цикл для этих значений осуществляет объединение измеренных значений в интервал времени 1 час. Выбор сделан в пользу часового интервала времени, т. к. это удобно с точки зрения интерпретации заводских характеристик конденсаторов (срок службы указывают в часах). На каждом интервале данные измерений $U_{RMS}; U_{h1}, U_{h2}, U_{h3}, \dots, U_{hn}; T_a$ считаются нарастающим итогом, чтобы не нужно было хранить большой объем измеренных значений.

В тестовой программе в цикле указано количество итераций – 3, т. е. на вход поступает три массива данных $U_{RMS}; U_{h1}, U_{h2}, U_{h3}, \dots, U_{hn}; T_a$. Данное количество итераций принято, чтобы не надо было вводить $18000 \left(\frac{3600 \text{ сек}}{0,2 \text{ сек}} = 18000 \right)$ массивов данных. На рис. 6 показано 3 массива данных на три итерации, четвертый массив не обрабатывается, т. к. состояние коммутационного аппарата в положении «0» означает, что он выключен.

```

1
410
395
30
0.11 2.95 0.09 1.39 0.08 0.96 0.08 1.68 0.07 0.5 0.07 0.63 0.07 0.76 0.07 0.33 0.97 0.22 0.07 0.23 0.07 0.2 0.07 0.18 0.07 0.09 0.07 0.15 0.07 0.15 0.07 0.09 0.07 0.12 0.07 0.17 0.07 0.08
411
399
20
0.11 2.95 0.09 1.39 0.08 0.96 0.08 1.68 0.07 0.5 0.07 0.63 0.07 0.76 0.07 0.33 0.97 0.22 0.07 0.23 0.07 0.2 0.07 0.18 0.07 0.09 0.07 0.15 0.07 0.15 0.07 0.09 0.07 0.12 0.07 0.17 0.07 0.08
411
399
20
0.11 2.95 0.09 1.39 0.08 0.96 0.08 1.68 0.07 0.5 0.07 0.63 0.07 0.76 0.07 0.33 0.97 0.22 0.07 0.23 0.07 0.2 0.07 0.18 0.07 0.09 0.07 0.15 0.07 0.15 0.07 0.09 0.07 0.12 0.07 0.17 0.07 0.08
0
410
398
20
0.11 2.95 0.09 1.39 0.08 0.96 0.08 1.68 0.07 0.5 0.07 0.63 0.07 0.76 0.07 0.33 0.97 0.22 0.07 0.23 0.07 0.2 0.07 0.18 0.07 0.09 0.07 0.15 0.07 0.15 0.07 0.09 0.07 0.12 0.07 0.17 0.07 0.08

```

Рис. 6. Массивы входных данных для тестовой программы

Ниже представлены фрагменты функции расчета перерасчетных коэффициентов для температуры и напряжения, которые определяются с помощью интерполяции из таблиц 38 и 40 стандарта IEC 61709-2011.

Начало функции расчета перерасчетного коэффициента для напряжения:

```
def calc2(Urms, Uc):
```

```
Kv = round(Urms/Uc, 2)
```

```
    Kv1 = round(Kv, 1)
```

```
dKv = round(Kv - Kv1, 2)
```

Начало функции расчета перерасчетного коэффициента для температуры:

```
def calc3(Tc):
```

```
if 55.0 < Tc < 60.0:
```

```
    X1 = 55.0
```

```
    X2 = 60.0
```

Используя математическую модель, описанную в п. 2, можно рассчитать температуру конденсатора с помощью среднеквадратичных измеренных значений показателей КЭ в объединенном интервале 1 час, и далее найти с помощью перерасчетных коэффициентов выработку конденсатора, она будет равна обратной величине коэффициента изменения срока службы. Начало функции расчета значения выработки срока службы конденсатора:

```
defcalc(Urms, Uh1, Ta, arrUh, TWcf):
```

```
print(Urms, Uh1, Ta, arrUh)
```

```
PD = 0.0
```

```
    PI = 0.0
```

```
dT = 0.0
```

```
Kv = Urms/Uc
```

```
Nt = 0.0
```

```
Nv = 0.0
```

```
TWcfi = 0.0
```

В конечном итоге программа на выходе выдает (рис. 7) среднеквадратичные значения $U_{RMS}; U_{h1}, U_{h2}, U_{h3}, \dots, U_{hn}; T_a$ в объединенном интервале 1 час, промежуточные данные, такие как мощность диэлектрических и резистивных потерь в конденсаторе, температуру самонагрева, перерасчетные коэффициенты, а также выработку конденсатора.

```

410.7 397.7 23.8 [0.4, 11.7, 0.4, 5.5, 0.3, 3.8, 0.3, 6.7, 0.3, 2.0, 0.3, 2.5, 0.3,
0.5, 0.3, 0.7, 0.3, 0.3, 0.3]
4.9559318681399995
2.8775159043562697
18.8 23.8 0.000165
Nv= 6.18
Nt= 1.21
1.23
РАСЧЕТНАЯ ТЕМПАРАТУРА КОНДЕНСАТОРА 42.6 С
КОНДЕНСАТОР ОТРАБОТАЛ 1.23 час
РЕСУРС КОНДЕНСАТОРА НЕ ИСЧЕРПАН

```

Рис. 7. Выходные значения программы цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора

5. Оптимизация программы цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора

Описанная выше программа позволяет на основе входных величин, таких как напряжение на зажимах конденсатора, гармонических составляющих напряжения и температуры окружающей среды, определить выработку срока службы конденсатора. Упрощенная блок схема представлена на рис. 8.

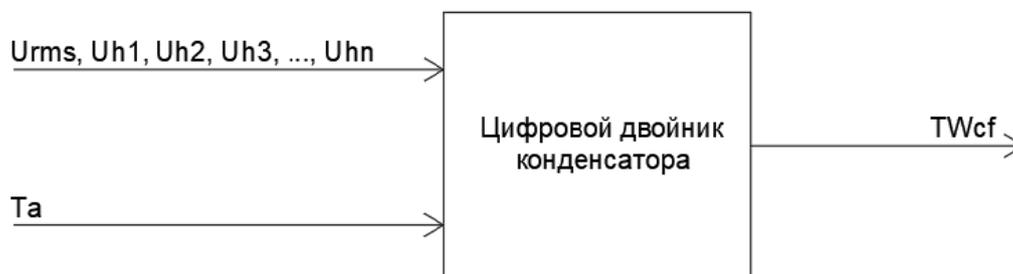


Рис. 8. Упрощенная блок схема цифрового двойника конденсатора

В дальнейшем, если добавить на вход ток конденсатора и гармонические составляющие тока (рис. 9), это позволит определить промежуточную емкость конденсатора, и на выходе можно будет сопоставлять эти значения с номинальными.

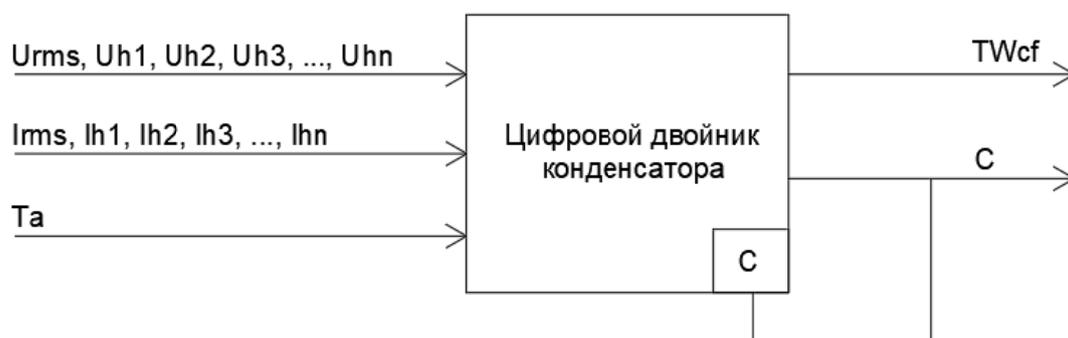


Рис. 9. Упрощенная блок схема цифрового двойника конденсатора с добавлением на вход тока конденсатора

Заключение

В ходе выполнения работы выявлены преимущества и применение цифровых двойников в электроэнергетике. Выявлена проблема касательно металлопленочных косинусных конденсаторов в составе УКРМ – при продолжительном воздействии высших гармонических составляющих тока и напряжения происходит снижение срока службы конденсаторов из-за дополнительного нагрева. Разработана программа цифрового двойника металлопленочного косинусного конденсатора на языке *Python*, которая, получая на вход данные измерений основных параметров конденсатора (среднеквадратичное значение напряжения на зажимах конденсатора, гармонические составляющие напряжения и значение температуры окружающего воздуха), определяет фактический режим работы и остаточный ресурс.

Список использованных источников и литературы

1. Фокеев, А. Е. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности напряжением до 1000В / А. Е. Фокеев, Б. И. Сибгатуллин, А. В. Мартынов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2018. – № 1-2. – С. 58–64.
2. Фокеев, А. Е. Анализ режимов работы косинусных самовосстанавливающихся металлопленочных конденсаторов напряжением до 1000 В / А. Е. Фокеев, Д. В. Ушаков // Научный вестник НГТУ. – 2020. – С. 35–42.

E. V. Baymurzin, Master's Degree Student
A. E. Fokeev, PhD in Engineering, Associate Professor
FGBOU VO "Kalashnikov Izhevsk State Technical University"

Digital double of a metal-film cosine capacitor

This article is devoted to the development of a digital twin program of a metal-film cosine capacitor that are used as part of reactive power compensation devices. The digital twin program is written in Python based on the mathematical description of this capacitor. This program, after a certain time interval, receives input measurement data of the main parameters of the capacitor (RMS voltage at the terminals of the capacitor, harmonic voltage components and ambient temperature), processes these data arrays, determines the temperature of the capacitor self-heating using mathematical formulas, and then outputs the actual operating mode and residual life.

Keywords: digital capacitor double; cosine capacitors; service life; data arrays; self-heating temperature.

К. Г. Булатова, студент

kkkbbb000@mail.ru

Е. В. Мохова, студент

А. А. Данилова, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

aa_danilova@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Разработка мобильного приложения для обучения формализации бизнес-процессов в нотации *BPMN*

*В статье приведены сведения о важности процессного подхода в управлении организацией, выявлены преимущества внедрения данного подхода. Рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются студенты в начале карьеры. Проведен анализ и сбор данных о нотациях моделирования бизнес-процессов. Рассмотрены программные продукты, в которых происходит формализация бизнес-процессов. Описана концепция мобильного приложения *BPMNotation* для студентов, обучающихся на направлениях, связанных с архитектурой бизнес-процессов. Определено содержание разделов и дизайн мобильного приложения, представлены примеры заданий различных уровней сложности. Установлено, что данная инновационная платформа позволит обучить пользователей данной нотации понять сущность процессного подхода.*

Ключевые слова: процессный подход; бизнес-процесс; мобильное приложение; нотация *BPMN*; моделирование бизнес-процессов.

В настоящее время все больше организаций представляют знания о своей деятельности с точки зрения бизнес-процессов, используя процессный под-

ход [1]. На сегодняшний день данный подход является неотъемлемым инструментом управления организацией, стремящейся быть конкурентоспособной на рынке продуктов и услуг [2]. Процессный подход имеет огромную актуальность среди передовых организаций, т. к. с его помощью повышается эффективность деятельности, а именно:

- рост финансовых показателей;
- расширение компании за счет отстроенной процессной модели;
- повышение эффективности кадрового отбора;
- повышение качества работы организации;
- повышение управляемости работы организации за счет обзора и понимания выстроенных бизнес-процессов.

Вся суть подхода заключается в том, что функционирование организации рассматривается как цепочка взаимосвязанных процессов [3]. Каждый бизнес-процесс имеет регламентированную структуру, каждое действие, которое совершает бизнес-единица, имеет свою детальную регламентацию. Поэтому бизнес-процессы необходимо описывать на всех структурных уровнях управления, которые наиболее точно отражают сущность выполняемых операций и самих процессов. Анализ и описание бизнес-процессов можно провести с помощью выполнения нотаций посредством внешней среды.

На данный момент существует множество различных нотаций (*IDEF0*, *EPC*, *UML* и др.) для описания бизнес-процессов нижнего уровня процессной модели организации, но наиболее распространенной является нотация *BPMN* (*Business Process Model and Notation*), т. к. язык моделирования понятен даже на пользовательском уровне. Нотация *BPMN* – это метод составления блок-схем бизнес-процессов, демонстрирующий последовательность рабочих действий и перемещение информационных потоков, необходимых для выполнения бизнес-процессов.

Для того чтобы блок-схема бизнес-процесса была понятна для пользователя, сначала необходимо ее формализовать в различных программных продуктах: *ARIS Express*, *Business Studio*, *Microsoft Office Visio Professional*,

«1С:Предприятиеи» и др., но в интернете нет обучающих приложений, в которых абсолютно любой человек может получить практические навыки в формализации бизнес-процессов. На данный момент по обучению бизнес-аналитике имеются такие обучающие платформы, как *Skillbox*, «Нетология», «Яндекс-Практикум», *Skillfactory*, *GeekBrains* и др., но подобное обучение стоит в среднем 100–150 тысяч рублей за курс. Чаще всего данные курсы необходимы студентам, для которых данная сумма является неподъемной, поэтому мы предлагаем рынку новое мобильное приложение, в котором за короткие сроки можно получить первоначальные навыки для старта карьеры.

Из уровня техники известна программа ЭВМ № 2021666291 (RU), предназначенная для моделирования и автоматизации бизнес-процессов на платформе «1С:Предприятие 8.3». Обеспечивается возможность единовременной настройки всех данных, связанных с бизнес-процессами: функций, документов, исполнителей и т. п. Данная программа может применяться для эффективного выполнения бизнес-процессов предприятий и организаций, а также принятия управленческих решений на основании отслеживания отклонений фактических данных о процессах от правил их выполнения, установленных в регламентах предприятия [4].

Целью разрабатываемого мобильного приложения является обучение формализации бизнес-процессов. В данном приложении будет представлено два раздела: теория и практика, т. к. теорию удобнее изучать в книжном формате, в приложении этот раздел будет в вертикальном формате.

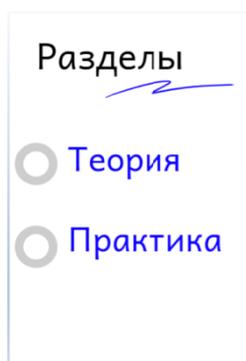


Рис. 1. Пользовательский режим приложения

те, в приложении этот раздел будет в вертикальном формате.

Для формализации процессов комфортнее использование в горизонтальном формате, поскольку схемы бывают достаточно объемными. Пример того, как выглядит приложение в пользовательском режиме, представлено на рис. 1.

В первом разделе будет находиться теория, где пользователь с нуля сможет изучить основы нотации *BPMN*. Первый этап изучения теории – изучение определений, процессного подхода, нотации *BPMN* для того, чтобы у начинающего пользователя сформировалось осязаемое представление о назначении нотации моделирования бизнес-процессов. Второй этап изучения нотации включает в себя определения и условные обозначения [5], а именно:

- логические операторы (шлюзы «и», «или», «исключающий или»);
- события (стартовое, промежуточное и конечное);
- роли (исполнитель бизнес – процесса);
- действия (функция бизнес – процесса);
- данные (входные и выходные данные, объект данных, коллекция, хранилище данных, сообщение);
- транзакции (подпроцесс, для которого может быть задано несколько вариантов выхода);
- документация (сноски).

На рис. 2 представлен скриншот примера раздела теории.

Изучив информацию в разделе «Теория», пользователь сможет пройти тест для проверки полученных знаний и закрепить пройденный материал по нотации *BPMN*. На рис. 3 представлен пример вопроса из теста.



Рис. 2. Пример раздела теории



Рис. 3. Пример теста

Раздел «Практика» будет разделен на три уровня сложности: легкий, средний и сложный. При переходе к данному разделу пользователь может сам

выбрать, с какого уровня начать проходить задания на базе своего практического опыта.

Легкий уровень будет включать в себя процессы из обычной жизни, состоящий из 4–5 функций, одного стартового и конечного событий и также одного исполнителя. Суть легкого уровня заключается в том, чтобы пользователь понял, как правильно составить схему *ВРМН*. На данном уровне самостоятельно ничего придумывать не надо, наоборот, нужно будет из представленных стартовых событий и функций составить правильно схему процесса, соединив элементы стрелками в правильной последовательности.

К примеру, в процессе «Сбор на работу» пользователю будет дано стартовое событие «Прозвенел будильник», конечное событие «Человек готов к выходу на работу», а также 5 функций «Встать с кровати», «Умыться», «Позавтракать», «Одеться», «Выйти из квартиры». Пример процесса легкого уровня представлен на рис. 4, 5.



Рис. 4. Пример исходного задания легкого уровня

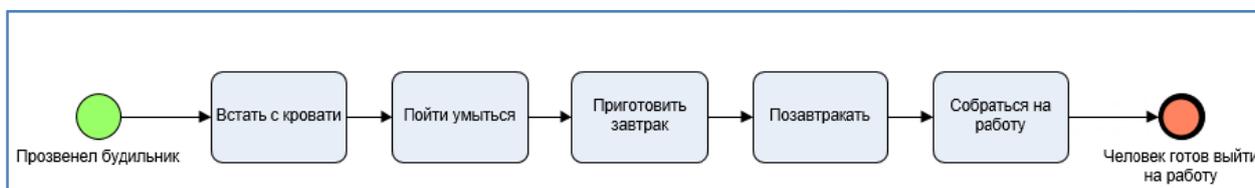


Рис. 5. Пример легкого уровня раздела «Практика»

Средний уровень будет включать в себя бизнес-процессы управления, основные и обеспечивающие бизнес-процесс, состоящие из 5–12 функций, нескольких стартовых и конечных событий и также нескольких исполнителей. На данном уровне пользователь должен правильно определить стартовое и конеч-

ное события, а также функции, которые необходимо использовать в данном процессе. К примеру, пользователю будет представлен текст «У клиента возникает потребность в приобретении товара. Для этого ему необходимо сформировать заявку на товар и отправить ее в кол-центр».

Специалист кол-центра, получив заявку, должен рассмотреть ее и определить возможность реализации заказа. Если данного заказа нет на складе, то специалист должен уведомить клиента об отказе в заявке. Если заказ есть на складе, то специалист кол-центра подготавливает счет на оплату заказа и отправляет его клиенту. После того, как клиент получает счет на оплату, он его должен оплатить».

Суть данного уровня заключается в том, чтобы пользователь, прочитав текст, смог самостоятельно найти в нем нужные стартовые, промежуточные и конечные события и определить все функции, документацию, которая задействована в данном бизнес-процессе. Пример процесса среднего уровня представлен на рис. 6, 7.

Сложный уровень будет представлен не в виде текста, а в виде аудиозаписи, т. к. в реальной жизни аналитик формализует бизнес-процессы, начиная со сбора информации в виде интервью. На данном уровне пользователь должен прослушать аудиозапись и смоделировать схему бизнес-процесса.

После формализации схемы процесса на любом уровне пользователь может проверить правильность составления схемы, нажав кнопку «Выполнить». Элементы, которые стоят не на своих местах, подсвечиваются красным цветом, а которые стоят правильно, подсвечиваются зеленым цветом. Если элементы подсвечены красным цветом, пользователь имеет возможность исправить ошибки и проверить заново. Если есть необходимость, то всегда можно обратиться за подсказкой, в которой будет указано, как правильно построить схему. Таким образом, у пользователя улучшится понимание построения логики бизнес-процессов.

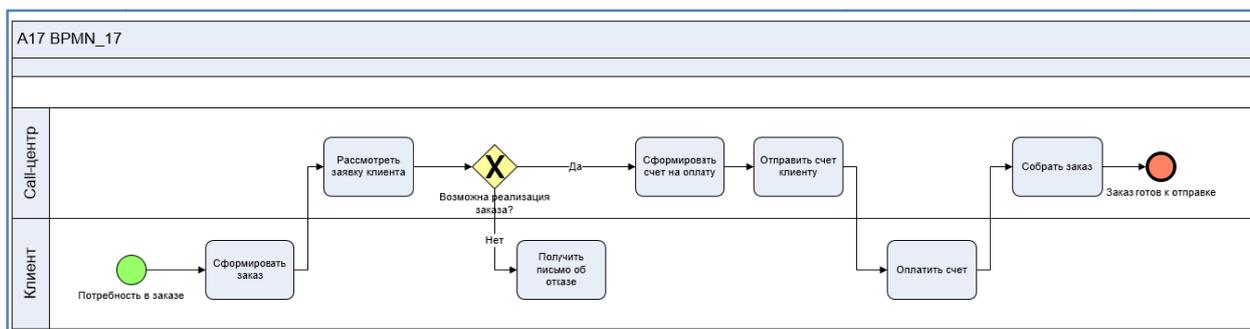


Рис. 6. Пример среднего уровня раздела «Практика»

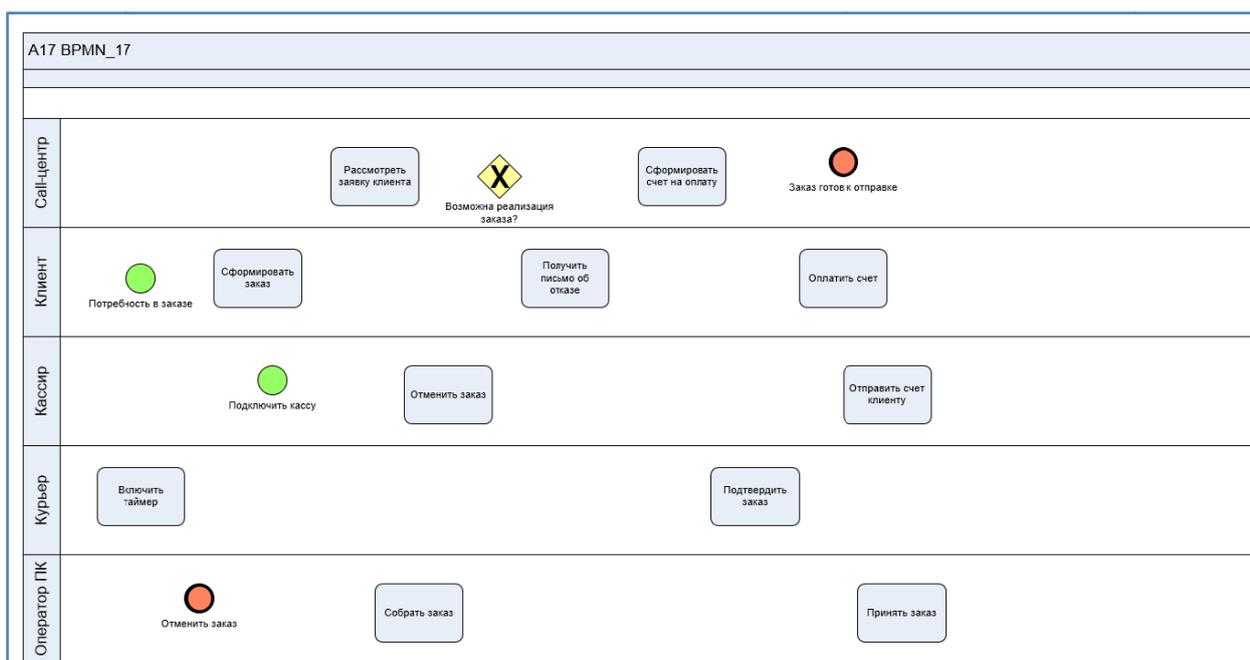


Рис. 7. Пример исходного задания среднего уровня раздела «Практика»

Можно сделать вывод, что бизнес-модель *BPMN* позволяет пользователям быстро понимать процессы, легко ориентироваться в логике бизнес-процессов и эффективно взаимодействовать при решении входящих в него задач [6].

Нотация *BPMN* нужна для более детального описания бизнес-процессов, она имеет широкое применение не только в России, но и за границей, т. к. обладает множеством преимуществ [7]:

1. Многопрофильность позволяет описать даже самые сложные и объемные бизнес-процессы.
2. Схемы в нотации *BPMN* выглядят нагляднее, чем текстовые документы. Схемы *BPMN* понятны даже тем, кто никогда не работал с данной нотацией.

3. Позволяет определить узкие и проблемные места бизнес-процессов.

Данное приложение будет полезно для начинающих системных, процессных, проектных, бизнес-аналитиков, менеджеров проектов и др. Пользователи, прошедшие обучение в данном приложении, будут иметь представление и практические навыки моделирования бизнес-процессов, что сможет дать преимущества при собеседовании с работодателем при трудоустройстве. Мобильное приложение будет доступно для скачивания в *AppStore*, *GooglePlay*.

Список использованных источников и литературы

1. *Кириллова, Н. В.* Процессный подход – современная методология в управлении // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. – 2009. – № 20. – С. 59–65. – EDN: QIQHKKR

2. *Рязанцева, Т. В.* Особенности применения процессного подхода в управлении предприятием / Т. В. Рязанцева, Л. М. Захарова // Сборник материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием «Россия молодая» / отв. ред. С. Г. Костюк. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т имени Т. Ф. Горбачева, 2017. – С. 32023. – EDN: ZQVWMD

3. *Гирилюк, М. А.* Классификация бизнес-процессов и показатели эффективности бизнес-процессов / М. А. Гирилюк, А. В. Романович, Н. А. Вакулич // Логистика – евразийский мост : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Ч. 2. – Красноярск : Красноярск. гос. аграр. ун-т, 2018. – С. 64–69. – EDN: XYXFBZ

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021666291 Российская Федерация. Система моделирования бизнес-процессов / Общество с ограниченной ответственностью «Интарис-Консалт» (RU). – Заявка № 2021665605. – Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 12.10.2021.

5. *Матвеев, А. С.* Разработка рекомендаций перехода от нотации моделирования бизнес-процессов IDEF0 к нотации BPMN / А. С. Матвеев, А. Ю. Руденко, В. В. Прочухан // Бизнес. Образование. Право. – 2016. – № 3 (36). – С. 176–182. – EDN: WGELQP

6. *Белайчук, А.* Главное преимущество BPMN // Открытые системы. СУБД. – 2012. – № 8. – С. 61–62. – EDN: SDXRMB

7. *Богословская, Н. В.* Спецификация бизнес-процессов в BPMN и 1С:Предприятие / Н. В. Богословская, А. В. Бржезовский // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2016. – № 3 (11). – С. 91–96. – EDN: WMIDOP

K. G. Bulatova, Student

kkkbbb000@mail.ru

E. V. Mokhova, Student

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

aa_danilova@mail.ru

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Development of a mobile application for teaching business process formalization in BPMN notation

This article provides information about the importance of the process approach in the management of the organization, the advantages of implementing this approach are revealed. The problems faced by students at the beginning of their career are considered. The analysis and collection of data on business process modeling notations has been carried out. Software products in which business processes are formalized are considered. The concept of the mobile application BPMNotation for students studying in areas related to the architecture of business processes is described. The content of the sections and the design of the mobile application are defined, examples of tasks of various levels of complexity are presented. It is established that this innovative platform will allow to train users of this notation and understand the essence of the process approach.

Keywords: process approach; business process; mobile application; BPMN notation; business process modeling.

УДК 625.77

ГРНТИ 67.25.25

С. А. Бусыгина, студент

А. В. Тетерина, студент

Е. О. Щеглова, студент

kate15@lenta.ru*

А. В. Седова, кандидат наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Оценка состояния зеленых зон г. Ижевска с разработкой методов решения выявленных проблем

В данной статье рассматривается тема озеленения города Ижевска. Цель – определить качество озеленения в городе, выявить недостатки, предложить решения проблемы. Подчеркивается важная роль зеленых насаждений в городе на примере парков, скверов, дворов и улиц Ижевска. В статье уделяется внимание общественному мнению, проведен опрос среди ижевчан. С помощью него выявлены основные проблемы по данной теме: недостаток озелененных территорий, недостаточный уход за растениями, отсутствие интересных решений по созданию ландшафта. Рассмотрены и другие города для проведения аналогии и поиска новых идей в создании ландшафта. Предложены варианты решения проблемы, такие как современные методы разноуровневого озеленения, проведение общественных мероприятий по высадке новой растительности, защита городских лесов, благоустройство как существующих, так и новых зеленых зон.

Ключевые слова: озеленение; ландшафт; экология; городская среда; общественные пространства.

Введение

На сегодняшний день все более актуальной становится тема улучшения городской среды и качества жизни населения. Городская среда является совокупностью различных объектов, формирующих пространство, его функции и отношение человека к городу.

Одним из важнейших элементов городской среды является озеленение. Оно представляет собой комплекс работ, направленный на создание комфортной, экологичной и эстетически привлекательной среды для человека. При этом всегда выдерживается определенная стилистическая линия, что позволяет создать привлекательное пространство, которое будет гармонизировать с городской застройкой, а также служить местом прогулок и отдыха горожан.

На сегодняшний день основными проблемами озеленения городской среды являются [1]:

- недостаток озелененных территорий;
- устаревшие клумбы;
- неблагоустроенные скверы;
- загрязнение общественных пространств;
- недостаточный уход за растениями;
- отсутствие интересных решений по созданию ландшафта.

Озеленение является одним из главных показателей экологичности города, а также влияет на эмоциональное и физическое состояние человека. Зеленые насаждения улучшают микроклимат, создают хорошие условия для отдыха на открытом воздухе, а также предохраняют от чрезмерного перегревания почву, стены зданий и тротуары. Исходя из этого была выбрана тема данной статьи, в которой необходимо исследовать качество озеленения в зарубежных городах, качество озеленения в городе Ижевске. Сравнить состояние существующего озеленения в парках, скверах с озеленением городских улиц и дворовых территорий.

Международный опыт в организации зеленых зон в городах

На сегодняшний день существует множество проектов, посвященных озеленению и благоустройству городов. Рассмотрим некоторые из них на примере зарубежных городов и их практики благоустройства территории.

Например, правительство Парижа задумалось об экологии города, и в 2015 г. был принят проект «2050 Paris Smart City» (рис. 1), согласно которому до 2050 г. по всему Парижу будут возведены экобашни. С их помощью удастся снизить уровень выбросов углекислого газа на 75 %. Мэром Парижа принято решение привлечь жителей города к созданию собственных зеленых насаждений, садов и огородов на придомовых территориях. Каждый желающий может получить бесплатный набор различных семян и инструкцию по их выращиванию и уходу. Большинство жителей Парижа поддержали идею и приступили к ее реализации [2].



Рис. 1. Визуализация проекта «2050 Paris Smart City»

В Милане нашли интересный способ решения проблемы нехватки озеленения в городе. В 2014 г. здесь был построен Вертикальный лес (рис. 2), состоит он из двух башен, на которых размещены различные виды деревьев. Сооружение занимает площадь 1500 м², а то количество зеленых насаждений, которое на нем находится, равноценно 20 000 м² обычного леса [3].

В 2017 г. в Сеуле был открыт Небесный сад Seoulo 7017 (рис. 3), задача которого состоит в том, чтобы сделать город более зеленым, комфортным и привлекательным.



Рис. 2. Вертикальный лес,
Милан



Рис. 3. Небесный сад, Сеул

Сад был создан на бывшей городской магистрали, которую преобразовали в общественный парк длиной около 1 километра.

Небесный сад – живой словарь природного наследия Южной Кореи. Всего в парке насчитывается 24 тысячи растений. Таким образом, пространство не только выполняет функцию озеленения, но и просвещает горожан в сфере растительного биоразнообразия страны [4].

Таким образом, в мире существует множество путей решения недостаточного озеленения в городе, наилучшими из которых являются вертикальное озеленение и создание небольших оазисов. Их легче вписать в уже сформированную плотную застройку, а также быстрее и проще реализовать.

Анализ озеленения в городе Ижевске

Социологический опрос

Для рассмотрения данной проблемы озеленения в городах на конкретном примере был выбран город Ижевск. В качестве исследования проведен опрос горожан.

В опросе затронуты аспекты, позволяющие охарактеризовать отношение жителей города Ижевска к состоянию существующего озеленения. В ходе социологического исследования было опрошено 75 респондентов, основную часть, которых составили люди 19–40 лет (64 %) и до 18 лет (21 %), проживающие преимущественно в Первомайском районе. Результаты опроса показали, что 88 % из 100 % в повседневной жизни обращают внимание на качество и количество озеленения.

Респондентам был задан вопрос, позволяющий выявить наиболее востребованные места времяпровождения ижевчан. Ответы отражены на диаграмме (рис. 4).

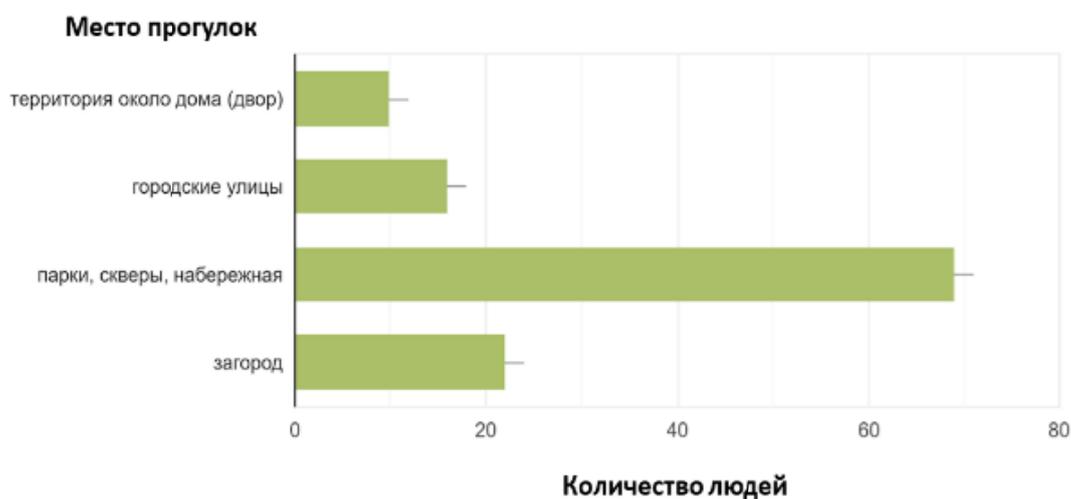


Рис. 4. Востребованные места времяпровождения

Следующие вопросы в исследовании рассматривали качество озеленения дворовых территорий, городских улиц, парков и скверов. Результаты опроса показали, что большинство парков и скверов находятся в удовлетворительном

состоянии, но качество озеленения дворов и городских улиц полностью не устраивает горожан.

На вопрос: «Каких видов озеленения, по Вашему мнению, не хватает в городе?», – большинство горожан проголосовало за недостаток деревьев, кустарников, цветочных клумб, а также ухоженных газонов.

Чтобы определить вкусовые предпочтения горожан, был задан вопрос: «Какой стиль озеленения предпочитаете?». Полученные результаты представлены в виде сравнительной диаграммы (рис. 5).

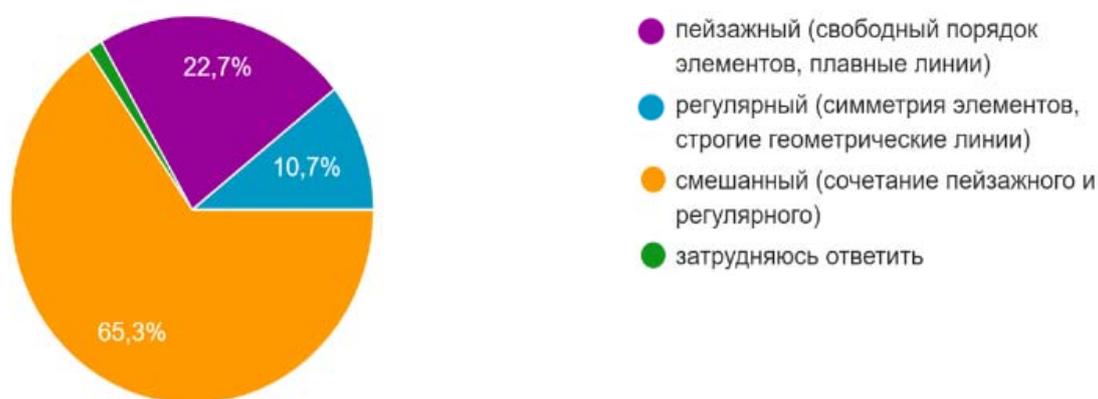


Рис. 5. Какой стиль озеленения предпочитаете?

Чтобы определить возможные варианты решения проблемы, жителям представилась возможность написать собственные предложения по улучшению озеленения, и данные показали, что 51 % жителей затрудняются ответить на данный вопрос; 10 % опрошенных предлагают создавать благоустройство крыш; 8 % поддерживают посадку деревьев, и остальные жители предлагают другие варианты решения данной проблемы.

Данные исследования позволяют сделать общий вывод, что озеленение играет важную роль в жизни жителей Ижевска, они обращают внимание на существующее благоустройство города и выделяют определенные проблемы. Особенно жителей волнует низкое качество озеленения городских улиц, дворов, нехватка деревьев, газонов, клумб.

Существующая ситуация с озеленением в г. Ижевске

Основную часть озеленения Ижевска составляют территории общего пользования – скверы, бульвары, парки, набережная, лесопарки, а также большое количество озелененных территорий ограниченного пользования: дворы, территорий детских садов, школ и других учебных заведений. Но массового и качественного озеленения в Ижевске не наблюдается.

Разные районы города отличаются разным уровнем озеленения. Наибольшее число озелененных территорий общего пользования находится в Центральном районе, в то же время более густонаселенные районы не имеют сформированных зеленых зон.

По последним данным администрации города Ижевска в 2011 г. обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования за исключением лесного фонда по городу Ижевску составила 6,65 м² на 1 человека. Согласно СНиП 2.07.01-89 (действующего до 2016 г.), этот показатель составлял не менее 16 м².

В рамках стратегии пространственного развития Ижевской агломерации до 2030 г. планируется развитие природного каркаса города.

Однако, темпы озеленения Ижевска в разы меньше темпов жилищного и общественного строительства. Озелененные территории в Ижевске уничтожаются в большей степени уплотнительной застройкой, особенно в центральной части города, несмотря на то что сама по себе она часто качественно преобразует его архитектуру [5].

Анализ территорий общего пользования в городе Ижевске

Скверы составляют основу озеленения жилых районов города, однако по данным проведенного анализа их недостаточно. В основном они располагаются в центральной части у общественных и культурно-исторических зданий. Наиболее значимые: скверы у Вечного огня (рис. 6), у кинотеатра «Дружба», у Свято-Михайловского (рис. 7) и Невского соборов. Большинство скверов отличаются хорошим благоустройством и большой популярностью среди горожан.



Рис. 6. Сквер у Вечного огня

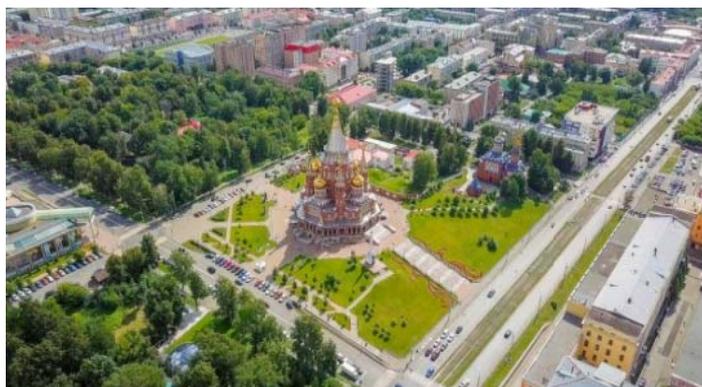


Рис. 7. Сквер у Свято-Михайловского собора

Скверы являются хорошим вариантом озеленения в районах города, где нет возможности создать полноценный парк. Следует учесть это в развитии зеленых зон Ижевска.

На территории Ижевска располагается несколько наиболее значимых парков: Парк им. Кирова (рис. 8), Козий парк (рис. 9), Летний сад им. Горького (рис. 10), Парк Космонавтов – все они расположены в разной удаленности от центра.



Рис. 8. Парк им. Кирова, г. Ижевск

Общая черта всех парков – стихийно высаженные деревья и кустарники, минимальная степень благоустройства, неухоженное зеленое покрытие, устаревший облик, отсутствие концепции. Несмотря на запущенное состояние парков, большинство деревьев находится в хорошем состоянии.



Рис. 9. Козий парк, г. Ижевск



Рис. 10. Летний сад им. Горького, г. Ижевск

По данным опроса, приведенного выше, горожане оценили состояние парков и скверов на средний балл 4,5 из 5. Можно сделать вывод, что в целом горожан устраивает состояние парков и скверов, но также есть проблемы, над которыми стоит поработать.

Анализ территорий дворовых пространств

Чаще всего большую часть территории дворов занимают парковки, на оставшейся располагаются устаревшие детские площадки, неухоженная растительность, либо вовсе отсутствует озеленение. Даже в новостройках озеленение осуществляется по остаточному принципу.

В проведенном опросе горожане оценили состояние дворовых территорий на средний балл 2,5 из 5. Можно сделать вывод, что большинство горожан не устраивает существующее положение дворовых территорий.

С 2018 г. в Ижевске проводится реализация нацпроекта «Жилье и городская среда» по благоустройству дворовых территорий. По результатам наблюдений выявлены улучшения в виде: замены твердых покрытий, улучшение состояния детских площадок и парковок, скамеек. В то же время количество и качество озеленения двора практически не меняется.

Анализ озеленения улиц

Большой проблемой озеленения Ижевска является быстрое старение и плохое развитие зеленых насаждений, растущих вдоль улиц. В основном это деревья, посаженные около 50 лет назад, неухоженные зеленые покрытия и разросшиеся кустарники.

В Ижевске ярко выделяется черта: чем дальше район находится от центра, тем больше процент озеленения улиц, особенно это выражается в зеленых полосах между дорогой и домами, состоящих в основном из деревьев-крупномеров и кустарников.

В центральном районе наблюдается низкий процент озеленения. Многие улицы практически полностью замощены брусчаткой или асфальтированы, отсутствует зеленая полоса между тротуаром и проезжей частью.

В проведенном опросе горожане оценили состояние озеленения городских улиц на средний балл 2,7 из 5. Можно сделать вывод, что озеленение улиц является существенной проблемой в Ижевске.

В результате опроса, приведенного выше (см. рис. 1), меньше всего ижевчане предпочитают гулять по улицам, т. к. в основном наблюдается низкое качество озеленения и благоустройства. Зелень и деревья, особенно те, которые создают теневой навес, делают прогулочную среду более привлекательной и приятной за счет снижения температуры, уменьшения шума и улучшения ка-

чества воздуха. Можно сделать вывод, что при грамотно спроектированном озеленении улиц горожанам не обязательно идти в парк или ехать загород.

Мероприятия по улучшению озеленения

В настоящее время активно ведутся социальные опросы жителей по улучшению озеленения города, в основном это распространяется на проектирование новых парков и скверов. Разрабатываются эскизные проекты как благоустройства существующих зеленых зон, так и создания новых. Все проекты представлены в общем доступе.

Стоит отметить, что жители активно борются с планами по вырубке деревьев на некоторых городских территориях, нередко проводятся общественные мероприятия по высадке деревьев.

В проведенном опросе одной из задач было выяснить готовность жителей Ижевска поучаствовать в мероприятиях по озеленению города. Результаты приведены на диаграмме (рис. 11).



Рис. 11. Участие горожан в мероприятиях по озеленению

По результатам исследований и также опроса выявлено, что более половины жителей Ижевска, в особенности молодое поколение, проявляют высокую активность и гражданскую сознательность и готовы помочь в озеленении города. Можно сделать вывод, что на сегодняшний день в Ижевске достаточно остро стоит проблема озеленения городских территорий. Наблюдается недостаточный про-

цент озеленения, а также низкий уровень ландшафтного оформления. Необходимо комплексно подойти к вопросу озеленения и благоустройства города, найти баланс между зеленым фондом и застройкой. Используя мировой опыт, найти возможные пути решения проблем, чтобы создать комфортную и гармоничную городскую среду, отвечающую современным потребностям жителей Ижевска.

Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что озеленение играет важную роль в формировании комфорта городской среды и на сегодняшний день проблема нехватки зеленых насаждений является актуальной для городов по всему миру.

В работе была рассмотрена текущая ситуация озеленения в городе Ижевске, проведен социологический опрос среди жителей города, выявляющий основные проблемы по данной теме, проведен анализ озеленения других городов для создания аналогий и поиска новых идей в создании ландшафта.

Можно сделать выводы, что в целом существующее озеленение Ижевска удовлетворяет жителей, но есть определенные проблемы, которые требуют улучшения. Это недостаток озелененных территорий, устаревшие клумбы, загрязнение общественного пространства, недостаточный уход за растениями, отсутствие интересных решений по созданию ландшафта. Наиболее ярко эти проблемы проявляются на дворовых территориях и улицах.

Данное исследование показывает, что в современном мире предпринимаются различные способы решения данных проблем. В рамках стратегии пространственного развития «Ижевск – 2030» предусмотрено развитие природного каркаса города, активно ведутся социальные опросы жителей по улучшению озеленения города, разрабатываются проекты как благоустройства существующих зеленых зон, так и создания новых. Стоит отметить, что жители борются с планами по вырубке деревьев на некоторых городских территориях, нередко проводятся общественные мероприятия по высадке деревьев.

На основе опыта зарубежных городов и их практики благоустройства территории можно сделать выводы, что для решения данной проблемы наибо-

лее активно используются проекты оазисов в виде мостов, с разнообразными видами растительности, проекты вертикальных лесов, где озеленение является интересным решением фасадов.

Таким образом, в данном исследовании были выделены основные способы решения проблемы озеленения (для автоматизации создания проектов возможно использование программ для ЭВМ [6]):

- разработка проектов благоустройства как существующих зеленых зон, так и создания новых;
- использование проектов оазисов, вертикальных лесов;
- борьба с вырубкой деревьев на городских территориях;
- проведение общественных мероприятий по высадке деревьев, кустарников, газонов и цветочных растений.

Данные способы можно активно применять в благоустройстве городской среды как Ижевска, так и любого города мира. Зеленые насаждения – это легкие планеты Земля, которая является нашим домом, и состояние нашего дома зависит от каждого человека.

Список использованных источников и литературы

1. Митусова, Н. А. Озеленение городских территорий. Проблемы и решения / Н. А. Митусова, А. А. Голубничий // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 1. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/01/77684> (дата обращения: 20.01.2023).

2. Vincent Callebaut Architectures. Paris : сайт. – URL: https://vincent.callebaut.org/object/150105_parissmartcity2050/parissmartcity2050/projects (дата обращения: 20.01.2023)/

3. Павловская, П. М. Решение экологических проблем и недостатка зелени в крупных городах с помощью небоскрёбов / П. М. Павловская, И. В. Жданова // Наука молодых – будущее России : сб. науч. ст. 3-й Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых: в 6 т., Курск, 11–12 декабря 2018 г. Т. 4. – Курск : Университетская книга, 2018. – С. 240–244. – EDN: YTPVGH

4. Мацневская, А. К. современные тенденции ландшафтной архитектуры // Современные проблемы архитектуры и градостроительства : сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., Бел-

город, 24 мая 2022 г. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2022. – С. 73–79. – EDN: FAKXAI

5. Для экологического благополучия Ижевска важно соблюдать Генплан города. 03.07.2015 // Udm-info. – URL: <https://udm-info.ru> (дата обращения: 20.09.2022)

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018664872. Благоустройство и озеленение территорий: № 2018662259 : заявл. 06.11.2018 : опубл. 23.11.2018 ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «ВТМ дорпроект СТОЛИЦА». – EDN: XZMVT5

S. A. Busygina, Student

*busygina.soffia@gmail.com**

A. V. Teterina, Student

E. O. Shcheglova, student

kate15@lenta.ru

A. V. Sedova, PhD, Associate Professor

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Assessment of the state of the green zones of Izhevsk with the development of methods for solving the identified problems

This article deals with the topic of landscaping in Izhevsk. The goal is to determine the quality of landscaping in the city, to identify shortcomings, to propose solutions to the problem. It emphasizes the important role of green spaces in the city on the example of parks, squares, courtyards and streets of Izhevsk. The article pays attention to public opinion, conducting a survey among Izhevsk residents. It reveals the main problems on this topic: the lack of green areas, insufficient care for plants, the lack of interesting solutions for landscaping. Also other cities are considered in the article to make an analogy and search for new ideas in landscape creation. Summing up, solutions to the problem are proposed, such as modern methods of multi-level landscaping, public events for planting new vegetation, protection of urban forests, improvement of both existing and new green areas.

Keywords: landscaping; landscape; ecology; urban environment; public spaces.

УДК 65.018

ГРНТИ 81.81.17

А. В. Гырдымова, магистрант

*gyrdymova1999@mail.ru**

В. С. Клековкин, доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Проблемы проведения входного контроля закупаемой продукции *

В статье рассматривается процесс проведения входного контроля закупаемой продукции, а именно: как данный процесс проходит и для чего его вообще внедряют на предприятиях. При рассмотрении данного процесса были выявлены проблемы, которые необходимо устранить, ведь они влияют на выпуск готовых изделий, а устранение данных проблем способствует к сведению брака в минимум. Рассмотрены возможные варианты по их устранению, а именно повышение квалификации и мотивация сотрудников. Применение данных методов позволит улучшить работу по проведению входного контроля, т. к. сотрудники будут стараться не допускать ошибок в работе, или как эти ошибки впоследствии можно исправить, это будут достаточно квалифицированные работники.

Ключевые слова: входной контроль; закупаемая продукция; повышение квалификации; мотивация персонала.

В современном мире важным фактором конкуренции является качество изготавливаемых изделий. Один из основных элементов, которые влияют на это, – проведение входного контроля закупаемой продукции. Под входным контролем понимается деятельность, направленная на выявление и по мере

© Гырдымова А. В., Клековкин В. С., 2023

*Ответственный по переписке автор

возможности устранения несоответствий, которые приводят к выпуску изделий, не соответствующих требованиям организации. Вот почему необходимо ужесточение проведения входного контроля [1].

Но бывает, что даже при проведении входного контроля несоответствующая продукция попадает в производство, что приводит к производству дефектной продукции. Чтобы это было устранено, необходимо рассмотреть, какие могут быть проблемы на данном этапе, и как их можно решить.

При закупке продукции организация не может быть на 100 % уверена, что она будет соответствовать всем требованиям нормативно-технической документации. Ведь сложно прогнозировать будущих поставщиков и анализировать результативность их системы менеджмента качества. Организация должна оценивать и выбирать поставщиков на основе способности производить продукцию в соответствии с нормативной документацией. Кроме того, многие поставщики являются единственными производителями данной продукции на территории Российской Федерации, и у организации просто нет другого выхода, как покупать именно у них [2].

Целью выявления проблем верификации закупаемой продукции является улучшение данного процесса, ведь данному виду контроля уделяют мало внимания, что впоследствии сводится к проблемам при выпуске готовой продукции.

В процесс входного контроля входит несколько задач [3]:

- выполнение контроля сопроводительной документации, которая будет подтверждать не только качество продукции, но и ее комплектность;
- проверка качества поступившей продукции и оформление полученных результатов;
- своевременная выдача закупаемой продукции в производство по итогам проведенного контроля;
- проведение претензионной работы с ненадлежащего качества продукцией;
- периодический контроль сроков хранения и перепроверки продукции;

- периодическая проверка знаний работниками склада правил хранения и выпуска продукции в производство;
- уведомление поставщиков о выявлении несоответствующей продукции при входном контроле, процессе производства и эксплуатации;
- вызов поставщика при необходимости; для произведения совместной приемки и оформления акта на несоответствующую продукцию;
- ведение статистики по уровню качества закупаемой продукции.

Входной контроль осуществляют в соответствии с номенклатурой продукции, которая определена в перечне входного контроля. Контроль закупаемой продукции производят либо выборочным, т. е. проверяется не вся продукция, а только ее часть, но обязательно устанавливается минимально допустимое количество продукции от партии, либо сплошным методом, когда проверяются все 100 % поступившей продукции, что, конечно, указано в перечне входного контроля.

Но не только проверкой поступившей продукции занимается отдел входного контроля, необходимо следить за хранением продукции на складе и производить:

- периодическую проверку условий хранения продукции;
- периодическую проверку продукции до и после проведения входного контроля, чтобы гарантийный срок на продукцию не уменьшился за счет неправильного хранения;
- контроль состояния упаковки и тары.

Входной контроль продукции производится в следующем порядке [4]:

- проверка сопроводительной документации, которая подтверждает, что данная продукция соответствует нормативно-технической документации;
- соответствие упаковки, указанной в документах качества, а также целостности упаковки, чтобы продукция не была повреждена в процессе транспортировки и дальнейшего хранения, ведь от несоответствующей упаковки могут ухудшиться физико-химические свойства продукции;

– соответствие полного наименования продукции на упаковке (бирке) и в документах на поставку, а также количество продукции должны соответствовать тому, что указано в документах на поставку и фактическому количеству продукции;

– отбор проб для проведения входного контроля;

– проверка комплектности и визуальный осмотр продукции;

– контроль качества продукции на соответствие нормам, определенным при входном контроле.

Сопроводительной документации уделяется особое внимание, ведь уже при ее проверке должны быть исключены случаи применения контрафактной или фальсифицированной продукции, тем более нельзя допустить такую продукцию в производство, она так же не будет соответствовать установленным требованиям организации. Качество и происхождение такой продукции документально не подтверждено, что вызывает сомнения в ее подлинности. Бывает, что из-за незнания сотрудник отдела входного контроля может допустить контрафактную продукцию в производство, при производстве изделий из такой продукции могут возникнуть проблемы, вследствие чего она не будет соответствовать нормативно-технической документации.

После рассмотрения процесса входного контроля можно предположить, какие недостатки могут быть в организации этого процесса. Чаще всего такими недостатками являются недостаточная грамотность персонала, т. е. их квалификация в вопросах контроля качества, недостаток мотивации сотрудников, приводящие к тому, что несоответствующая продукция попадает в производство [5].

Основываясь на данные недостатки можно применить следующие мероприятия по улучшению процесса входного контроля качества закупаемой продукции:

1) Программа, направленная на повышение квалификации сотрудников отдела входного контроля.

2) Проект о мотивации работников.

Повышение квалификации требуется для совершенствования профессиональных знаний, умений и навыков в рамках имеющейся квалификации, а также обновления полученных до этого знаний. Повышение квалификации можно выполнять в различных форматах: без отрыва от производства, а также с частичным и полным отрывом от производства.

Основными целями повышения квалификации являются [6]:

– развитие знаний и навыков сотрудников, что позволит им высказывать новые идеи, а также справляться с различными проблемами в работе;

– мотивация персонала, т. е. когда сотрудник понимает, что руководство заботится о нем, думает о его будущем в данной сфере деятельности и тогда у него появляется цель повысить производительности труда;

– внедрение новых технологий, которые требуются для изменения производства, но при этом необходимо, чтобы росла квалификация сотрудников, ведь только так можно модернизировать производство;

– воспитание собственных кадров: обучать уже работающих сотрудников, а не нанимать сотрудников со стороны, которых также придется обучать.

Исполнение предлагаемой программы, направленной на повышение квалификации, дает возможность повысить уровень знаний сотрудников при проведении входного контроля закупаемой продукции, что будет способствовать сокращению брака на производстве.

В мотивацию персонала входит набор причин, которые помогают определить действия определенного человека. Данный набор действий от руководителя помогает повысить работоспособность сотрудников, привлечь новых специалистов, которые уже будут иметь знания в этой области.

Все руководители сами определяют средства, необходимые для побуждения всей команды к активности для удовлетворения их собственных потребностей и результата общей цели. Замотивированный сотрудник наслаждается своей работой, т. к. в ней его устраивает все: и коллектив, и то, что о нем заботится высшее руководство. Принимать достижения и стимулировать сотрудников – сложный процесс, ведь необходимо вести статистику о том, как была проведена

работа, т. е. о количестве и качестве, а также всех причинах появления и развития мотивов поведения. Вот почему руководители всегда затрудняются при выборе системы мотивации, ведь она должна соответствовать каждому сотруднику. Мотивация требуется сотрудникам для достижения результатов, и перед каждым руководителем озадачивается этим, когда происходит падение эффективности работы.

Для мотивации сотрудников существуют следующие нематериальные способы:

- привилегии – сотрудник получает какие-то особые возможности, полномочия, недоступные ни для кого другого, просто из-за того, что он смог достичь какого-то результата, т. е. выполнить это лучше других сотрудников, такие привилегии обычно вдохновляют сотрудников;

- символы – то, что внешне обозначает достижение какого-либо результата, но давать их авансом не рекомендуется, необходимо выдавать их только за заслуги;

- командные и коллективные мероприятия в виде поездок, походов, группового взаимодействия – это мероприятия, на которых люди начинают больше общаться друг с другом, и это создает дружескую атмосферу в организации, благодаря коллективным мероприятиям сотрудники чувствуют заботу организации и проявляют больше творчества в работе;

- обучение, организованное организацией, повышает мотивацию сотрудников, ведь они видят, что предприятие готово потратить свои деньги и время на них, чтобы они стали профессионалами. Если человек чувствует себя увереннее в одной области, он начинает работать продуктивнее во всех остальных областях;

- карьерная лестница – когда приходит новый сотрудник, то руководителю необходимо определить возможные варианты его будущей карьеры, продвижение по карьерной лестнице является огромным стимулом в работе. Вот почему новому сотруднику требуется определить его карьеру с большой перспективой [7].

Применение данных методов позволит замотивировать сотрудников к более ответственному выполнению своих обязанностей в организации входного контроля. Данная система поможет замотивировать стремиться соблюдать технологию входного контроля, не допускать ошибок при проверке продукции, избегать их при оформлении документации, что повысит качество труда и отразится на качестве готовой продукции.

Выявление рассмотренных выше недостатков на входном контроле показывает, что при необходимости этот процесс можно усовершенствовать, что позволит снизить потери предприятия, сократить объем рекламационной работы, а также улучшить качество выпускаемой продукции в организации.

Список использованных источников и литературы

1. *Гумеров, А. В.* Совершенствование системы входного контроля качества промышленного предприятия // Актуальные вопросы экономических наук : материалы Междунар. науч. конф., Уфа, 20–23 окт. 2011 г. – Уфа : Лето, 2011. – С. 88–90. – EDN: VJYMIIF
2. *Подволоцкая, А. А.* Механизм формирования выбора поставщика // Российская наука в современном мире : сб. ст. XXVII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 15 янв. 2020 г. Ч. II. – Москва : Актуальность.РФ, 2020. – С. 89–90. – EDN: CFSTME
3. *Мотылев, Р. В.* Совершенствование порядка проведения входного контроля поступающих материалов в строительстве и оформления его результатов (часть 1) / Р. В. Мотылев, А. С. Карпушкин // Строительное производство. – 2022. – № 1. – С. 19–27. – DOI: 10.54950/26585340_2022_1_19. – EDN: UWEVTC
4. *Татаров, А. В.* Проведение входного контроля материалов и культура производства на предприятиях // Молодой ученый. – 2018. – № 22 (208). – С. 187–189. – EDN: XPVALZ
5. *Ванцов, С. В.* Надежность входного контроля / С. В. Ванцов, А. М. Медведев // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 4 (12). – С. 91–100. – EDN: VMIZET
6. *Григорьева, И. В.* Формы и способы повышения квалификации в контексте реализации профессиональных стандартов // Вестник Российского университета кооперации. – 2019. – № 1 (35). – С. 29–33. – EDN: YMBTTN
7. *Соловьева, Н. С.* Нематериальные методы воздействия на мотивацию сотрудников / Н. С. Соловьева, О. В. Болотова // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2020. – № 11 (51). – С. 148–152. – EDN: ESZVKG

A. V. Gyrdymova, Master's Degree Student

gyrdymova1999@mail.ru

V. S. Klekovkin, DSc in Engineering, Professor

FGBOU VO "Kalashnikov Izhevsk State Technical University"

Problems of conducting input control of purchased products

The article discusses the process of conducting input control of purchased products, namely, how this process takes place and why it is generally implemented at enterprises. When considering this process, problems were identified that need to be eliminated, because they affect the production of finished products, and the elimination of these problems will contribute to the reduction of defects to a minimum. Based on the problems in the process of entrance control, possible options for their elimination were considered, namely, professional development and motivation of employees. The use of these methods will improve the work of the input control, because employees will try not to make mistakes in their work or how these errors can be corrected later, and they will also be sufficiently qualified when performing it.

Keywords: entrance control; purchased products; professional development; staff motivation.

Ю. В. Данилова¹, студент

Е. Ю. Илтубаева¹, студент

*elenaitubaeva7@gmail.com**

А. С. Зеленова^{1,2}, студент

А. А. Данилова¹, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

¹ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

²АО «ИЭМЗ «Купол»

Многофакторность влияния элементов при расчете трудоемкости

В последние годы растет актуальность на повышение производительности труда. О необходимости развития этого направления говорится на собраниях и совещаниях различного уровня. В статье рассматриваются показатель трудоемкости, компетентность сотрудников, синергетический эффект, методика расчета трудоемкости. Приводится связь трудоемкости и производительности труда сотрудников. Сформулированы основные факторы снижения трудоемкости. Предложен вариант, позволяющий повысить производительность труда на примере производства грунтовок группой компаний «Ижсинтез – отделочные материалы».

Ключевые слова: трудоемкость; синергия; производительность труда; квалификация; синергетический эффект.

Анализ трудоемкости продукции осуществляется с целью выявления резервов ее сокращения для обеспечения роста объемов производства и прибыли, снижения себестоимости производимой продукции, обеспечения стабильных условий функционирования персонала предприятия [1].

Трудоемкость – это количество времени и усилий, которые необходимы для выполнения определенной работы. Чем выше трудоемкость, тем больше времени и ресурсов необходимо для выполнения работы.

Производительность труда – это количество продукции или услуг, которые производятся за определенный период времени одним сотрудником. Чем выше производительность труда, тем более эффективно работает сотрудник, что способствует повышению прибыльности предприятия.

Два показателя эффективности труда связаны между собой, т. к. более трудоемкие задачи могут снижать производительность труда сотрудников. Однако это не всегда так, поскольку более трудоемкие задачи могут также требовать большего уровня квалификации и опыта, что, в свою очередь, может способствовать повышению производительности труда.

Для повышения показателя необходимо внимательно провести анализ процессов производства. Анализ процессов предприятия является важным инструментом для оптимизации бизнес-процессов и улучшения эффективности компании в целом. Процесс включает в себя детальное изучение всех действий, которые происходят внутри компании, и оценку их эффективности.

В процессе анализа процессов предприятия необходимо проанализировать не только текущие бизнес-процессы, но и определить потенциальные улучшения и оптимизации. Это может включать в себя автоматизацию определенных процессов, упрощение процедур или перераспределение ресурсов.

Анализ процессов предприятия может быть выполнен как внутренними силами компании, так и внешними экспертами. Важно выбрать подходящий метод анализа, который будет соответствовать целям компании и учитывать ее особенности.

Одним из ключевых результатов анализа процессов предприятия является разработка плана действий, который будет направлен на оптимизацию бизнес-процессов и улучшение эффективности компании. План может включать в себя конкретные рекомендации по улучшению бизнес-процессов, предложения по внедрению новых технологий и систем управления.

Анализ процессов предприятия является важным инструментом для оптимизации бизнес-процессов и повышения эффективности компании. Он помогает выявить проблемные области, которые могут препятствовать достижению целей компании, и разработать план действий для их устранения.

Выявление возможностей для оптимизации рабочих процессов является важной задачей для улучшения производительности и эффективности бизнеса. Это процесс, который позволяет определить области, где можно улучшить процессы, уменьшить издержки и повысить качество продукции или услуг. Первым шагом в выявлении возможностей для оптимизации рабочих процессов является анализ текущих процессов. Для этого нужно изучить каждый процесс, определить все его этапы и оценить время, затрачиваемое на каждый этап. Важно выявить все проблемные области и барьеры, которые могут препятствовать эффективности процесса.

После того, как процессы были проанализированы, можно перейти к их оптимизации. Возможные методы оптимизации включают в себя:

1. Автоматизация процессов. Внедрение программного обеспечения, которое автоматизирует рутинные задачи и уменьшает время, затрачиваемое на выполнение процессов.

2. Упрощение процедур. Некоторые процессы могут быть слишком сложными и трудоемкими. Упрощение процедур может уменьшить количество шагов, затрачиваемых на выполнение процессов, и ускорить их выполнение.

3. Перераспределение ресурсов. Возможно, что некоторые процессы требуют слишком много ресурсов, которые можно было бы перераспределить на другие более важные процессы.

4. Внедрение новых технологий. Некоторые новые технологии могут значительно улучшить эффективность процессов.

Важно обеспечить сотрудников необходимым оборудованием и материалами, чтобы они могли работать максимально эффективно. Это важный аспект успешного функционирования любой компании. Каждый сотрудник должен иметь все необходимые инструменты для работы, чтобы он мог выполнять свои

задачи максимально эффективно и профессионально. Для обеспечения сотрудников необходимым оборудованием и материалами необходимо провести анализ требований и потребностей каждого сотрудника, убедиться в том, что наличие необходимого оборудования и материалов соответствует задачам, которые он выполняет.

Обеспечение сотрудников необходимым оборудованием и материалами также может включать в себя поддержку и обслуживание оборудования, а также замену устаревшего оборудования на новое и более эффективное.

Другим важным фактором для повышения производительности труда является обучение и развитие сотрудников. Регулярное обучение позволяет повышать квалификацию работников, что увеличивает их производительность и способствует повышению качества продукции. Обучение и развитие сотрудников является ключевым аспектом успешного функционирования любой компании. Это процесс, направленный на повышение квалификации и профессионального уровня сотрудников, на их личностный рост и развитие.

Компании могут проводить обучение и развитие сотрудников на различных уровнях, включая профессиональное обучение, обучение лидерства и управления, курсы развития личности и т. д. Организации могут предоставлять возможности для получения дополнительной квалификации, сертификатов и дипломов.

Рассмотрим на примере производства грунтовки, как отличается трудоемкость неквалифицированных сотрудников, которые только приняты на работу после окончания вузов, квалифицированных сотрудников, имеющих опыт до 5 лет, и квалифицированных сотрудников, имеющих опыт работы более 5 лет.

Произведем расчет трудоемкости выпускника с низкой квалификацией:

количество работников – 5 сотрудников,

смена – часов в день,

объем – 10 штук в день.

За 2019 г. они производят $10 \times 247 = 2470$ шт. в год.

Время, затраченное на 2019 г.: $8 \times 247 = 1976$ ч.

Трудоемкость на 2019 г.: $\frac{1976}{2470} = 0,8$ нормо-часа.

Таким образом, трудоемкость выпускника составит 0,8 нормо-часа.

Далее по аналогии были произведены расчеты работников с разным уровнем квалификации за период 2019 по 2022 г. включительно, которые указаны в табл.

Таблица 1. Расчет трудоемкости на период с 2019 по 2022 г.

Показатель	Год			
	2019	2020	2021	2022
Выпускники с низкой квалификацией	0,8	0,73	0,6	0,53
Квалифицированные сотрудники с опытом работы до 5 лет	0,7	0,63	0,55	0,49
Квалифицированные сотрудники с опытом работы более 5 лет	0,6	0,59	0,47	0,38

Формула для расчета принимает вид:

$$T = \frac{K}{Q},$$

где K – количество отработанного персоналом времени в человеко-часах (человеко-днях); Q – выпуск продукции в стоимостном или натуральном объеме.

Из уровня техники известен патент на изобретение (RU 2313285 МПКА61В 10/00 (2006.01) «Способ измерения производительности процесса оказания медицинской услуги», техническим результатом которого является производительность труда.

Система управления производственной сферой уже длительный период времени использует измерение производительности труда. При этом для характеристики производительности труда применяются два показателя, находящиеся между собой в обратно пропорциональной зависимости: выработка продук-

ции в единицу времени и затраты труда (времени) на производство единицы (объема) продукции – трудоемкость [2].

После необходимых расчетов составим матрицу квалификации для наглядности отображения знаний и навыков сотрудников с целью дальнейшего управления ими. Каждый фактор влияет на трудоемкость, но сочетание всех компетенций сотрудников в единое целое даст намного больший эффект, чем если бы каждый фактор использовался отдельно. Подобное сочетание факторов известно, как синергия или синергетический эффект [3].

Трудоемкость и синергия имеют тесную взаимосвязь в бизнесе и других областях. Трудоемкость – это количество времени, ресурсов и усилий, которые необходимо затратить на выполнение задачи или проекта. Синергия означает, что взаимодействие между людьми или элементами системы может привести к более высокой производительности, чем каждый элемент по отдельности.

Когда проект или задача требуют высокой трудоемкости, это может означать, что необходимо много времени и ресурсов, чтобы достичь целей проекта. Однако если работники или элементы системы могут сотрудничать и использовать свои навыки и знания вместе, то это может привести к синергии, что может помочь ускорить процесс и уменьшить трудоемкость.

Например, если на проекте работают несколько человек, каждый из которых имеет свои уникальные навыки и знания, то сотрудничество между ними может привести к синергии. Каждый человек может использовать свои навыки, чтобы ускорить процесс и помочь достичь цели проекта быстрее, чем если бы каждый работал отдельно.

Таким образом, трудоемкость и синергия являются взаимосвязанными концепциями, которые могут повлиять на успех проекта или задачи. Работа в команде и совместное использование ресурсов и знаний могут помочь снизить трудоемкость и достичь целей проекта более эффективно.

Определение термина «синергетика» ввел немецкий физик-теоретик Герман Хакен в 1977 г. в книге «Синергетика». Синергия – это свойство системности, когда эффект образуемый в процессе функционирования системы оказыва-

ется отличным от суммы эффектов ее элементов, действующих обособленно [3]. Многие авторы уже используют данное понятие, но учитывают всего несколько компетенций. Однако для большего получения синергетического эффекта, мы предлагаем использовать 5 компетенций, представленных в табл. 2.

Таблица 2. Квалификационная матрица

Показатель	Применение профессиональных знаний	Работа в команде/коммуникация	Дозирование и смешение компонентов	Расфасовка, маркировка и упаковка готового продукта	Замывка оборудования	Уровень компетенции, %
Работник с опытом работы до 1 года						236./82
Работник с опытом работы более 5 лет						286./100
Работник с низкой квалификацией						46./14,3

Примечание. – может обучать других; – выполняет самостоятельно с должным качеством и в требуемые сроки; – может выполнять под присмотром более опытного работника; – освоение (обучение) начато; – нулевое освоение.

Такой подход обеспечит гибкость, устойчивость развития системы, потому что синергетический эффект дает уникальную возможность использовать достижения друг друга, что в результате позволяет получить высокую производительность. Синергия может выступать одним из сильнейших преимуществ организации. Следовательно, система эффективна, значит синергетический эффект положительный.

Список использованных источников и литературы

1. *Бурыкин, А. Д.* Роль инновационного проекта в развитии экономики предприятия / А. Д. Бурыкин, А. В. Юрченко // Вестник Московского финансово-юридического университета. – 2015. – № 4. – С. 124–138.
2. Патент № 2313285 Российская Федерация, МПК А61В 10/00(2006.01). Способ измерения производительности процесса оказания медицинской услуги ; заявл. 2005.05.13 ; опубл. 2007.12.27 / Шипунов Д. А., Задорин В. Ф., Задорин В. В.
3. *Малюк, В. И.* Синергетический эффект как неотъемлемый элемент промышленной политики развития региона // Теоретические основы формирования промышленной политики. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2015. – С. 251–279. – EDN: TAMSTN

*Y. V. Danilova*¹, Student

*E. Y. Itubaeva*¹, Student

elenaitubaeva7@gmail.com*

A. S. Zelenova^{1,2}, Student

*A. A. Danilova*¹, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

¹FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

²JSC “IEMZ “KUPOL”

Multifactorial influence of elements in the calculation of labor intensity

In recent years, the urgency to increase labor productivity has been growing. The need to develop this direction is discussed at meetings and conferences at various levels. This article discusses the indicator of labor intensity, the competence of employees, the synergistic effect. The relationship between labor intensity and labor productivity of employees is given. The main factors for reducing labor intensity are formulated. A variant is proposed that allows to increase labor productivity, on the example of the production of a primer by the group of companies “Izhsintez - finishing materials”.

Keywords: labor intensity; synergy; labor productivity; qualification; synergetic effect.

УДК 65:338.2(04)

ГРНТИ 55.01.11

Ю. С. Ижболдина, магистрант

izboldina7yu@gmail.com

С. А. Шияев, доктор технических наук, профессор

shiljaev@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Повышение конкурентоспособности машиностроительного предприятия на основе совершенствования системы подготовки производства

Повышение конкурентоспособности предприятия достигается путем ориентации предприятия на потребителя, улучшения качества продукции, внедрения инновационной политики, более качественного использования ресурсов, в том числе человеческих, улучшения условий работы и ряда других факторов. В данной работе проведен анализ деятельности предприятия, которое специализируется на изготовлении продукции, применяемой в нефтяной промышленности. Показаны анализы внутренней и внешней среды, SWOT. На основании матрицы SWOT были выбраны и разработаны стратегии, в основу которых взяты выявленные сильные стороны организации, позволяющие использовать возможности, предоставляемые внешней средой, для ликвидации слабых сторон организации и уменьшения действия угроз. Анализ оценки стратегий проведен путем отсеивания неосуществимых и неэффективных.

Ключевые слова: конкурентоспособность; SWOT-анализ; внутренняя среда; внешняя среда; машиностроительное предприятие; анализ стратегий.

Определение конкурентоспособности предприятия, прежде всего, необходимо, начать с сущности конкуренции. В учебной литературе можно встре-

титель утверждение о том, что конкуренция – это «...есть не что иное, как такой способ ведения промышленности, когда она управляется отдельными частными собственниками, <...> частная собственность неотделима от индивидуального ведения промышленности и от конкуренции» [1]. В статье Т. В. Матвеевой и ее соавторов было подмечено, что конкуренция является объектом внимания как зарубежных, так и отечественных ученых на протяжении более чем двухсот-летнего периода. Она является одной из фундаментальных экономических категорий, теоретические основы, которой были заложены еще в XVIII веке в трудах ярких представителей классической политической экономии [2]. В учебном пособии Р. Ф. Фархутдинова написано, что конкуренция – это «свойство объекта, характеризующееся степенью реального или потенциального удовлетворения конкретной потребности по сравнению с аналогичными объектами, представленными на данном рынке» [3, 4].

Проанализировав предложенные выше понятия конкуренции и конкурентоспособности, можно сделать вывод, что повышение конкурентоспособности предприятия достигается путем ориентации предприятия на потребителя, улучшения качества продукции, внедрения инновационной политики, более качественного использования ресурсов, в том числе человеческих, улучшения условий работы и ряда других факторов [5]. Хотелось бы обратить внимание, что данные понятия включают в себя систему подготовки производства на предприятии, которую нужно совершенствовать, что в итоге позволит повысить эффективность деятельности компании. Поэтому решение вопросов повышения конкурентоспособности является актуальной задачей особенно для предприятий машиностроительного комплекса.

Повышение конкурентоспособности предприятий машиностроительного комплекса за счет совершенствования системы подготовки производства возможно путем решения следующих задач:

1. Провести анализ внешних и внутренних факторов, которые оказывают влияние на предприятие.
2. Разработать SWOT-анализ.

Рассмотрим, организационную среду предприятия. Среда подразумевает под собой факторы, которые окружают организацию и влияют на процессы протекающие в ней. Среда представляет собой некий ресурс, сферу и соответственно – условия развития, включающие конкурентов, потребителей [6].

Внешние факторы, которые окружают организацию, можно представить в виде двух сфер. К первой сфере относится сложившаяся в стране политическая, экономическая, правовая среда, а также особенности менталитета населения, национальные традиции. Данное окружение будет сходно для большинства организаций. Вторая сфера (прямого воздействия) будет различна для организаций, т. к. в нее входят непосредственно поставщики, покупатели, конкуренты, партнеры, государственные и муниципальные органы, с которыми взаимодействует компания. Они оказывают более значимое влияние на деятельность организации. При этом действия организации также будут изменять внешнюю среду [7]. При рассмотрении первой и второй сфер выявлены факторы, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Внешние факторы

Внешние факторы (косвенного воздействия)	Последствия
Технологический фактор: развитие у конкурентов новой технологии изготовления	Переход заказчиков к конкурентам
Социальный фактор: уровень образования населения города	Текучесть кадров. Длительный поиск сотрудников
Политический фактор: политическая ситуация в стране	Влияет на экономические условия. Экономическая среда влияет на эффективность бизнеса
Экономический фактор: увеличение валютного курса	Увеличение стоимости на сырье
Конкуренты	Уменьшение заказов на предприятие
Потребители	
Трудовые ресурсы: обеспечение рабочей силой нужных специальностей и квалификации необходимо для реализации задач	Невыполнение заказов срок из-за нехватки кадров

В зависимости от миссии, на реализацию которой направлена деятельность организации, формируется ее внутренняя среда.

Внутренняя среда – часть общей среды, которая находится внутри организации и контролируется ею. Она включает в себе тот потенциал, который дает возможность организации функционировать, следовательно, существовать и выживать в определенном промежутке времени [8, 9].

К внутренним факторам относятся: цели, задачи, структура, материально-технические ресурсы, персонал.

На организационной структуре предприятия базируется весь функционал управления. С помощью ее можно отследить принципы работы предприятия. К материально-техническим ресурсам относятся материалы и имущество предприятия.

В данном случае проведен анализ деятельности предприятия, которое специализируется на изготовлении продукции, применяемой в нефтяной промышленности. На предприятии работает персонал различных категорий, пола, возраста, выполняющий определенные трудовые функции. В связи с тем, что производимая на предприятии продукция требует от персонала определенных навыков, предпочтение при приеме на работу отдается квалифицированным кадрам.

В результате проведенного анализа, установлено, что в структуре персонала по категориям преобладающее значение занимают рабочие. На предприятии трудятся в основном мужчины – 89 % от общей численности персонала. Что же касается стажа, то в 2021 г. наибольший удельный вес занимал персонал со стажем от 6 до 10 лет – 63 %, что на 1 % больше, чем в 2020 г. В структуре по уровню образования в 2021 г. наблюдаются значительные изменения. Так, если в 2020 г. удельный вес персонала с высшим образованием занимал 11 %, то в 2021 г. – 8,6 %. Кроме того, наблюдается повышение удельного веса персонала со средним образованием – на 3,4 %.

Для определения стратегических целей на предприятии используем метод стратегического планирования SWOT-анализ¹. Стратегический анализ внешней и внутренней среды направлен, в первую очередь, на изучение двух групп факторов: условий в отрасли и положения на рынке, сильных и слабых сторон [10, 11]. SWOT-анализ по рассматриваемому предприятию систематизирован в табл. 2. На основе табл. 2 сформирована матрица стратегических направлений, которая представлена в табл. 3.

Таблица 2. SWOT–анализ

<i>Внешняя среда</i>	
<p>Возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Размещение масштабных заказов. 2. Использование более современных технологий, освоение новой техники. 3. Выделение денежных средств на развитие предприятия (реклама, обучение, участия в выставках и др.). 4. Выход на новые целевые сегменты (поиск клиентов, для которых предназначен выпускаемый продукт) 	<p>Угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выход на рынок новых конкурентов. 2. Неблагоприятные изменения в макро-среде (экономические). Увеличение стоимости сырья. 3. Возникновение проблем с транспортной компанией. 4. Отсутствие квалифицированных специалистов на рынке труда
<i>Внутренняя среда</i>	
<p>Сильные стороны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Широкий ассортимент предоставляемых услуг. 2. Способность быстро адаптироваться к изменениям во внешней среде. 3. Хорошая репутация у потребителей. 4. Выполнение заказов в срок 	<p>Слабые стороны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Средний уровень цен. 2. Небольшой размер компании, не позволяющий влиять на рынок. 3. Недостаточная квалификация персонала. 4. Слабая система контроля качества. 5. Нехватка рекламы организации. 6. Повторение замечаний при аудите второй стороной. 7. Отсутствие технологической службы

¹SWOT: Strengths (S) – сильные стороны; Weaknesses (W) – слабые стороны; Opportunities (O) – возможности; Threats (T) – угрозы.

Таблица 3. Стратегические направления

<p>Сильные стороны и возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Провести модернизацию оборудования для уменьшения издержек производства. 2. Участие в тендерах даст возможность расширить сбытовую сеть. 3. Приобретение имиджа за счет своевременности выполнения заказов 	<p>Сильные стороны и угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Удержание конкурентных позиций и установление деловых связей за счет удовлетворенности потребителя. 2. Постоянный анализ поставщиков предоставляющие транспортные услуги
<p>Слабые стороны и возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание единого формата обучения для сотрудников, повысить уровень консультации. 2. Разработка мотивационной программы, даст возможность повысить работоспособность персонала. 3. Внедрение интернет-магазина дает возможность ознакомиться с готовой продукцией. Полное интернет-продвижение повысит уровень продаж и узнаваемость 	<p>Слабые стороны и угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Заключение договоров с поставщиками, предлагающими сырье по более низким ценам. 2. Заключение договоров с учебными заведениями с целью выделения целевых мест на обучение. Позволит пополнить штат сотрудников

На основании матрицы SWOT были выбраны и разработаны стратегии. В основу стратегий кладутся выявленные сильные стороны организации, позволяющие использовать возможности, предоставляемые внешней средой, для ликвидации слабых сторон организации и уменьшения действия угроз [12]. Был проведен анализ оценки стратегий путем отсеивания неосуществимых и неэффективных сторон. Результаты представлены на рисунке.

По диаграмме (рисунок) можно сделать вывод, что больше преимуществ и меньше недостатков у стратегий:

Стратегия 1. Провести модернизацию оборудования для уменьшения издержек производства.

Стратегия 6. Создание единого формата обучения для сотрудников, повысить уровень консультации.

Стратегия 7. Разработка мотивационной программы даст возможность повысить работоспособность персонала.

Стратегия 8. Внедрение интернет-магазина дает возможность ознакомиться с готовой продукцией. Полное интернет-продвижение повысит уровень продаж и узнаваемость.

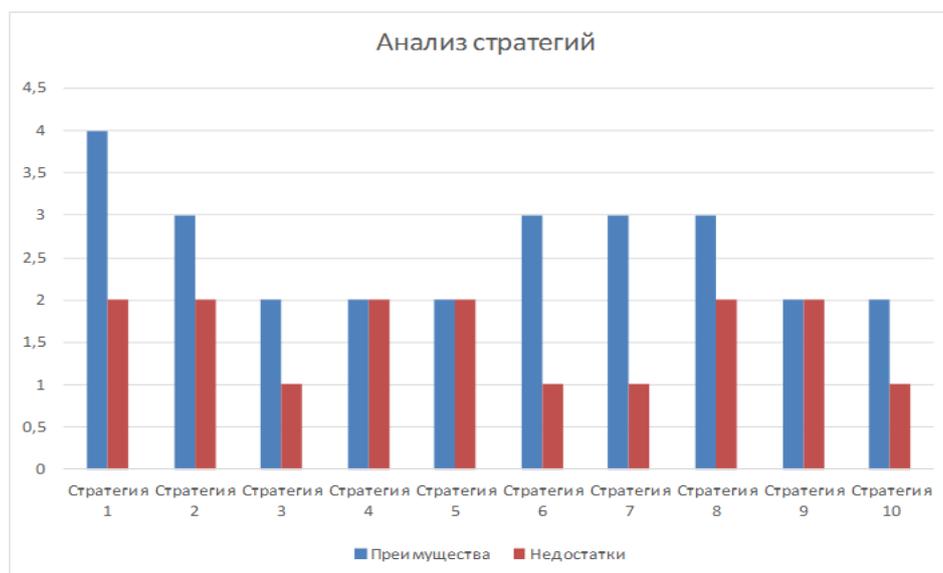


Рис. 1. Анализ выявленных стратегий

Разработанные стратегии позволят предприятию:

1. Увеличить объем выпускаемой продукции.
2. Повысить качество выпускаемой продукции.
3. Минимизировать расходы на расходные материалы (метчика, твердосплавной пластины).
4. Создать единый метод проверки продукции.
5. Уменьшить процент брака на предприятии.
6. Увеличить производительность труда на предприятии.
7. Проводить анализ работоспособности сотрудника.
8. Повысить узнаваемость компании.
9. Установить привлекательные цены по сравнению с конкурентами.
10. Пополнить штат сотрудников.
11. Привлечь обучающихся не по целевому месту.

Таким образом, в данной работе был проведен анализ системы подготовки производства, позволяющий повысить конкурентоспособность предприятия с учетом сильных и слабых сторон предприятия. При этом в основу стратегий кладутся выявленные сильные стороны организации, позволяющие использовать возможности, предоставляемые внешней средой.

Список использованных источников и литературы

1. *Попова, А. А.* Конкуренция как механизм рынка / А. А. Попова, М. С. Борисенко // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы : сб. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф., Самара, 28 февраля 2019 г. – Самара : Агентство международных исследований, 2019. – С. 176–177. – EDN: VVERHN
2. Повышение конкурентоспособности промышленных предприятий на основе развития инновационной деятельности : учеб. пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент» / Т. В. Матвеева [и др.]. – Екатеринбург г: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2018. – 152 с. – ISBN 978-5-7996-2441-5. – EDN: YPYJUD
3. *Фатхутдинов, Р. А.* Управление конкурентоспособностью организации : учеб. пособие. – Москва : Эксмо, 2018. – 320 с.
4. *Погребцова, Е. А.* Конкурентоспособность перерабатывающего предприятия: понятие и методы оценки / Е. А. Погребцова, В. В. Леушкина // Актуальные вопросы современной экономики. – 2021. – № 11. – С. 501–509. – EDN: FWFBAF
5. *Ример, М. И.* Экономическая оценка инвестиции / М. И. Ример, А. Д. Касатов, Н. Н. Матиенко. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 480 с.
6. *Безукладов, Д. А.* Процессы формирования организационной среды производственных систем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2009. – № 30. – С. 90–93. – EDN: KXTWOB
7. *Сутина, А. А.* Внутренняя и внешняя среда организации / А. А. Сутина, Й. Р. Бакеева // Научная идея. – 2017. – № 3 (3). – С. 29–36. – EDN: YUYYNH
8. *Сулимова, Е. А.* Влияние основных элементов внутренней среды организации на эффективность ее деятельности / Е. А. Сулимова, Э. О. Мазур // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 11. – С. 152–155. – EDN: ABWPGN
9. *Новичков, Н. В.* Теория организации : учебник. – 2-е изд. – Москва : КноРус, 2017. – 232 с.

10. Максимова, Т. А. Планирование в организации АПК : учеб. пособие / Т. А. Максимова, Е. В. Фудина. – Пенза : РИО ПГСХА, 2008. – 213 с.

11. Ивасиро, А. Д. SWOT-анализ в оценке конкурентоспособности строительной организации / А. Д. Ивасиро, К. И. Алексеева // Научные известия. – 2022. – № 52. – С. 1048–1054. – EDN: OWUHXP

12. Иванишина, Т. А. SWOT-анализ при выборе стратегии роста организации // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы : сб. ст. Международ. науч.-практ. конф.: в 5 ч. Ч. 1. – Пермь : Аэтерна, 2018. – С. 112–114. – EDN: YJMWGK

Yu. S. Izboldina, Master's Degree Student

izboldina7yu@gmail.com

S. A. Shilyaev, Doctor of Engineering Sciences, Professor

shiljaev@mail.ru

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Increasing the competitiveness of a machine-building enterprise on the basis of improving the production preparation system

Increasing the competitiveness of an enterprise is achieved by focusing the enterprise on the consumer, improving product quality, introducing an innovation policy, better use of resources, including human resources, improving working conditions and a number of other factors. This paper analyzes the activities of an enterprise that specializes in the manufacture of products used in the oil industry. Analyzes of the internal and external environment, SWOT are shown. Based on the SWOT matrix, strategies were selected and developed based on the identified strengths of the organization, allowing to use the opportunities provided by the external environment to eliminate the weaknesses of the organization and reduce the impact of threats. The analysis of the evaluation of strategies was carried out by screening out the unrealizable and ineffective ones.

Keywords: competitiveness; SWOT-analysis; internal environment; external environment; machine-building enterprise; strategy analysis.

УДК 004.422.81

ГРНТИ 50.41.25

Н. А. Калинин, студент

А. И. Архипова, студент

Г. М. Тулегенов, студент

А. В. Бабинцев, студент

А. И. Лимонников, студент

*allimon472@gmail.com**

*И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»*

Разработка медицинской информационной системы для удаленного интеллектуального мониторинга состояния здоровья

Рассматривается инновационный проект реализации универсального инструмента интеграции медицинских информационных систем и платформ лечебно-диагностической деятельности с индивидуальными смарт-устройствами с целью получения значений показателей здоровья.

Интернет-платформа является системой ведения врачебного приема для накопления истории болезни в электронном виде и для упрощения взаимодействия с пациентом. Проект подразумевает приложение, осуществляющее сбор данных с умных устройств, и нейросеть для анализа показателей и выявления признаков заболеваний. Приложение рекомендует пользователю посетить медицинское учреждение и передает показания на платформу клиники для формирования анамнеза и рекомендации для диагностики.

Медицинская информационная система (МИС), способная приводить пациента к врачу при возникновении объективных причин, обладает серьезным конкурент-

ным преимуществом перед другими способами взаимодействия «пациент – клиника», а значит, более востребована конечными пользователями.

По материалам данного проекта поданы заявки в рамках двух грантов Фонда содействия инновациям «Мобильное приложение промежуточного слоя для интеллектуального контроля показателей здоровья со смарт-устройств в режиме реального времени, с учетом анамнеза пациента в МИС (Медицинский контроль)» и «Разработка универсального фреймворка для медицинских смарт-устройств».

Ключевые слова: умные устройства; нейросети; мониторинг показателей здоровья; медицинская информационная система.

Введение

Существует проблема своевременного обращения пациента в медицинское учреждение для диагностики проблем со здоровьем или получения необходимого лечения. Частично решением этой проблемы являются регулярные медицинские профилактические осмотры и/или диспансеризация. Несвоевременность обращения к врачу часто приводит к целому ряду возможных негативных последствий, в том числе невосполнимому ущербу для здоровья. Вторичными следствиями этих факторов становятся перегруженность системы здравоохранения. Так, во всех современных лечебно-диагностических центрах имеются информационные системы (МИС). В этих системах накапливается информация о пациенте на протяжении всего периода его обслуживания в данном учреждении, т. е. его анамнез. Таким образом, в мобильном приложении пользователя МИС может храниться информация о показателях здоровья, которые необходимо контролировать. Однако на сегодняшний день нет инструментов, которые бы позволили осуществлять этот контроль в достаточной мере эффективно в режиме реального времени.

Потенциальными потребителями планируемого к реализации решения можно считать юридические лица (компании), занимающиеся разработкой законченных продуктовых решений – медицинских информационных систем и интеллектуальных лечебно-диагностических платформ. Для таких компа-

ний удобно использовать планируемый продукт в качестве типового встраиваемого программного компонента для своей МИС с целью улучшения ее функциональных и потребительских качеств, повышения уровня конкурентоспособности.

Согласно обзору на медицинские информационные системы^{*}, на отечественном рынке существует значительное количество медицинских информационных систем для коммерческих и государственных учреждений здравоохранения. Однако их функционал типичен и ограничивается следующим набором, характерным для систем классов *CRM* и *ERP*:

- регистрация и учет пациентов, в том числе для стационаров и санаториев;
- электронная медицинская карта;
- онлайн запись на прием;
- создание сетки расписания врачей и др.

В настоящее время на отечественном рынке отсутствует решение с функционалом, подобным планируемому, в рамках данного проекта. Розничный рынок предоставления коммерческих медицинских услуг стремительно растет. Активно развивается сектор отраслевой медицины и медицинских организаций в составе крупных холдингов, например: РЖД-Медицина, Роснефть-медицина, ОКДЦ «Газпром». В области телемедицины есть примеры крупных проектов, таких как Яндекс.Здоровье и Гостелемед.

Цифровая трансформация сферы здравоохранения стремительно развивается. Так, президент РФ В. В. Путин поручил Минздраву РФ, Минэкономразвития РФ и Минцифры РФ к июлю 2023 г. интегрировать использование искусственного интеллекта в систему ОМС и клинические рекомендации для перехода к «проактивной модели оказания медицинских услуг»[†]. Кроме того, глава государства поручил министру здравоохранения М. Мурашко «ускорить» создание

^{*} Медицинские информационные системы. URL: <https://med.medsteg.ru/medical-marketing/mis> (дата обращения: 29.03.2023).

[†] Перечень поручений по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта». URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/70418> (дата обращения: 01.04.2023).

цифрового профиля здоровья гражданина и «побыстрее внедрять ИИ с оглядкой на опыт Москвы».

Таким образом, существуют все предпосылки для скорейшего вывода на рынок предлагаемого решения, в том числе в области государственного здравоохранения. Планируемое решение будет обладать свойствами практической полезности для конечных потребителей, что послужит фактором его востребованности и конкурентного преимущества.

Предлагаемое решение

Решением проблемы является платформа, состоящая из веб-части и мобильного приложения. Архитектура программного обеспечения (рис. 1) состоит из 3 (трех) основных модулей: *Mobile application*, *Web application*, *API application*.

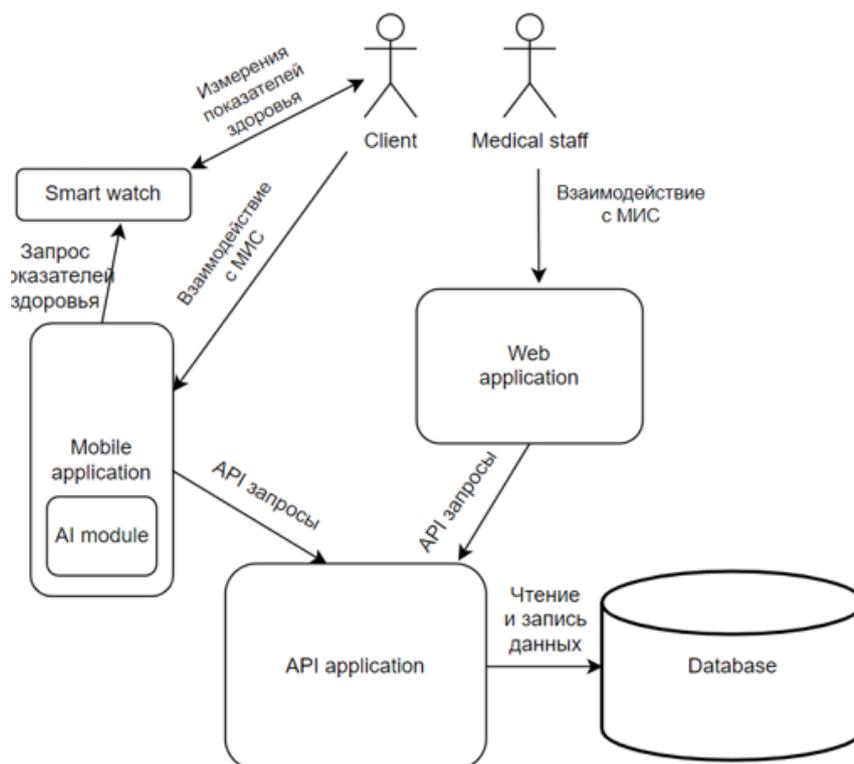


Рис. 1. Архитектура программного обеспечения

Основным способом взаимодействия медицинского персонала с системой является веб-сервис. Данная часть платформы включает в себя следующий функционал:

- регистрация, авторизация, учет пользователей;
- запись на прием (онлайн-регистратура);
- просмотр и ведение мед карты;
- окно коммуникации с пациентом;
- ведение протокола приема врача;
- меню назначения препаратов;
- учет платных услуг;
- интеграция с внутренними и внешними лабораториями;
- создание сетки расписания врачей.

В качестве примера пользовательского интерфейса веб-сервиса представлена страница с консультативным заключением (рис. 2).

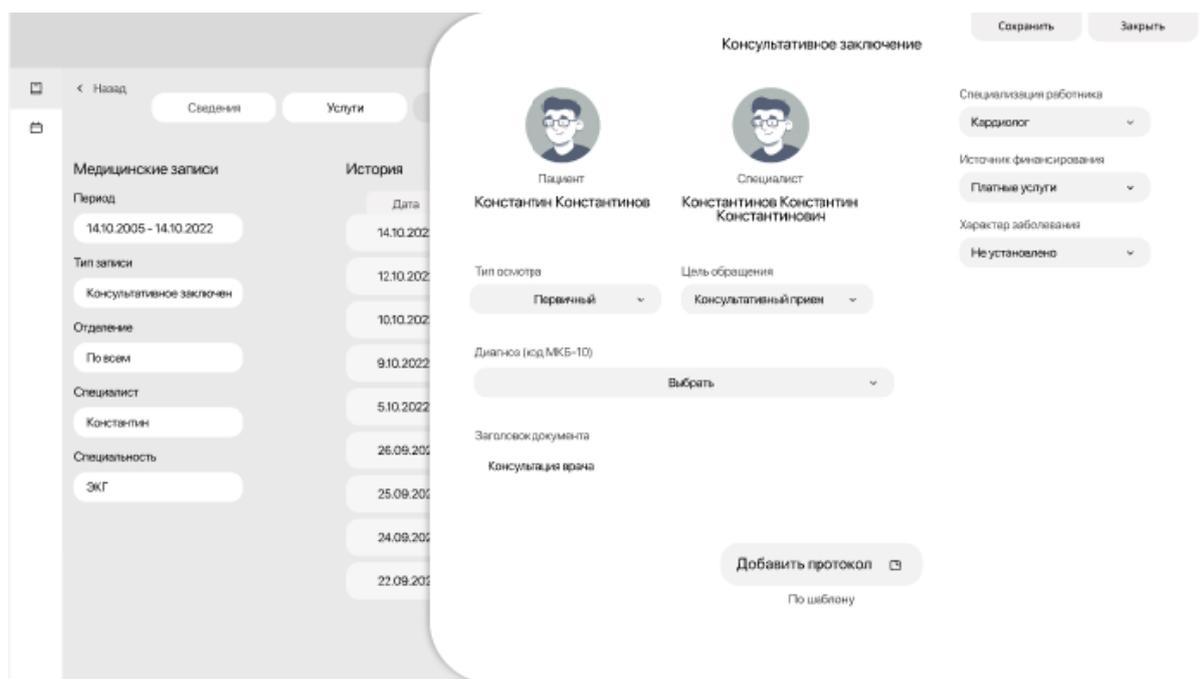


Рис. 2. Страница консультативного заключения

Мобильное приложение используется клиентами клиники для автономного мониторинга состояния здоровья, записи на прием, просмотра назначений врача, результатов анализов, онлайн-консультаций, коммуникации с врачом, ведения личного кабинета. Для контроля показателей здоровья клиент использует умные часы, связанные с мобильным приложением.

Мобильное приложение состоит из нескольких модулей для организации фоновой работы системы сбора показателей здоровья и анализа собранных показателей. Схема архитектуры мобильного приложения представлена на рис. 3.

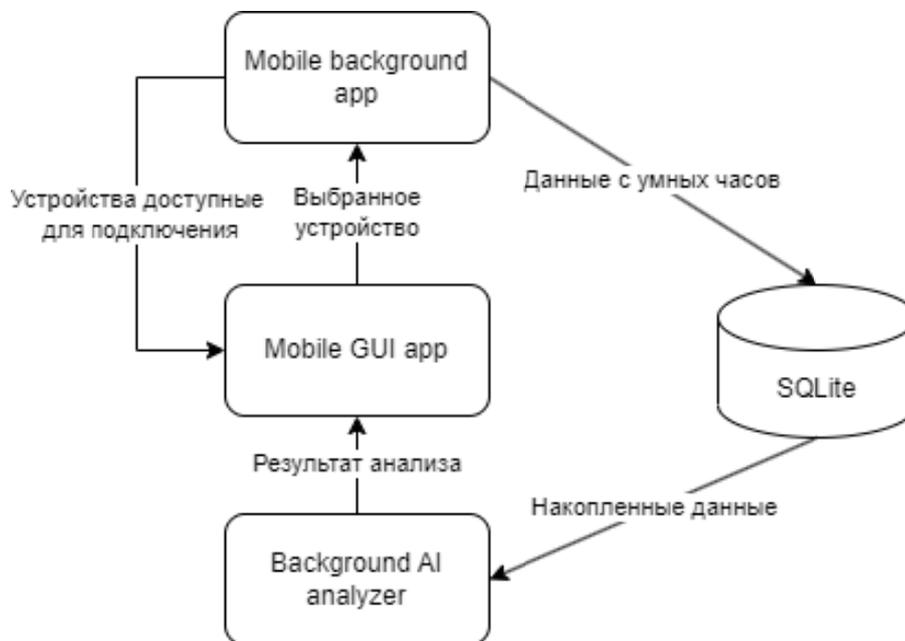


Рис. 3. Схема архитектуры мобильного приложения с модулем анализа данных

Есть несколько способов получения данных с умных устройств в приложение. Одним из подходов является получение данных из облачных сервисов *Google Fit*. Мобильное приложение часов на устройстве пользователя подключается к сервисам *Google* и передает данные на их серверы. При этом ожидается, что предлагаемое приложение подключается к этим же серверам и получает данные оттуда в упорядоченном виде. У этого способа есть положительные стороны в виде экономии свободного пространства на устройстве пользователя и простоты реализации, но пользователь должен вручную инициировать синхронизацию данных, это исключает возможность фоновой мониторинга и анализа показателей здоровья. Кроме того, данные два раза передаются по сети, что увеличивает затраты интернет-трафика и создает угрозу перехвата данных. Примером аналогичного получения данных с умных устройств является использование технологии *Bluetooth Low Energy* [1].

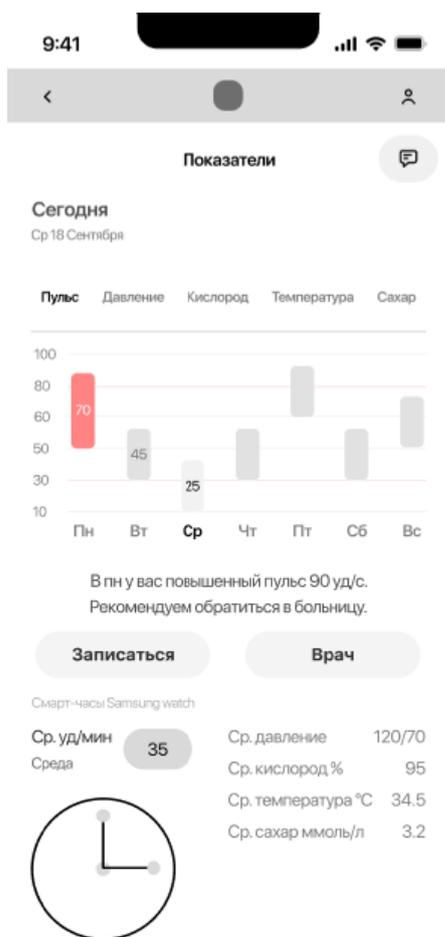


Рис. 4. Анализ показателей

Посредством этой технологии осуществляется прямая связь умного устройства с мобильным приложением. Недостатками этого способа является фоновое потребление энергии и ресурсов, использование дискового пространства пользователя.

В условиях импортозамещения, а также при учете необходимости постоянного фонового мониторинга показателей здоровья, было выбрано прямое соединение посредством *Bluetooth*. На основе полученных данных пользователь видит график показателей и их аналитику в мобильном приложении (рис. 4).

На текущий момент подключение протестировано на умном устройстве *Xiaomi Mi Band 3*.

Модуль интеллектуального анализа данных включает в себя:

- получение данных с умных часов, хранимых в базе данных;
- преобразование данных к однородному виду;
- уникальное прогнозирование на основе персональных данных пациента;
- поиск аномалий путем сравнения полученного результата с исходными данными;
- сохранение аномалий в отдельный файл;
- push-уведомление пользователю с рекомендацией к посещению врача, при накоплении достаточного количества аномалий.

Для создания нейронной сети используются библиотеки машинного обучения *Tensorflow* и *Keras* на языке программирования *Python 3.10*. Сам модуль интеллектуального анализа данных представлен в виде многослойного персеп-

трона (рис. 5) с тремя скрытыми слоями, 32 нейронами на входном слое и одним нейроном на выходном слое [2]. Для обучения сети был использован открытый набор данных с данными по пульсу за полтора года, полученный с умных часов *Xiaomi Mi Band 2*.

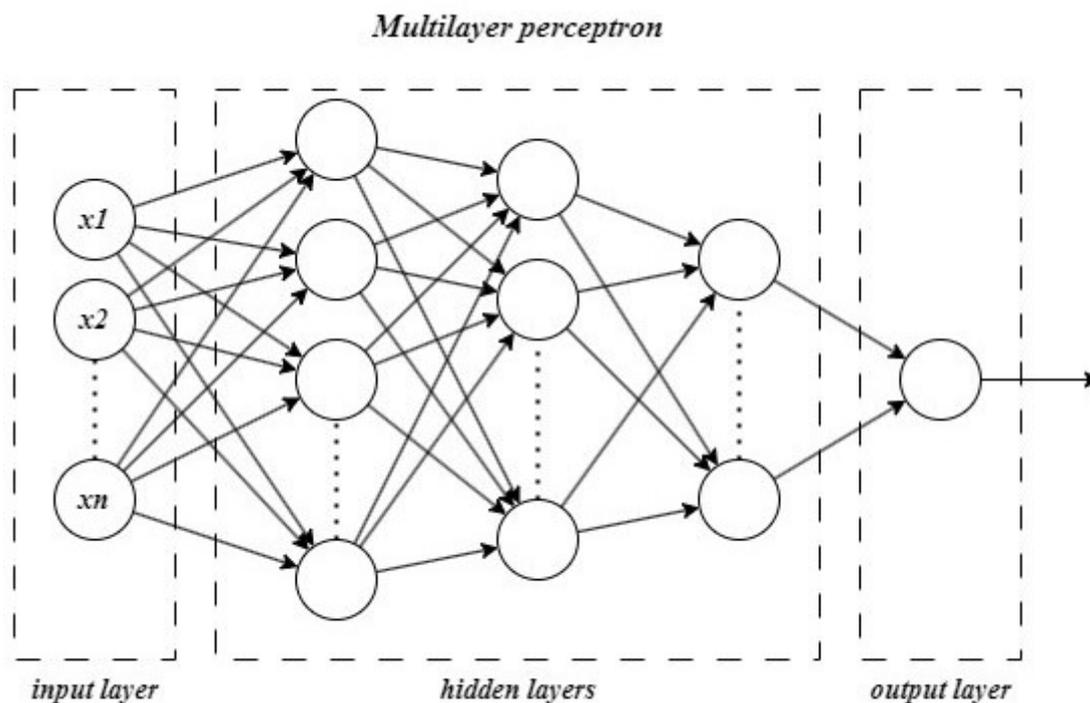


Рис. 5. Архитектура многослойного персептрона

Мобильное приложение и веб-сервис производят HTTP-запросы модулю *API application* для получения, обновления, записи и удаления данных медицинской информационной системы.

Данный модуль разрабатывается в виде независимо развертываемых сервисов – микросервисов [3]. Выбор подхода к разработке микросервисной архитектуры в данном случае обусловлен:

- высокой надежностью – важно, чтобы система работала без сбоев;
- отказоустойчивостью – система должна выдерживать аномально высокие нагрузки;
- масштабируемостью – система должна быть готова масштабироваться при росте количества пользователей.

Приходится мириться с недостатками данного подхода: сложность развертывания; сложность мониторинга работы системы. Монолитное приложение уступает микросервисам по вышеперечисленным атрибутам качества, именно поэтому был сделан выбор в пользу микросервисной архитектуры. Для разработки было принято решение использовать популярный фреймворк с открытым исходным кодом *Java Spring Cloud Framework*^{*}. Архитектура данного модуля подробно проиллюстрирована на рис. 6.

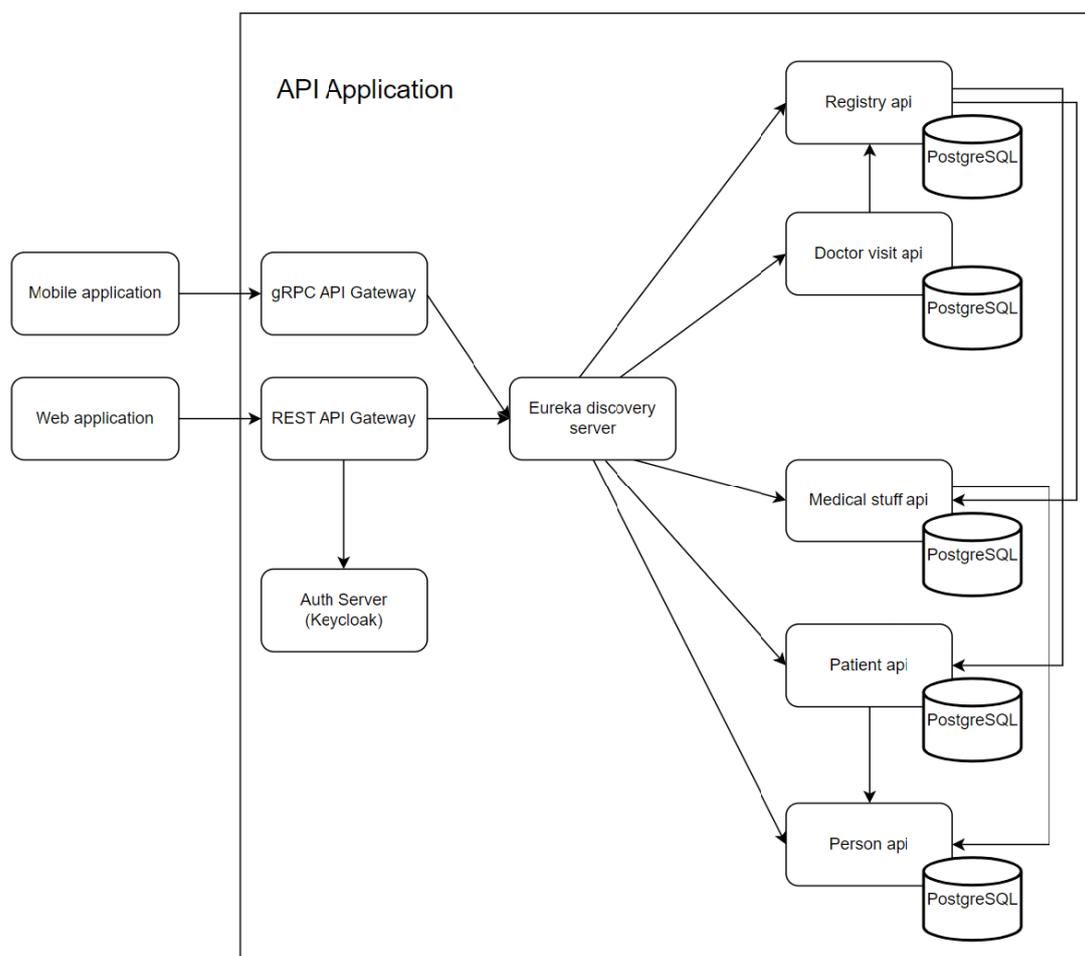


Рис. 6. Микросервисная архитектура *API application*

Данный модуль состоит из ряда микросервисов:

API Gateway – точка входа в плоскость данных для вызовов *API*, которые представляют собой запросы клиентов к целевым приложениям и сервисам;

^{*} Java Spring Cloud Framework. URL: <https://spring.io/projects/spring-cloud> (дата обращения 15.03.2023).

Auth Server (Keycloak) – это интегрированный программный продукт с открытым исходным кодом для обеспечения единой регистрации с управлением идентификацией и доступом;

Eureka discovery server – приложение, которое хранит информацию обо всех микросервисах, каждый микросервис регистрируется на сервере *Eureka*, сервер *Eureka* знает все клиентские приложения, запущенные на каждом порту и IP-адресе;

Registry API – микросервис обработки данных записей на прием к врачам;

Doctor visit API – микросервис обработки данных посещений клиентов и приемов клиентов врачами;

Medical stuff API – микросервис обработки дополнительных данных медицинских работников;

Patient API – микросервис обработки дополнительных данных клиентов;

Person API – микросервис обработки персональных данных пользователя системы.

Заключение

Можно отметить, что описанный инновационный проект имеет большой потенциал для улучшения качества и эффективности медицинской помощи. Создание универсального инструмента интеграции медицинских информационных систем и интеграционных платформ с применением смарт-устройств общего и специализированного назначения позволит упростить и ускорить процесс диагностики и лечения заболеваний, организовать качественное взаимодействие между пациентами и медицинскими учреждениями. Разработанные в рамках проекта интернет-платформа, приложение для сбора данных с умных устройств и модуль интеллектуального анализа показателей здоровья являются важным шагом в создании полноценной медицинской информационной системы с высокой степенью точности и надежности.

Система имеет огромный потенциал для дальнейшего развития и улучшения процессов диагностики и лечения заболеваний за счет анализа несколь-

ких показателей здоровья и отслеживания активности пользователя. Таким образом, данный анализ может повысить точность и обеспечить индивидуальность подхода к диагностике и лечению. Следующим этапом планируется реализация интеллектуального помощника врача, который определяет диагноз исходя из анамнеза и жалоб пациента и предлагает врачу варианты возможного лечения. Такой подход оптимизирует процесс оказания медицинской помощи и обеспечивает качество анализа за счет полноты охвата аспектов диагностики.

Список использованных источников и литературы

1. *Панфилов, И. А.* Принцип работы протокола bluetooth low energy / И. А. Панфилов, В. В. Котов // Научный потенциал молодежи и технический прогресс : материалы I Международ. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 11 мая 2018 года. – Санкт-Петербург : Индивидуальный предприниматель Жукова Елена Валерьевна, 2018. – С. 25–26. – EDN: XOUIHJ

2. *Вандер Плас Дж.* Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 576 с. : ил. – (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). – ISBN 978-5-496-03068-7

3. *Карнелл, Джон.* Микросервисы Spring в действии : учеб. пособие / Джон Карнелл, Иллари Уайлупо Санчес / пер. с англ. А. Н. Киселева. – Москва : ДМК Пресс, 2022. – 490 с. : ил. – ISBN 978-5-97060-971-2

N. A. Kalinin, Student

A. I. Arkhipova, Student

A. V. Babintsev, Student

G. M. Tulegenov, Student

A. I. Limonnikov, Student

allimon472@gmail.com

*I. O. Arkhipov, PhD in Engineering, Associate Professor
FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”*

**Development of a medical information system
for remote intelligent health monitoring**

The article considers an innovative project for the implementation of a universal integration tool for healthcare information systems and integration platforms to manage diagnostic and therapeutic activities with individual smart devices for general and specialized purposes in order to obtain key health indicators.

The internet platform represents a system for conducting medical consultations to accumulate medical history electronically and to simplify interactions with patients. The project involves an application that collects data from smart devices, and a neural network to analyze indicators and identify signs of diseases.

The application recommends that the user visit a medical facility and accumulates indications for transmission to the clinic platform, where anamnesis and diagnostic recommendations will be formed. The medical information system, capable of directing the patient to a doctor due to objective reasons, will have a serious competitive advantage over other ways of «patient-clinic» interaction, and, therefore, will be more in demand by end-users - medical organization staff and their clients. The applications have been submitted for this project under two grants from the Assistance to Innovations Fund: «Intermediate Layer (Module) Mobile App for Intelligent Health Monitoring with Smart Devices in Real Time, taking into account the patient's medical history in the MIS (Medical Control)» and «Development of a Universal Framework for Medical Smart Devices».

Keywords: smart devices; neural networks; monitoring of health indicators; medical information system

А. Л. Колпакова, студент

А. П. Лужбина, студент

aluzbina171@gmail.ru

А. А. Данилова, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Предупреждающий сигнал на автомобили для пешеходов

Каждый день мы оказываемся в ситуациях на дороге, где безопасность зависит как от пешеходов, так и от водителей. Однако часто пешеходы не обращают внимания, тормозит автомобиль или нет, что может привести к опасным ситуациям. Для обеспечения общей безопасности необходимо, чтобы пешеходы могли правильно и единообразно интерпретировать сигналы автомобиля.

Рассматривается возможность установки предупредительного сигнала на передней решетке радиатора или бампере в виде синей лампочки при торможении автомобиля. Такое решение может значительно повысить безопасность на дорогах, уменьшить количество аварий, связанных с наездом на пешеходов, особенно в тех случаях, когда пешеходы не замечают автомобиль, который готовится остановиться.

Использование предупредительного сигнала на автомобиле поможет улучшить видимость и понимание сигналов как для пешеходов, так и для водителей, что повысит безопасность на дороге.

Ключевые слова: автомобиль; сигнал; индикатор торможения; безопасность.

Описание проблемы

Статистика дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в Российской Федерации за 9 месяцев 2022 г. вызывает серьезное беспокойство (рис. 1). Наиболее массовым видом происшествий является наезд на пешехода, который составил 25,3 % от общего числа ДТП. К сожалению, такие аварии часто заканчиваются летальным исходом. За 9 месяцев 2022 г. период зарегистрировано 23 049 наездов на пешеходов, в которых погибли 2254 и были ранены 21 622 человека [1].



Рис. 1. Статистика дорожно-транспортных происшествий за 2022 г.

Наибольшее количество ДТП, связанных с наездом на пешеходов, произошло вне границ пешеходных переходов (60,2 %, или 13 873 случая). Более трех четвертей (80,3 %, или 1809) всех погибших при наездах на пешеходов погибли именно в таких происшествиях.

Из всех наездов на пешеходных переходах на нерегулируемых совершено 68,5 % (6286), на которые пришлось 64,7 % (288) от всех погибших пешеходов на пешеходных переходах. На регулируемые пешеходные переходы пришлось треть (31,5 %, или 2890) наездов на пешеходов, доля погибших несколько выше – 35,3 % (157) [1].

Статистические данные происшествий за сутки (рис. 2) свидетельствуют о том, что наиболее аварийно-опасным временем суток является период с 17:00 до 20:00, в котором происходит каждое пятое ДТП (20,2 %). Наиболее тяжелыми последствиями характеризуются происшествия, произошедшие в период с 00:00 до 06:00 (в среднем 14 погибших на 100 пострадавших), а наименьшей тяжестью последствий – в период с 11:00 до 12:00 и с 17:00 до 18:00 (в среднем 6 погибших на 100 пострадавших). В темное время суток происходит 27,3 % от общего количества ДТП, но при этом более трети (39,4 %, или 3973) от общего числа погибших и тяжесть последствий ДТП в темное время суток составляет 11,4, что более чем в полтора раза выше, чем в светлое время суток (6,8) [1].

	ДТП, кол-во	Удельный вес	Погибло, человек	Удельный вес	Ранено, человек	Удельный вес	Тяжесть последствий
с 00:00 до 01:00	1 942	2,1	371	3,7	2 478	2,2	13
с 01:00 до 02:00	1 545	1,7	327	3,2	1 954	1,7	14,3
с 02:00 до 03:00	1 196	1,3	281	2,8	1 566	1,4	15,2
с 03:00 до 04:00	1 010	1,1	207	2,1	1 325	1,2	13,5
с 04:00 до 05:00	935	1	215	2,1	1 237	1,1	14,8
с 05:00 до 06:00	1 078	1,2	233	2,3	1 493	1,3	13,5
с 06:00 до 07:00	1 710	1,9	293	2,9	2 292	2	11,3
с 07:00 до 08:00	3 700	4,1	364	3,6	4 703	4,1	7,2
с 08:00 до 09:00	4 273	4,7	371	3,7	5 369	4,7	6,5
с 09:00 до 10:00	3 891	4,3	342	3,4	4 978	4,3	6,4
с 10:00 до 11:00	4 202	4,6	362	3,6	5 314	4,6	6,4
с 11:00 до 12:00	4 671	5,1	387	3,8	5 864	5,1	6,2
с 12:00 до 13:00	5 044	5,5	485	4,8	6 323	5,5	7,1
с 13:00 до 14:00	5 173	5,7	444	4,4	6 612	5,7	6,3
с 14:00 до 15:00	5 413	5,9	470	4,7	6 933	6	6,3
с 15:00 до 16:00	5 410	5,9	486	4,8	6 997	6,1	6,5
с 16:00 до 17:00	5 701	6,2	506	5	7 176	6,2	6,6
с 17:00 до 18:00	6 477	7,1	519	5,1	8 065	7	6
с 18:00 до 19:00	6 139	6,7	529	5,2	7 732	6,7	6,4
с 19:00 до 20:00	5 804	6,4	611	6,1	7 114	6,2	7,9
с 20:00 до 21:00	5 105	5,6	616	6,1	6 257	5,4	9
с 21:00 до 22:00	4 466	4,9	628	6,2	5 370	4,7	10,5
с 22:00 до 23:00	3 577	3,9	535	5,3	4 471	3,9	10,7
с 23:00 до 24:00	2 793	3,1	496	4,9	3 516	3,1	12,4

Рис. 2. Статистические данные за 24 часа

Из анализа статистических данных видно, что опасность наездов на пешеходов зависит не только от водителей, но и от самих пешеходов (рис. 3, 4). В темное время суток пешеход может не всегда точно определить, что водитель начинает торможение, ведь на данный момент нет технологии, которая позво-

лила бы единообразно считать торможение автомобиля для пешехода. Однако мы предлагаем использовать индикатор торможения для автомобилей, что поможет уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий, вызванных невнимательностью пешеходов. Важно совместными усилиями водителей и пешеходов обеспечить безопасность на дорогах в любое время суток.

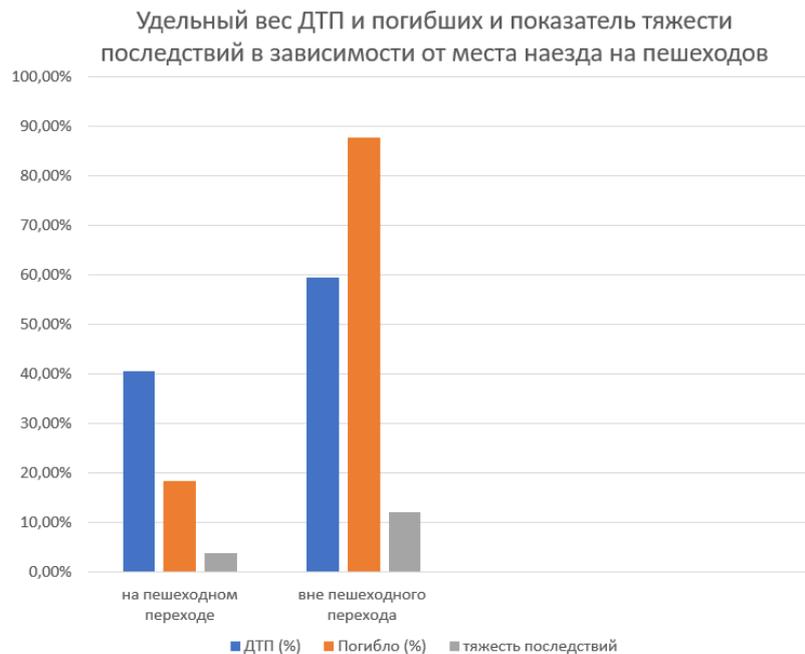


Рис. 3. Статистика ДТП в зависимости от места наезда на пешеходов



Рис. 4. Статистика ДТП в зависимости от вида пешеходного перехода

Аналоги

В настоящее время из уровня техники известна дополнительная передняя система световой сигнализации торможения транспортного средства [RU 67524 U1 МПК В60Q 1/44 (2006.01); опубл. 27.10.2007] [3]. Суть заключается в том, что система предупреждает участников дорожного движения (как пешеходов, так и водителей автомобилей). Известно еще одно устройство оповещения участников дорожного движения [RU 177452 U1 МПК G08G 1/00 (2006.01), В60Q 1/44 (2006.01); опубл. 21.02.2018] [4]. Она также оповещает участников дорожного движения и обеспечивает безопасность каждого участника.

Из уровня техники известно устройство визуальной индикации торможения транспортного средства [RU 162942 U1 МПК В60Q 1/44 (2006.01), В60Q 1/54 (2006.01); опубл. 27.06.2016] [5] для повышения безопасности движения за счет повышения информирования автомобильных средств индикации, отображающих опасные режимы движения транспортного средства, повышающие вероятность столкновения с другими транспортными средствами.

Запатентованы устройство для сигнализации торможения транспортного средства [RU 2303539 С1 МПК В60Q 1/44 (2006.01) опубл. 27.07.2007] [7] для информирования пешеходов и водителей о торможении; индикатор торможения-разгона транспортных средств психомоторный [RU 56290 U1 МПК В60Q 1/44 (2006.01); опубл. 10.09.2006] [6] для повышения безопасности и комфортности дорожного движения путем более адекватного оповещения о торможении и разгоне транспортных средств; индикатор ускорения торможения транспортного средства [RU 124228 U1 МПК В60Q 1/44 (2006.01); опубл. 20.01.2013] [8] для индикации торможения и ускорения в автомобиле, а также для безопасности участников дорожного движения.

Однако даже они не обладают всеми функциональными возможностями, которые мы предлагаем нашим пользователям. В связи с этим мы ожидаем, что все большее количество людей начнет отказываться от использования аналогичных продуктов в пользу предлагаемого продукта (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение аналогов

Функционал	Предлагаемое изобретение	RU 67524 U1	RU 56290 U1	RU 124228 C1
Срабатывание от 20 км/ч	+	–	–	–
Подключение к педали тормоза	+	–	–	–
Отображение светом	+	+	+	+
Датчик скорости	+	–	+	+
Подключение к аккумулятору	+	–	–	+
Уведомляющая табличка	–	+	+	–
Срабатывание около пешеходных переходов	+	–	–	–

Изучив данные таблицы, мы пришли к выводу, что наш продукт предлагает уникальный функционал, который отсутствует у существующих аналогов. Другие продукты ограничены в своей направленности и предназначены только для индикации разгона или торможения при помощи таблички или фар. Функционал конкурентов на рынке также ограничен. Учитывая все эти факторы, мы можем с уверенностью утверждать, что использование предлагаемого продукта является наиболее эффективным решением для наших пользователей.

Принцип действия

Предлагаемый индикатор торможения – это устройство, зависящее от педали торможения, оснащенное тросом и лампочкой с синим светом.

Система активируется при достижении скорости 20 км/ч, чтобы избежать раннего износа и потери ресурса световых индикаторов. Принцип работы индикатора заключается в том, что при нажатии на педаль тормоза активируются не только задние огни, но и фронтальный индикатор торможения (ФИТ). Таким образом, идущие спереди транспортного средства или пешеходы могут понять, что происходит торможение. Индикатор оранжевого цвета, находящийся на передней решетке радиатора или бампере (в зависимости от конструкции транспортного средства), позволяет заметить это. Устройство дает возможность

включения индикатора, предназначенного для пешеходов, только в зоне пешеходных переходов, а вне зон пешеходных переходов индикатор не включается и не создает помех для других транспортных средств [2].

Система работы предлагаемого устройства основана на тросике, соединяющемся с педалью тормоза и аккумулятором. Индикатор на решетке радиатора является частью этой системы.

Преимущество предлагаемого продукта заключается в том, что его использование повысит безопасность пешеходов за счет информирования, поскольку это говорит о возможности безопасного перехода через дорогу перед транспортным средством при торможении водителем в зоне пешеходного перехода.

К дополнительному преимуществу предлагаемого устройства нужно отнести увеличенный срок службы за счет того, что средство оповещения пешеходов (индикатор торможения) работает не постоянно, а только когда транспортное средство останавливается перед пешеходным переходом.

Таким образом, наш индикатор торможения является надежным и эффективным способом обеспечения безопасности на дороге. Приведем схему действия индикатора торможения (рис. 5).

Индикатор состоит из одной ленты, в которой находится 5 лампочек.

Способ действия по схеме, можно описать следующим образом: сигналы, генерируемые датчиком импульсов 8 в зависимости от скорости торможения, передаются в формирователь информации 1. Здесь уже формируется информация о необходимости активации индикатора 7, которая затем проходит через фильтр частот. В этом фильтре низкие частоты удаляются, а высокие остаются для дальнейшей обработки. Высокочастотные сигналы затем поступают в делитель напряжения 5, где они уменьшаются для дальнейшего использования. Сам делитель напряжения 5 работает от источника питания, который состоит из генератора и аккумулятора. Наконец, сигналы из делителя напряжения 5 поступают в сравнивающее устройство 6, где выбирается наибольшее значение, и передаются в индикатор 7.

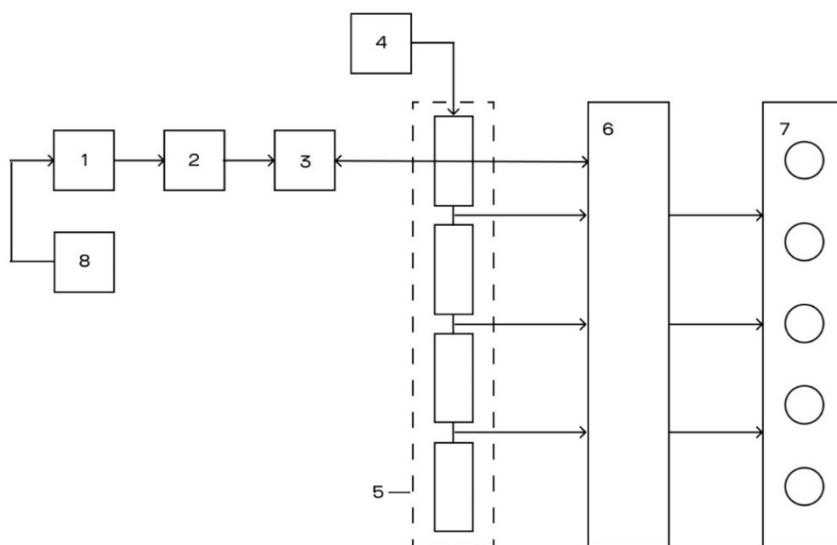


Рис. 5. Схема действия индикатора торможения: 1 – формирователь информации; 2 – генератор электрических колебаний; 3 – фильтр частот; 4 – источник напряжения; 5 – делитель напряжения; 6 – сравнивающее устройство; 7 – индикатор с 5 лампочками; 8 – датчик импульса

Процесс передачи информации от датчика до индикатора осуществляется через несколько этапов, включая фильтрацию и деление сигналов. Это позволяет обеспечить точность и надежность работы индикатора, что особенно важно для безопасности в автомобиле.

На основе принципа работы были проведены расчеты предполагаемых затрат на систему (табл. 2).

Таблица 2. Затраты на создание

Название предмета	Количество, шт.	Стоимость 1 шт., руб.
Крепление для лампочек	1	600
Лампочки	5	690
Провода соединения	7	1050
Соединители проводов	7	890
Стекло для защиты лампочек	1	400
Пластиковая основа	1	500
ИТОГО		18 530

Устройство с индикатором торможения предназначено не только для установки на новые машины, но и на уже готовые. Это позволит значительно

расширить возможности использования устройства и повысить его эффективность. Благодаря этой функции производственные процессы станут более гибкими и экономичными, а клиенты смогут улучшить свои автомобили без необходимости замены всей партии.

Заключение

Предложенное устройство с индикатором торможения может стать важным шагом в повышении безопасности на дорогах как для водителей, так и для пешеходов. Оно поможет пешеходам быстро реагировать на сигнал на дороге и снизит вероятность наезда на них. При неисправном светофоре за счет предлагаемого устройства, водитель сможет оповестить пешеходов. Устройство может стать полезным дополнением к уже существующим системам безопасности в автомобилях.

Список использованных источников и литературы

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2022 года: Информационно-аналитический обзор / К. С. Баканов [и др.]. – Москва : Науч.-исслед. центр проблем безопасности дорожного движения МВД Российской Федерации, 2022. – 40 с. – EDN: QJSSEE
2. *Портнягин, Е. М.* Система Автомобиль (подрессоренная масса, подвеска – тормозная система – ABS – колеса) – стенд // Вестник ИрГСХА. – 2009. – № 36. – С. 92–97. – EDN: MNLLJX
3. Патент № 67524 U1 Российская Федерация, МПК В60Q 1/44. Дополнительная передняя система световой сигнализации торможения транспортного средства : № 2007116288/22 : заявл. 02.05.2007 : опубл. 27.10.2007. – EDN: WHBYCT
4. Патент № 177452 U1 Российская Федерация, МПК G08G 1/00, В60Q 1/44. Устройство оповещения участников дорожного движения: № 2017114006 : заявл. 24.04.2017 : опубл. 21.02.2018 / М. М. Бокоч, П. Е. Булгаков, Т. Т. Бадалов [и др.]. – EDN: JJHSZP
5. Патент № 162942 U1 Российская Федерация, МПК В60Q 1/44, В60Q 1/54. Устройство визуальной индикации торможения транспортного средства: № 2015152327/11 : заявл. 07.12.2015 : опубл. 27.06.2016 / Б. К. Попов, Ф. С. Абанин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВПО «КубГТУ»). – EDN: IGJMDN

6. Патент № 56290 U1 Российская Федерация, МПК В60Q 1/44. Индикатор торможения-разгона транспортных средств психомоторный: № 2005133578/22 : заявл. 01.11.2005 : опубл. 10.09.2006 / А. Б. Кротков. – EDN: XEDACM

7. Патент № 2303539 C1 Российская Федерация, МПК В60Q 1/44. Устройство для сигнализации торможения транспортного средства: № 2005136104/11 : заявл. 21.11.2005 : опубл. 27.07.2007 / Е. А. Самарский, Ю. В. Гармаш ; заявитель Рязанский военный автомобильный институт им. генерала армии В. П. Дубынина. – EDN ZHYXYD

8. Патент № 124228 U1 Российская Федерация, МПК В60Q 1/44. Индикатор ускорения торможения транспортного средства: № 2012145957/11 : заявл. 29.10.2012 : опубл. 20.01.2013 / А. В. Андреев. – EDN: MAUMJW

A. L. Kolpakova, Student

A. P. Luzhbina, Student

aluzbina171@gmail.ru

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Warning signal for cars for pedestrians

Every day we find ourselves in situations on the road where safety depends on both pedestrians and drivers. However, pedestrians often do not pay attention to whether the car is braking or not, which can lead to dangerous situations. In order to ensure general safety, it is necessary that pedestrians can correctly and uniformly interpret car signals.

In this article, we propose to consider the possibility of installing a warning signal on the front grille or bumper in the form of a blue light bulb when braking a car. Such a solution can significantly improve road safety, reduce the number of accidents associated with hitting pedestrians, especially in cases when pedestrians do not notice a car that is about to stop.

Using a warning signal on a car will help improve visibility and understanding of the signals for both pedestrians and drivers, which in turn will increase road safety.

Keywords: car; signal; braking indicator; safety.

УДК 621.395.623.65

ГРНТИ 49.39.33

А. Л. Колпакова, студент

А. П. Лужбина, студент

aluzbina171@gmail.ru

А. А. Данилова, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Bluetooth-гарнитуры с системой автоматического отключение звука при пересечении пешеходном переходе

Ежедневно мы сталкиваемся с ситуацией, в которой являемся участниками дорожного движения. При этом безопасность на дороге зависит как от водителей, так и от самих пешеходов. Риски присутствуют с обеих сторон. Пешеходы часто играют главную роль в дорожно-транспортных происшествиях: не обращают внимания на дорожную ситуацию и не соблюдают правила дорожного движения. Это может привести к опасным ситуациям как для водителей, так и для пешеходов. Пешеходам важно быть в курсе того, что их окружает, и проявлять особую осторожность при переходе дорог или прогулках вблизи оживленных перекрестков. Нередко пешеходы отвлекаются на прослушивание музыки или аудиокниг при помощи наушников. В статье рассмотрена возможность применения наушников с системой автоматического отключения звука при пешеходном переходе.

Ключевые слова: bluetooth-гарнитура; наушники; GPS; приложение для наушников; безопасность.

Описание проблемы

Согласно статистике Научного центра безопасности дорожного движения за 2022 г., пункт «Нарушение правил проезда пешеходных переходов» является одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий и составляет 8,2 % от всего числа (рис. 1) [1].



Рис. 1. Статистике Научного центра безопасности дорожного движения за 2022 г.

При этом отмечается, что увеличение количества наездов на пешеходов зафиксировано в 26 регионах. Отмечается, что две трети (68,1 %) наездов на пешеходов произошли из-за нарушений, допущенных водителями, однако на данные происшествия приходится менее половины погибших (46 %, или 594), их число увеличилось на 5,1 %. По неосторожности самих пешеходов совершена треть (36,8 %, или 5231) наездов на них, однако доля числа погибших в этих ДТП составила две трети (67,3 %, или 870). Тяжесть последствий наездов, произошедших по неосторожности самих пешеходов (16,3 %), в три раза выше, чем при наездах по вине водителей (5,9 %) (рис. 2, 3) [1].

Анализ статистических данных показывает, что опасность наездов на пешеходов не зависит только от водителей, но и от самих пешеходов. Невнимательность и неаккуратность пешеходов требуют технологического решения, ко-

торое бы снизило риск происшествий. Мы предлагаем использовать *Bluetooth*-гарнитуры с функцией автоматического отключения звука при пересечении пешеходного перехода. Это поможет уменьшить вероятность отвлечения внимания пешеходов и повысить их безопасность на дорогах.

Bluetooth-гарнитуры и наушники стали неотъемлемой частью технологического общества. Они используются для различных целей, но при использовании на дороге необходимо быть осторожным, особенно при пересечении пешеходных переходов. Система автоматического отключения звука будет особенно полезна для доставщиков, которые заботятся о безопасности на дороге. Они могут использовать эту технологию, чтобы не отвлекаться на дороге и сосредоточиться на безопасности всех участников дорожного движения.

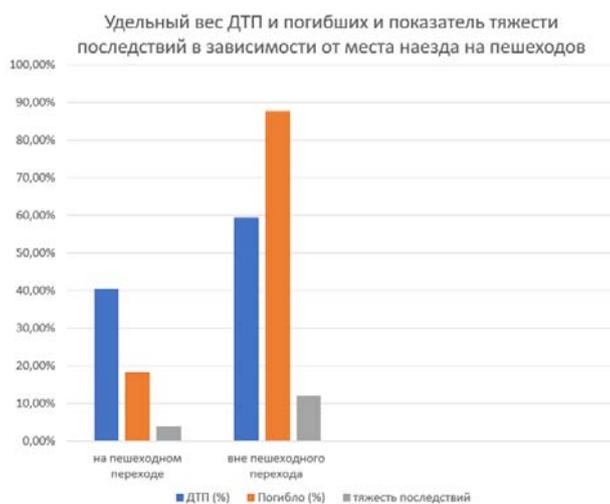


Рис. 2. Статистика ДТП в зависимости от места наезда на пешеходов



Рис. 3. Статистика ДТП в зависимости от вида пешеходного перехода

Аналоги

В настоящее время из уровня техники известны:

– беспроводной наушник, совершающий переход между беспроводными сетями [RU 2488236C2 МПК H04R 1/02 (2006.01) ; опубл. 20.07.2013] [4], суть патента заключается в том, что устройство содержит цепь для приема и передачи аудио из источника через динамическую беспроводную сеть;

– защитные наушники [RU 2363433C2 МПК H04R 1/10 (2006.01), A61F 11/14 (2006.01), G10K 11/178 (2006.01) ; опубл. 10.08.2010] [5], они сводят к минимуму риск нарушения слуха от окружающего шума.

Из уровня дополнения в технике известна приостановка шумоподавления с помощью определения ключевых слов [US 9398367B1 МПК H04R 1/1083 опубл. 19.07.2016] [6] для выключения звука при анализе окружающего шума.

Запатентовано индивидуальное средство воспроизведения звука для персонального прослушивания звуковой информации [RU 176982 U1 МПК H04B 1/10 (2000.01) ; опубл. 05.02.2018] [3].

Известны шумозащитные наушники [RU 118189U1 МПК A61F 11/06 (2006.01) ; опубл. 28.03.2012] [2]; данное устройство нужно для шумоподавления окружающего шума.

Однако даже они не обладают всеми функциональными возможностями, которые мы предлагаем нашим пользователям. Мы ожидаем, что все большее количество людей начнет отказываться от использования аналогичных продуктов в пользу предлагаемого продукта (табл. 1).

Анализируя данные табл. 1, мы пришли к выводу, что существующие аналоги не способны предоставить функционал, который мы предлагаем нашим пользователям. Предлагаемое приложение имеет узкую направленность, заключающуюся в автоматическом управлении звуком через анализ окружающего шума. Более того, существует немало приложений-конкурентов, но они имеют ограниченный функционал. Учитывая эти факторы, мы можем с уверенностью предусмотреть отказ от использования аналогов в пользу предлагаемого приложения.

Таблица 1. Сравнение наушников

Функционал	Sanches	Amazon	Динафорс
Автоматическое уменьшение звука	+	+	–
Подключение через Bluetooth	+	+	+
Оснащение GPS	+	–	–
Автоматическое увеличение звука	+	–	–
Оповещение о приближении к пешеходному переходу	+	–	–
Анализ окружающего шума	–	+	–
Настройка таймера для автоматического отключения звука	+	–	–
Отслеживание заряда наушников и телефона	+	–	–
Шумоизоляция от окружающего шума	–	–	+

Анализируя данные табл. 1, мы пришли к выводу, что существующие аналоги не способны предоставить функционал, который мы предлагаем нашим пользователем. Предлагаемое приложение имеет узкую направленность, заключающуюся в автоматическом управлении звуком через анализ окружающего шума. Существует немало приложений-конкурентов, но они имеют ограниченный функционал. Учитывая эти факторы, мы можем с уверенностью предусмотреть отказ от использования аналогов в пользу предлагаемого приложения.

Таблица 2. Сравнение приложений

Функционал	Sanches	BYM	VKМузыка	Spotifay
Настройка звука под предпочтения пользователя	+	–	–	–
Прослушивание музыки	+	+	+	+
Виртуализация 3D звука	+	–	–	–
Усиление басов и громкости	+	–	–	–
Выбор жанра музыки	+	+	+	+
Настройка шрифта и темы	+	–	–	–

Анализ данных (табл. 2) позволяет сделать вывод, что существующие приложения предназначены прежде всего для регулирования звука и прослушивания музыки различных жанров. Однако предлагаемое нами приложение превосходит их, предлагая множество полезных функций, которые помогут в повседневной жизни.

Результаты опроса

В рамках нашего исследования мы провели опрос среди представителей различных возрастных групп (рис. 4). В нем приняли участие 150 человек, из которых 127 уже используют *Bluetooth*-гарнитуры (рис. 5, 6). Важно отметить, что 79 человек из числа опрошенных гарантированно соблюдают правила безопасности на дороге, уменьшая громкость или выключая гарнитуру при переходе через пешеходный переход (рис. 7). Этот результат свидетельствует о высокой осведомленности людей о важности безопасности на дороге.

1. Сколько Вам лет?
150 ответов

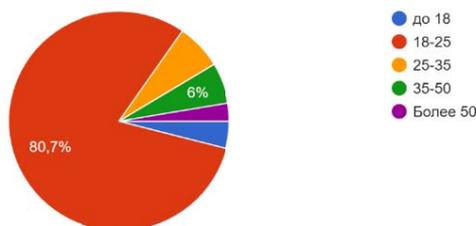


Рис. 4. Статистика возраста

2. Пользуетесь ли Вы Bluetooth-наушниками?
150 ответов

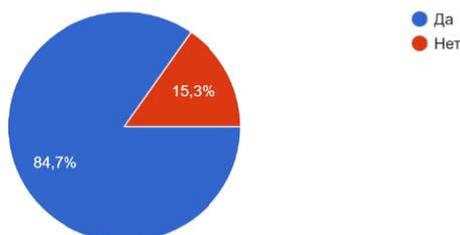


Рис. 5. Статистика использования наушников



Рис. 6. Статистика критериев при выборе наушников

4. Уменьшаете ли Вы громкость/выключаете гарнитуру при движении по пешеходному переходу?

148 ответов

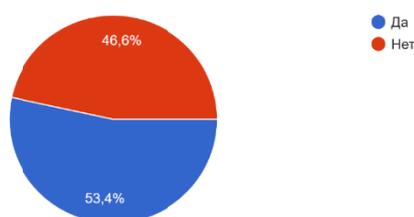


Рис. 7. Статистика выключения гарнитуры при переходе через дорогу

На основании этого исследования можно сделать вывод, что функция «Безопасный переход» будет актуальна как для тех, кто уже соблюдает правила, так и для тех, кто может пренебрегать безопасностью, не отключая звуковое сопровождение. Важно отметить, что данная функция будет работать автоматически, не требуя вмешательства пользователей. Таким образом можно гарантировать безопасность людей на дороге, не ограничивая их свободу использования *Bluetooth*-гарнитур.

Принцип действия

Предлагаемая модель наушников – это интеллектуальное устройство, оснащенное передатчиком, способным передавать данные по каналам *GSM*, *GPRS* или через спутниковую связь. Благодаря этой функции девайс может отслеживать перемещения в режиме реального времени, используя свои внутренние ре-

сурсу. Система обладает точностью до 1–2 %, что позволяет девайсу срабатывать за 3 метра до зоны пешеходного перехода. Для еще более точного отслеживания и оповещения приложение будет оснащено функцией задания траектории пути. Это позволит не только дойти до места назначения, но и определить наличие необходимых пешеходных переходов.

После получения первичного уведомления систему можно настроить на таймер, который автоматически отключит звук после первого уведомления. Система автоматического отключения будет работать по двум видам: по количеству тревог и по таймеру восстановления. При получении необходимого количества уведомлений система автоматически деактивирует звук устройства и запустит таймер восстановления. Восстановительный таймер позволит сработавшему бистабильному датчику вернуться в норму, что позволит вернуть звук наушникам. Вся вышеописанная система является функцией «Безопасный переход», которая автоматически отключает звук для заданных параметров, таких как «Мультимедиа», «Рингтон», «Уведомления» и «Звонки».

Приложение предоставит потребителям множество полезных функций, включая 12-полосный эквалайзер, который позволит настроить звук в соответствии с индивидуальными предпочтениями пользователей (рис. 6); предустановленные настройки звука, такие как классическая, рок, поп, джаз и др. Будут доступны такие функции, как виртуализатор, 3D-звук, усилитель басов и громкости, которые позволят пользователям настраивать музыкальные и видеоплееры в соответствии с их индивидуальными предпочтениями и сохранять все настройки в специальных пресетах.

Пользователи смогут настроить приложение под свои предпочтения, выбрав светлую или темную тему и настроив шрифты для более комфортного использования. Эти функции позволят каждому пользователю персонализировать приложение и сделать его максимально удобным. Пользователи смогут отслеживать заряд батареи наушников и частоту их использования. Все эти возможности приложения обеспечат профессиональный и индивидуальный подход к каждому пользователю.

Заключение

Предлагаемое нами приложение рассчитано на широкий круг пользователей *Bluetooth*-наушников. Оно способствует снижению вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий по вине пешеходов. Кроме того, предлагаемое приложение обладает рядом удобных функций для своих владельцев, которые смогут оценить его преимущества в полной мере. Оно подчеркивает нашу ответственность в разработке инновационных и полезных продуктов для наших клиентов.

Bluetooth-гарнитуры с системой автоматического отключения звука при пересечении пешеходного перехода – это очень полезная идея с точки зрения безопасности в дорожном движении. Она позволяет пользователям избежать потенциальных опасностей, оптимизирует контроль за передвижением в городе и помогает улучшить общую безопасность на дороге.

Список использованных источников и литературы

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2022 года: Информационно-аналитический обзор / К. С. Баканов [и др.]. – Москва : Науч.-исслед. центр проблем безопасности дорожного движения МВД Российской Федерации, 2022. – 39 с. – EDN: QJSSEE
2. Патент № 118189 U1 Российская Федерация, МПК А61F 11/06. Шумозащитные наушники. № 2012111726/14 : заявл. 28.03.2012 : опубл. 20.07.2012 / А. А. Аверьянов, А. В. Россельс, В. А. Твердохлеб [и др.] ; заявитель Закрытое акционерное общество «Научно-производственное объединение «Динафорс» (ЗАО «НПО «Динафорс»). – EDN: UMTDLM
3. Патент № 176982 U1 Российская Федерация, МПК H04R 1/10. Индивидуальное средство воспроизведения звука для персонального прослушивания звуковой информации. № 2015137170 : заявл. 01.09.2015 : опубл. 05.02.2018 / К. Н. Никоян. – EDN: TGKZCZ
4. Патент № 2488236 C2 Российская Федерация, МПК H04R 1/02. Беспроводной наушник, совершающий переход между беспроводными сетями: № 2010145146/28 : заявл. 07.04.2009 : опубл. 20.07.2013 / М. Д. Пелланд, М. Д. Косс, М. Саган, С. Реккэмп. – EDN: QZNOTD

5. Патент № 2363433 С2 Российская Федерация, МПК А61F 11/14, G10K 11/178, H04R 1/10. Защитные наушники. № 2006122809/14 : заявл. 23.11.2004 : опубл. 10.08.2009 / Х. Нордин, С. Нильссон. – EDN: MCAGND

6. Патент № 9398367 В1 США, МПК. Приостановка с помощью определения ключевых слов. заявл. 25.07.2014 : опубл. 19.07.2016 / Бенджамин Дэвид Скотт, Марк Эдвард Рафн.

A. L. Kolpakova, Student

A. P. Luzhbina, Student

aluzbina171@gmail.ru

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Bluetooth headsets with automatic mute system when crossing a pedestrian crossing

Every day we face a situation in which we are road users. At the same time, safety depends on both drivers and pedestrians themselves. Risks are present on both sides. Pedestrians often play a major role in road accidents. Pedestrians often do not pay attention to the traffic situation and do not follow the rules of the road. This can lead to dangerous situations for both drivers and pedestrians. It is important for pedestrians to be aware of what surrounds them and to take extra care when crossing roads or walking near busy intersections. Pedestrians are often distracted by listening to music or audiobooks with headphones. That is why the article will consider the possibility of using headphones with an automatic mute system at a pedestrian crossing.

Keywords: bluetooth headset; headphones; GPS; headphone app; security.

УДК 65.011.56

ГРНТИ 50.49.37

А. В. Кочурова, магистрант

e-mail:kochurova.anya@bk.ru

Е. А. Сабурова, кандидат физико-математических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Разработка методики расчета экономической эффективности автоматизации процессов внутреннего аудита

Автоматизация процессов внутреннего аудита направлена на минимизирование проблем, возникающих в ходе выполнения аудиторской программы, снижение стоимости аудита и сокращение бракованной продукции на производстве. Для достижения максимальной эффективности автоматизация должна рассматриваться в разрезе 3 линий автоматизации, т. е. охватывать не только все этапы процесса, но и функции, выполняющиеся для координации и контроля.

При принятии решения по автоматизации процессов внутреннего аудита необходимо детально рассмотреть все процессы управления аудитом и связанные с ним функции, проанализировать все возможные варианты по модернизации и произвести расчеты экономической эффективности. Для этого в статье была построена модель управления внутренним аудитом, концептуальная модель управления. Основываясь на полученных результатах, была разработана методика расчета эффективности автоматизации процессов внутреннего аудита. Как показали полученные расчеты, с помощью данной методики можно быстро и детально рассмотреть эффективность автоматизации, оценить срок окупаемости специализированного программного обеспечения и объем необходимого финансирования.

Ключевые слова: автоматизация; внутренний аудит системы менеджмента качества; специализированное программное обеспечение; расчет эффективности.

В современном быстроразвивающемся технологическом мире все больше внимания уделяется повышению эффективности процессов за счет их автоматизации. Но при всех тенденциях цифровизации и автоматизации остается много работы, связанной с выполнением тех или иных рутинных стандартизованных процессов, которые требуют затрат большого количества человеко-часов. За то же время, потраченное на выполнение таких процессов, работник может выполнить более важные, инновационные задачи, дающие новые возможности для развития процесса и организации.

На предприятиях зачастую существует дублирующая, устаревшая система, в которой автоматизирована лишь часть процессов. Из-за низкого качества информации, отсутствия возможности интеграции данных теряется возможность анализа текущего состояния, что ведет к финансовым потерям и мешает развитию предприятия в целом.

Автоматизация должна охватывать не только все этапы процесса, но и функции, выполняющиеся для координации и контроля. Нецелесообразно автоматизировать один конкретный процесс, т. к. эти изменения будут затрагивать широкий спектр функций, не относящихся к этому процессу. Область автоматизации нужно рассматривать в разрезе трех линий [1]:

1. Процессы, связанные с процессом автоматизации.
2. Процессы, выполняющиеся для координации и контроля процесса автоматизации.
3. Задачи, выполняющиеся непосредственно внутри процесса автоматизации.

Автоматизация внутреннего аудита на предприятии (в том числе и на предприятиях со сложной структурой) и его интеграция с другими системами управления, таких как система управления рисками, – это комплексная система методов и средств, позволяющая оптимизировать эти процессы управления [2].

В комплексную систему внутреннего аудита будут входить следующие блоки:

- автоматизация процессов;

- управление рисками;
- внутренний контроль;
- внутренний аудит.

Все эти блоки взаимосвязаны между собой, и их задача обеспечить прохождение процесса от годового планирования к постаудиту, т. е. к аудиту после итоговых мероприятий.

Таким образом, три линии автоматизации будут выглядеть следующим образом [2]:

1-я линия:

- единое информационное пространство для владельцев процессов;
- предиктивная аналитика и анализ веяния рисков.

2-я линия:

- анализ рисков;
- внутренний контроль;
- непрерывность производства.

3-я линия:

- внутренний аудит.

На *первой линии* автоматизации необходимо обеспечить единое информационное пространство для владельцев рисков и его интеграцию с системной целеполагания, разработать методику анализа коренных причин и реагирования на них, автоматизировать регистрацию инцидентов и ручной контроль, внедрить предиктивную аналитику, анализ альтернативных сценариев реализации, предиктивную оценку финансово-экономических показателей с учетом рисков.

На *второй линии* для анализа рисков необходимо рассмотреть оценку уровня риск-культуры, установить и обеспечить постоянный мониторинг риск-аппетита, автоматизировать количественную оценку рисков, управление модельным риском. Внедрить на уровне предиктивную аналитику, автоматизировать рабочий процесс, отчетность и аналитику.

Для внутреннего контроля в обязательном порядке нужно автоматизировать контроль процессов, провести документирование оценки эффективности

и мониторинг контрольных процедур. Автоматизация обязательно коснется отчетности и аналитики, а также рабочего процесса.

Автоматизация непрерывного производства сопровождается электронным хранением, обновлением и тестированием планов, разработки системы оповещения и системы группового взаимодействия. Не стоит забывать про управление проверками и инспекциями, согласование запросов и подтверждение. Эффективность процесса может повысить обустройство ситуационной комнаты и внедрение комплаенс-системы.

На уровне внутреннего аудита (*третья линия*) необходимо разработать риск-ориентированный план внутреннего аудита, внедрить непрерывный аудит и анализ данных в корпоративных информационных системах, централизовать ведение документации, регулярно проводить мониторинг исполнения рекомендаций. Автоматизация обязательно коснется рабочего процесса, архивирования и аудиторских проверок.

Для автоматизации внутреннего аудита каждому предприятию необходимо детально рассмотреть все процессы управления аудитом и все процессы, связанные с внутренним аудитом, понять, как функционируют процессы, с кем и когда взаимодействуют их участники [2].

На основе проведенного исследования [3, 4] была разработана модель управления внутренним аудитом (рис. 1).

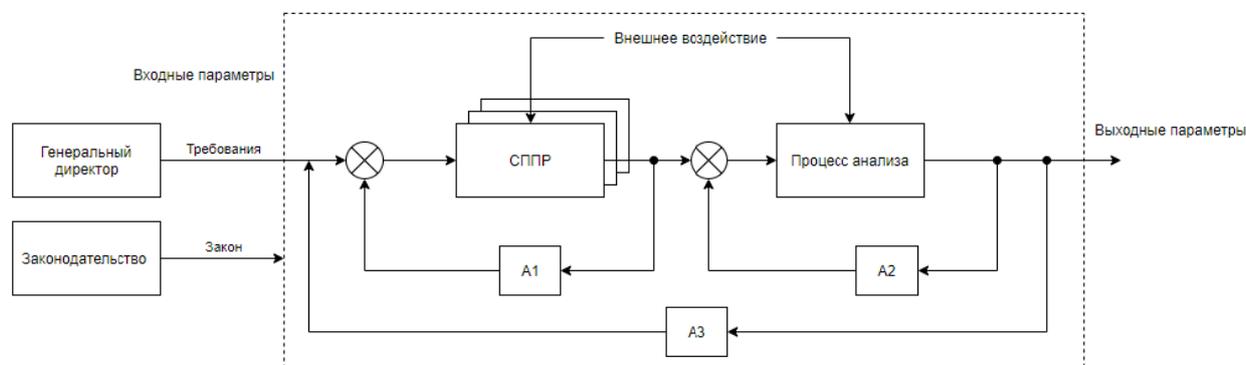


Рис. 1. Модель управления внутренним аудитом: А1 – процесс анализа требований при проверке процесса; А2 – процесс проведения проверки продукции на соответствие требованиям нормативно-технической документации (НТД); А3 – процесс анализа полученных результатов проверки

Аудит осуществляется посредством анализа процесса требований стандарта ГОСТ Р ИСО 19011-2021, отраслевых стандартов и требований, установленных на предприятии системой менеджмента качества и нормативно-технической документацией.

Для рассмотрения совокупности компонентов внутреннего аудита и их взаимосвязей в системе управления [4, 5] на рис. 2 представлена концептуальная модель управления процессом.

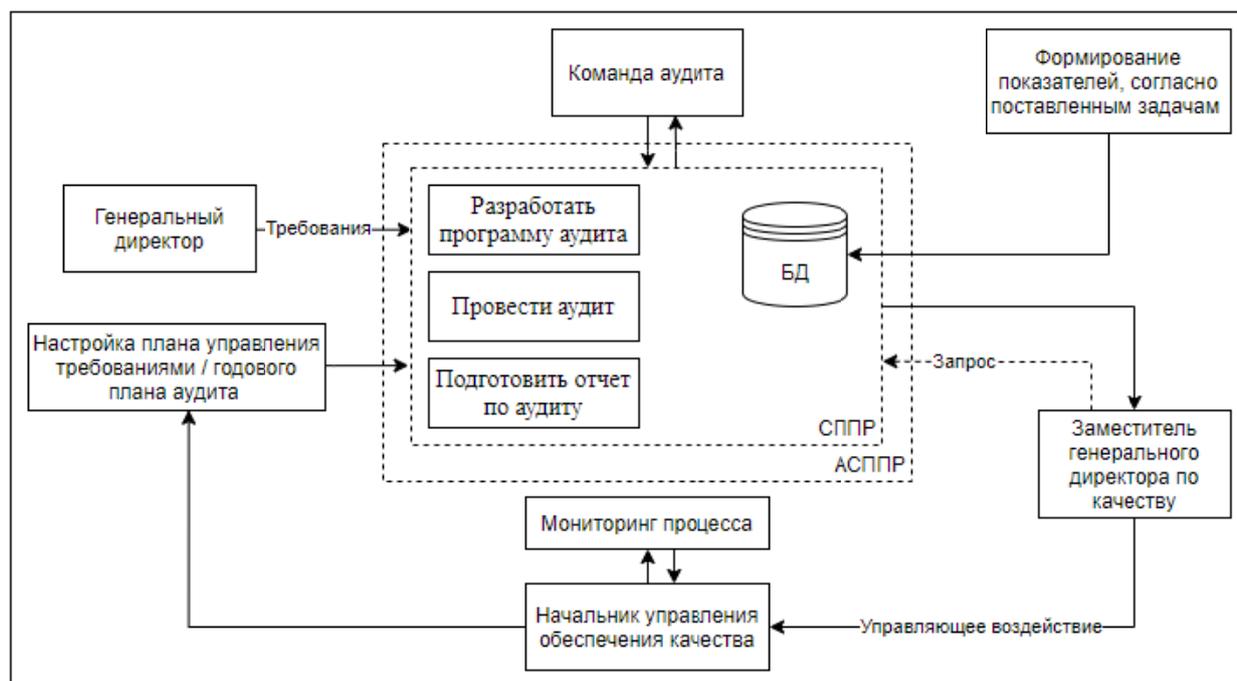


Рис. 2. Концептуальная модель управления внутренним аудитом

Проведя анализ [2] способов и методов автоматизации, были выявлены следующие технологические решения, которые могут использовать службы внутреннего аудита в своей деятельности:

- средства анализа данных;
- системы документооборота;
- инструменты визуализации;
- управление внутренним аудитом и документирование результатов;
- решение класса *GRS*.

Программа по комплексной автоматизации внутреннего аудита обеспечивает процесс *workflow*, документирование и отчетность.

При этом ставятся следующие задачи по автоматизации внутреннего аудита на предприятии:

1. Автоматизация риск-ориентированного планирования.
2. Автоматизация документирования и подготовки отчетности на разных уровнях.
3. Систематизация документации.
4. Создание единой рабочей среды для проведения аудитов, учитывая территориальную распределенность.
5. Внедрение единых стандартов документации и отчетности.
6. Обеспечение удобства контроля качества.
7. Внедрение единой методологии аудиторских проверок.
8. Автоматизированный мониторинг внедрения аудиторских рекомендаций.
9. Обеспечение безопасности и конфиденциальности информации.
10. Поддержка процессов оценки качества.

При принятии решения по автоматизации внутреннего аудита и выборе наиболее эффективного способа необходимо рассмотреть экономическую составляющую [6]. Так, целевая функция эффективности автоматизации внутреннего аудита стремится к максимуму

$$F(x) = \mathcal{E} - K \rightarrow \max, \quad (1)$$

где \mathcal{E} – экономическая эффективность за определенный период, руб.; K – капитальные затраты, руб.

Но она не дает четкого представления о целесообразности внедрения новых технологий, поэтому важно рассмотреть срок окупаемости, при этом каждое предприятие вправе само решать, какой срок для них приемлем, это может быть и 5 месяцев и 5 лет.

$$\Gamma_0 = \frac{K}{\mathcal{E}}. \quad (2)$$

Капитальные затраты в данном случае будут равняться сумме затрат на покупку программного обеспечения (ПО) и затрат на внедрение ПО с учетом обучения персонала.

Расчет экономической эффективности автоматизации будет чуть сложнее:

$$\Xi = \left(Z_{п1} - Z_{п2} + Z_{п2} \cdot \frac{A}{100\%} \right) \cdot K_{п} \cdot Z_{б} \cdot \Gamma, \quad (3)$$

где $Z_{п1}$ и $Z_{п2}$ – затраты на один аудит до и после автоматизации, руб/шт.; A – повышение эффективности внутреннего аудита после внедрения специализированного программного обеспечения, %; $K_{п}$ – повышение эффективности производства; $Z_{б}$ – затраты на устранение брака и ремонт уже реализованной продукции по причине некачественных комплектующих, руб.; Γ – годовой план аудита после автоматизации, шт.;

Так, затраты на один аудит до и после автоматизации (руб/шт.) будут равняться:

$$Z_{п} = \frac{И}{\Gamma},$$

где $И$ – годовые эксплуатационные издержки производства, руб., куда входят отчисления на текущий ремонт, затраты на зарплату обслуживающего персонала, расходы на электроэнергию; Γ – годовой план аудита до/после автоматизации, шт.

Рассмотри на примере расчет экономической эффективности автоматизации внутреннего аудита.

В среднем специализированное программное обеспечение стоит около 2 млн руб. сюда необходимо прибавить затраты на внедрение ПО и обучение персонала, это составит примерно 0,5 млн руб. Таким образом, капитальные затраты на автоматизацию составляют около 2,5 млн руб.

Далее по формуле (3) нужно рассчитать экономическую эффективность:

$$\Xi = (320 - 135 + 135 \cdot 1,523) \cdot 120 + 1,3 \cdot 500\,000 = 696\,872,6,$$

где 320 руб. – затраты на один аудит до автоматизации; 135 рублей – затраты на один аудит после автоматизации; 1,523 – коэффициент повышение эффективности внутреннего аудита после внедрения ПО, который был получен путем анализа эффективности аудита до автоматизации и планируемой эффективности после внедрения специализированного ПО; в данный коэффициент входит анализ выполнения аудиторских рекомендаций (корректирующие и предупреждающие действия), эффективности корректирующих и предупреждающих действий, количества прогнозируемых несоответствий; 120 – столько аудитов планируется объем годового плана после автоматизации; 1,3 – коэффициент повышения эффективности производства после автоматизации; 500 000 руб. – годовые затраты на устранение брака и ремонт уже реализованной продукции по причине некачественных комплектующих.

Срок окупаемости при данных показателях составит:

$$\Gamma_3 = \frac{2\,500\,000}{696\,872,6} = 3,6.$$

Таким образом, можно быстро и со всех сторон рассмотреть эффективность автоматизации, оценить срок окупаемости специализированного программного обеспечения и объем необходимого финансирования.

Одним из достоинств данной методики является рассмотрение влияния внутреннего аудита на эффективность производства. Но стоит понимать, что большинство данных базируются на прогнозах и не могут быть на 100 % достоверными. Именно поэтому при принятии решения об автоматизации процесса необходимо провести детальный анализ для рассмотрения всех рисков и возможностей такой модернизации.

Список использованных источников и литературы

1. *Саринова, А. Ж.* Автоматизация информационных процессов и процессы их проектирования / А. Ж. Саринова, Е. Б. Каримов, С. С. Кусаинова // Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве : сб. тр. Междунар. науч.-практ.

конф., Экибастуз, 14 мая 2021 г. – Ч. 2. – Экибастуз : Филиал ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» в г. Прокопьевске, 2021. – С. 277–281. – EDN: UPLCTQ

2. Сафронов, Ю. В. Распределение функций служб внутреннего аудита, внутреннего контроля и управления рисками в финансовом менеджменте предприятия // Управление финансовыми рисками. – 2019. – № 2. – С. 124–131. – EDN: ZCNXMX

3. Автоматизация СМК // Менеджмент качества. – URL: https://www.kpms.ru/QMS_automation.htm (дата обращения: 19.03.2023).

4. Посохина, А. В. Внутренний аудит : учеб. пособие. – Ч. 1. – Пермь, 2022. – 116 с. – ISBN 978-5-7944-3778-2 ; ISBN 978-5-7944-3779-9 (Ч. 1).

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620277 Российская Федерация. Внутренний аудит. Часть 2: № 2014621795: заявл. 15.12.2014 : опубл. 13.02.2015 / М. Ф. Сафонова, В. П. Попов, И. Н. Калинина [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет».

6. Крышкин, О. Настольная книга по внутреннему аудиту. Риски и бизнес-процессы. Москва : Паблицер, 2013. – 80 с.

7. Экономическая эффективность технических решений : учеб. пособие / С. Г. Баранчикова [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 140 с. – ISBN 978-5-7996-1835-3. – EDN: WZBUDD

A. V. Kochurova, Master's Degree Student

*E. A. Saburova, Candidate of Physico-mathematical Sciences, Associate Professor
FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”*

Development of a methodology for calculating the economic efficiency of automation of internal audit processes

Automation of internal audit processes is aimed at minimizing problems that arise during the implementation of the audit program, reducing the cost of audit and reducing defective products in production. To achieve maximum efficiency, automation should be considered in the context of 3 automation lines, that is, to cover not only all stages of the process, but also the functions performed for coordination and control. It is this approach to the

integrated automation of internal audit that ensures the workflow process, effective documentation and reporting.

When making a decision on the automation of internal audit processes, it is necessary to consider in detail all audit management processes and related functions, analyze all possible options for modernization and make calculations of economic efficiency. For this purpose, an internal audit management model, a conceptual management model, was built in the article. Also, based on the results obtained, a methodology for calculating the effectiveness of automation of internal audit processes was developed. As the calculations have shown, with the help of this technique, it is possible to quickly and in detail consider the effectiveness of automation, estimate the payback period of specialized software and the amount of necessary financing.

Keywords: automation; internal audit of the quality management system; specialized software; efficiency calculation.

М. Ф. Лутфурахманов, студент

mlutfurahmanov@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Выявление избыточных связей и трансформация кинематических пар в механизмах

Рассматривается метод выявления избыточных связей в плоских и пространственных механизмах. Сформулированы два дополнительных к классическим случая реализации избыточных связей. Показано, почему соединение сферической и цилиндрической пар не вносит избыточную связь. Для зубчато-рычажного механизма найден эквивалентный рычажный механизм, показана изоморфность его структуры, выполнен аналитический расчет на уровне скоростей.

Ключевые слова: кинематическая пара; избыточная связь; местная подвижность; заменяющий механизм; изоморфность.

Введение

Исследование структуры механизмов является важным этапом анализа их функционирования и предшествует кинематическому и динамическому анализу. Основные понятия структурного анализа, такие как *кинематическая пара*, *степень подвижности*, *связь*, используются на всех этапах проектирования механизма, начиная с этапа определения (синтеза) его структуры. В настоящем исследовании мы остановимся на двух аспектах структурного анализа: учете избыточных связей при расчете степени подвижности и методе построения заменяющих механизмов.

Определение степени подвижности W производится по формуле Чебышева для плоских механизмов и формуле Сомова – Малышева для пространственных. Эти формулы позволяют выяснить, сколько независимых кинематических параметров необходимо задать для однозначного определения положения всех звеньев в любой момент движения. Результат, полученный по ним, определяет выбор методов кинематического и динамического исследования. Однако если механизм содержит избыточные связи и местные подвижности, не влияющие на закон движения выходного звена, расчет по формулам дает неправильный результат. Следовательно, необходима технология выявления избыточных связей, соответствующая корректировка формулы для расчета W и рекомендации по возможному изменению структуры механизма.

Целью настоящей работы является определение подхода к выявлению избыточных связей, а также проведение аналитического исследования кинематики заменяющего механизма на основании применения векторных контуров. Актуальность работы определяется необходимостью расширения списка рекомендаций по выявлению избыточных связей и демонстрацией возможностей аналитических решений при использовании заменяющих механизмов.

Выявление избыточных связей

Известно, что при конструировании машин избыточные связи стремятся устранять или минимизировать, при этом отмечается, что задача по оптимизации структуры является достаточно сложной и решается для каждого конкретного случая [1, с. 35]. Наиболее общий подход к выявлению избыточных связей состоит в рекомендации исследования кинематики механизма [2, с. 27]. Для механизмов с замкнутыми контурами известна методика, заключающаяся в анализе подвижностей в каждой кинематической паре и оценке возможностей сборки замыкающей пары за счет необходимого числа линейных и угловых перемещений [3, 4]. Оценка возможностей сборки используется также при выявлении избыточных связей в механизмах, первоначально проектировавшихся как пло-

ские, но которые вследствие неточностей изготовления можно считать пространственными [1, с.40].

В выражениях для степени подвижности W число избыточных связей и местных подвижностей обозначается, как правило, q . Тогда

– для плоского механизма $W = 3n - 2p_5 - p_4 + q$;

– для пространственного механизма $W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 + q$.

Здесь n – количество потенциально подвижных звеньев, p_5, p_4, p_3, p_2, p_1 – число кинематических пар, соответственно 5-го, 4-го, 3-го, 2-го и 1-го классов.

Избыточные связи, приводящие к появлению у механизма лишней степени свободы, возникают:

– при пересечении осей двух пар пятого класса [2], например, в универсальном шарнире Гука оси всех четырех кинематических пар пересекаются в одной точке, что дает три лишние степени свободы, $q = 3$;

– параллельности осей двух пар пятого класса [2];

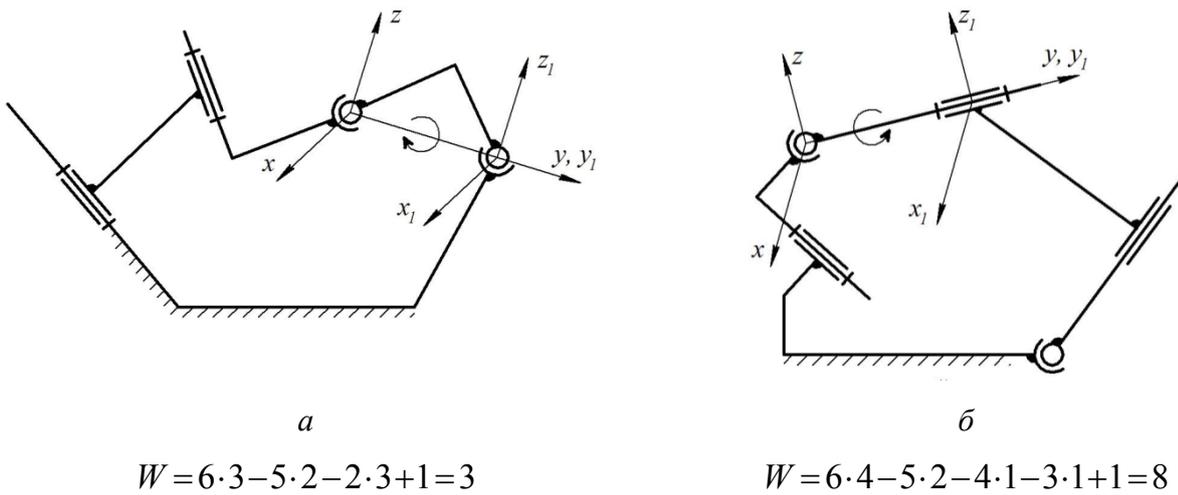
– случае, когда оси двух сферических пар находятся на одной прямой, но не принадлежат одному звену [1, с. 36].

Однако если развить идею о групповой подвижности или местной подвижности звеньев, можно добавить еще два случая реализации избыточных связей:

– две сферические пары принадлежат одному звену (рис. 1, а);

– ось вращательной пары проходит через сферическую пару (рис. 1, б).

Интересно отметить, что в отличие от соединения сферическая пара – вращательная пара, такое расположение звеньев, при котором *ось цилиндрической пары проходит через сферическую пару* (рис. 2, а), не приводит к образованию избыточных связей. При таком способе соединения пар, несмотря на то, что направления осей y и y' совпадают, поворот вокруг этих осей нельзя считать идентичным, поскольку взаимное положение начальных точек этих осей может изменяться (рис. 2, б).



$$W = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 2 \cdot 3 + 1 = 3$$

$$W = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 + 1 = 8$$

Рис. 1. Избыточные связи, возникающие вследствие лишнего группового вращения

Интересно отметить, что в отличие от соединения сферическая пара – вращательная пара, такое расположение звеньев, при котором ось цилиндрической пары проходит через сферическую пару (рис. 2, а), не приводит к образованию избыточных связей. При таком способе соединения пар, несмотря на то, что направления осей y и y' совпадают, поворот вокруг этих осей нельзя считать идентичным, поскольку взаимное положение начальных точек этих осей может изменяться (рис. 2, б). Поэтому кинематические уравнения, связанные с поворотами вокруг осей y и y' , будут различными, следовательно, избыточные связи не реализуются. Очевидно, высказанные замечания относятся и к трехподвижной кинематической паре, включающей два звена с геометрическими элементами в виде цилиндрических поверхностей, входящих в контакт по линии [5].

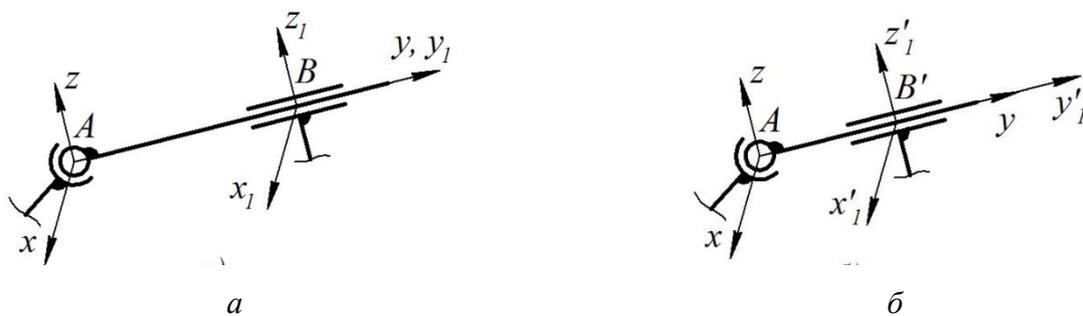


Рис. 2. Избыточные связи не реализуются вследствие изменения начала отсчета осей y и y'

В случаях на рис. 1 избыточные связи привносят дополнительное, лишнее, с точки зрения структуры, вращение вокруг оси, проходящей через пары. Это вращение на рис. 1 показано стрелкой. Если звено входит в три кинематические пары, то указанные условия не являются достаточными, как можно видеть из рис. 3, на котором возможному вращению вокруг ломаной оси, проходящей через центры шаровых пар A , C и вращательную пару B , препятствует возможное вращение вокруг оси, проходящей через шаровую пару D и вращательную пару B .

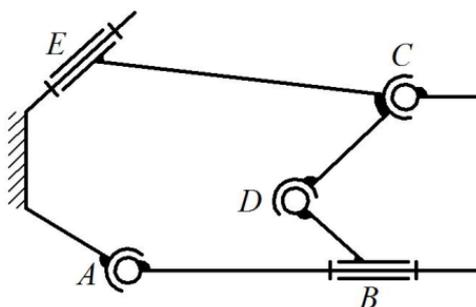


Рис. 3. Случай, когда избыточные связи не реализуются

В процессе структурного анализа при выявлении избыточных связей делается перерасчет W , или изменяется структура механизма так, чтобы их исключить. Устранение избыточных связей возможно методами снижения класса кинематических пар и введения разгрузочных соединений [6].

Кроме отмеченных пяти случаев, местная подвижность, не влияющая на движение механизма в целом, реализуется роликами и кольцами шарикоподшипников. При расчете W в этих случаях тоже вносятся необходимые поправки.

Аналитическое исследование кинематики заменяющего механизма

Выше уже отмечалось, что анализ структуры механизма может привести к необходимости изменения класса кинематических пар. При этом измененный механизм, который называется заменяющим, должен отвечать условиям структурной и кинематической эквивалентности [1]. В частности, хорошо известна

технология замены высшей кинематической пары низшими. Однако заменяющие механизмы, как правило, не обладают постоянством размеров, поскольку геометрия сопряженных поверхностей зависит от положения звеньев.

Для практических применений получения альтернативного способа кинематического анализа желательно, чтобы заменяющий механизм обладал свойством изоморфности, т. е. длины его звеньев не зависели от их положения. Такому свойству удовлетворяет, например, зубчато-рычажный механизм, как показано в работе [7]. На рис. 4 показан пятизвенный плоский зубчато-рычажный механизм. Замена высшей кинематической пары в зацеплении двух зубчатых контуров осуществляется в два этапа:

1) через полюс зацепления следует провести общую касательную к основным окружностям;

2) в местах пересечения этих линий (точки N_2 и N_4 на рис. 4) расположить низшие вращательные кинематические пары [7].

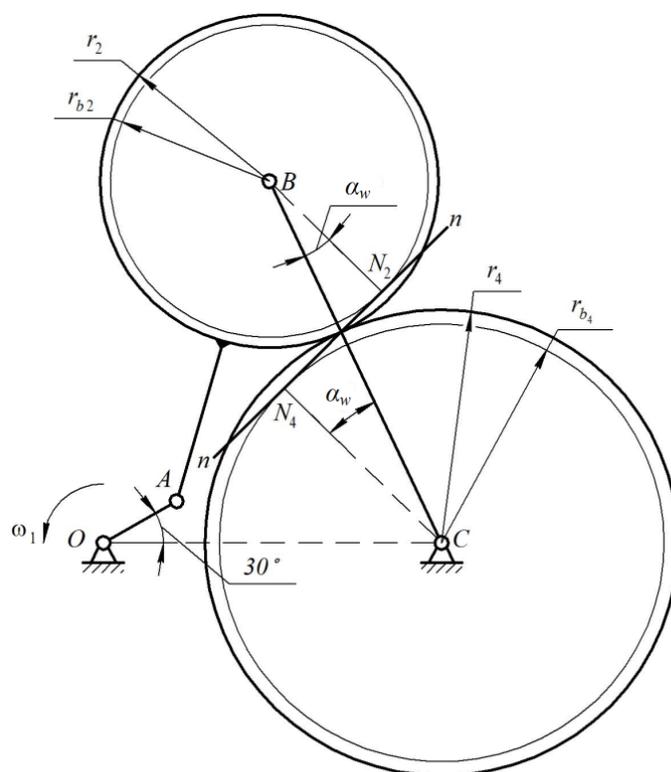


Рис. 4. Замена зубчато-рычажного механизма рычажным механизмом

Радиусы основных окружностей, проведенные в получившиеся точки, составляют угол зацепления α_w с линией, проходящей через центры колес. Поскольку расстояния между шарнирами в центрах колес и шарнирами заменяющего звена равны радиусам основных окружностей, заменяющий механизм обладает свойством изоморфности в отношении длин звеньев. Поэтому для нахождения кинематических параметров становится возможным использовать аналитические зависимости.

Для шестизвенного плоского заменяющего механизма можно построить два векторных контура: один (рис. 5) представляет собой схему шарнирного четырехзвенника и позволяет определить движение коромысла BC [7], другой (рис. 6) нужен для вычисления кинематических параметров выходного звена 4. Поскольку нумерация звеньев заменяющего механизма не совпадает с нумерацией для исходного механизма, на рис. 6 кинематические параметры зубчатого колеса 4 соответствуют параметрам эквивалентного звена 6. Кроме этого, звенья механизма повернуты по отношению к положениям на рис. 4 для наглядности.

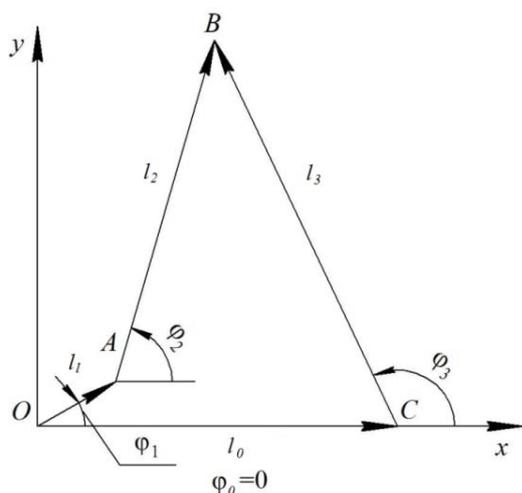


Рис. 5. Первый векторный контур для заменяющего механизма

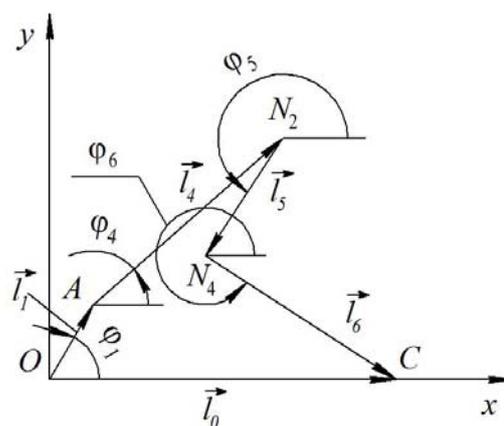


Рис. 6. Второй векторный контур для заменяющего механизма

Векторное уравнение, описывающее структуру второго векторного контура, имеет вид:

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_4 + \vec{l}_5 + \vec{l}_6 = \vec{l}_0.$$

Проецируя это уравнение на оси координат и учитывая связь между углами $\varphi_6 = \varphi_5 + 90^\circ$ вследствие особенности заменяющего механизма, получаем выражения, позволяющие связать угловые положения звеньев $1, 4$ и 5 .

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi_1 + l_4 \cos \varphi_4 + l_5 \cos \varphi_5 - l_6 \sin \varphi_5 = l_0; \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_4 \sin \varphi_4 + l_5 \sin \varphi_5 + l_6 \cos \varphi_5 = 0. \end{cases}$$

Решение этой системы позволит определить угловые скорости и угловые ускорения всех звеньев как функции положения и угловой скорости ведущего звена 1 . Возможность такого алгебраического решения обусловлена изоморфностью заменяющего механизма.

Вывод

В работе приведены рекомендации по выявлению избыточных связей в механизмах плоской и пространственной структуры, что важно как при обучении ТММ [8], так и для практических применений. Показаны возможности аналитического исследования кинематики изоморфных заменяющих механизмов, приведены результаты численного расчета шестизвенного рычажного механизма, заменяющего плоский зубчато-рычажный механизм.

Список использованных источников и литературы

1. *Фролов, К. В.* Теория механизмов и машин : учеб. для втузов / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатовидр ; под. ред. К. В. Фролова. – Москва : Высш. шк., 1987. – 496 с.
2. *Юдин, В. А.* Теория механизмов и машин : учеб. пособие для втузов / В. А. Юдин, Л. В. Петрокас. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1977. – 527 с.
3. Патент № 2751011 С1 Российская Федерация, МПК F16H 21/44. Рычажный пятизвенный механизм : № 2020140539 : заявл. 08.12.2020 : опубл. 07.07.2021 / В. И. Пожбелко. – EDN: UCIBYA
4. Патент № 2760496 С1 Российская Федерация, МПК F16H 21/00. Стержневая вращательная кинематическая пара : № 2021115682 : заявл. 31.05.2021 : опубл. 25.11.2021 / В. И. Пожбелко. – EDN: EUPWHK

5. Патент № 2578809 С2 Российская Федерация, МПК F16С 11/00. Трехподвижная кинематическая пара : № 2013130400/11 : заявл. 02.07.2013 : опубл. 27.03.2016 / Л. Т. Дворников, А. С. Фомин. – EDN: ASSCHC

6. *Озол, О. Г.* Теория механизмов и машин / пер. с лат. ; под ред. С. Н. Кожевникова. – Москва : Наука ; Главная ред. физ.-мат. лит., 1984. – 432 с.

7. *Крылов, Э. Г.* Замена в плоском зубчато-рычажном механизме высших кинематических пар низшими парами / Э. Г. Крылов, Р. Ф. Валиев // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 38–45. – DOI: 10.22213/2413-1172-2020-2-38-45. – EDN: UFOVRE

8. *Goldfarb, V. I.* IFToMM contribution to attraction of youth to MMS development and promotion / V. I. Goldfarb, E. G. Krylov, T. S. Serova. – 2016. – Vol. 100. – P. iii-vii. – DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2016.02.008. – EDN: WSMGSD

M. F. Lutfurakhmanov, Student

mlutfurahmanov@gmail.com

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Identification of redundant constraints and transformation of kinematic pairs in mechanisms

The method of identification of redundant constraints in coplanar and spatial mechanisms is considered. Two cases of redundant constraints additional to the classical ones are formulated. It is proved, why spherical and cylindrical pairs do not form redundant constraint when are connected by one link. An equivalent linkage structure was established for the coplanar geared linkage mechanism. It is shown the isomorphic structure of the equivalent linkage. The analytical solution for the kinematics equivalent linkage is given.

Keywords: kinematic pair; redundant constraint; local mobility; equivalent mechanism; isomorphism.

УДК 536.245

ГРНТИ 30.17.35

Я. К. Мухаметшина, магистрант

Д. Н. Попов, кандидат технических наук, доцент

popovtgu@mail.ru*

А. А. Лебедева, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Об одном подходе к расчету процесса гидратообразования при транспортировании влажного газа

На основе фундаментальных законов теплообмена разработана и численно реализована методика расчета процессов образования гидратных отложений при транспортировании влажного природного газа по промышленным газопроводам. Методика распространяется на газопроводы-шлейфы с различными, в том числе изменяющимися во времени, теплоизоляционными слоями и внешними условиями теплообмена. Используются зависимости изменения теплофизических характеристик транспортируемого газа от температуры, которые представляются для удобства компьютерной реализации в виде регрессионных соотношений, полученных на основе справочной информации. Для осуществления расчета газопровод разбивается на конечное, определяемое исходя из условий сходимости решения, число цилиндрических элементов. Для каждой такой составляющей части рассчитываются коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи с привлечением хорошо зарекомендовавших себя критериальных уравнений, количество теплоты, проходящей через многослойную цилиндрическую стенку, величина остывания газа, толщина гидратного слоя. Применительно для неблагоприятных условий Крайнего Севера представлены результаты расчетов.

Ключевые слова: теплофизические характеристики газа; теплопередача; многослойная цилиндрическая стенка; газовые гидраты; газопроводы-шлейфы.

Постановка задачи

Подлежат рассмотрению процессы, протекающие с движущимся с массовым расходом G_g влажным газом, который представляет собой бинарную смесь, состоящую из метана и некоторого количества водяных паров, которое характеризуется начальной влажностью W_0 . Указанная смесь перемещается по трубопроводу (рис. 1), имеющему: протяженность L , наружный диаметр D , толщину стенки δ_w и при необходимости толщину изоляции $\delta_{из}$. На входе в газопровод заданное значение имеют температура T_0 и давление p_0 .

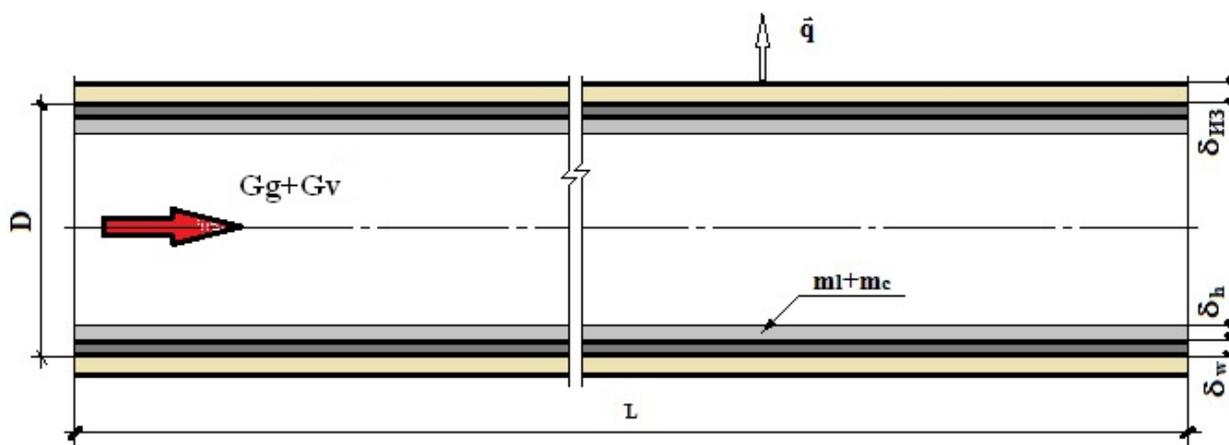


Рис. 1. Расчетная схема объекта

В начальный момент времени ($\tau = 0$) отложения на внутренней поверхности трубопровода отсутствуют ($\delta_h = 0$) и, таким образом, дополнительного термического и гидравлического сопротивления не создают. В последующие моменты времени ($\tau > 0$ с дискретным шагом $\Delta\tau$) к наружной поверхности трубы (изоляции) прикладывается теплоотводящая нагрузка \vec{q} . Величина последней может рассматриваться для трубопровода как находящегося под землей, так и расположенного на открытом воздухе. В результате отвода теплоты у влажного газа снижаются температура и давление, а на внутренней поверхности

сти начинает скапливаться конденсат (массой $m_l = G_l \cdot \Delta\tau$), который в определенных условиях способен переходить в лед, а также захватывать гидратообразующие молекулы метана (массой $m_c = G_c \cdot \Delta\tau$). Как следствие, исходная двухкомпонентная система теряет влагу и молекулы газа, уходящие в отложения на стенке толщиной δ_h . Уменьшение влагосодержания газа и появляющееся дополнительное термическое сопротивление цилиндрической стенки способны снизить интенсивность массообмена во времени.

Отмеченные особенности предопределяют нестационарную постановку задачи, а расчет массы отложений эквивалентен решению обыкновенного дифференциального уравнения

$$\frac{d(m_l + m_c)}{d\tau} = G_l + G_c$$

одношаговым методом Эйлера [1].

Помимо этого, транспортирующий влажный газ трубопровод разбивается на конечное число N элементарных участков длиной ΔL , на каждом из которых ($k = 1, 2, \dots, N$) рассчитываются:

- теплофизические характеристики газа;
- безразмерные критерии и соответствующие условия теплообмена в окружающую среду;
- температура t_g , давление p_g и влажность W газа.

Такой подход также эквивалентен решению методом Эйлера обыкновенного дифференциального уравнения

$$\frac{dJ}{dL} = j_l,$$

где J – поток субстанции (тепла, влаги, молекул газа); j_l – удельная интенсивность тепло- или массопереноса.

Теплофизические характеристики газа

С учетом значительной протяженности шлейфовых газопроводов предполагается существенное снижение температуры $T_g = t_g + 273,15$ транспортируемого газа. Поэтому для дальнейших расчетов потребуются регрессионные соотношения, полученные при использовании опытных данных для метана при давлении 7 МПа [2] и вычислительной процедуры *SVD* [3], которая реализует метод наименьших квадратов с сингулярным разложением матрицы.

Так, для плотности газа результат обработки опытных данных имеет вид:

$$\rho_g = 3,4338 \cdot 10^3 - 4,1152 \cdot 10^1 T_g + 1,8927 \cdot 10^{-1} T_g^2 - 3,888 \cdot 10^{-4} T_g^3 + 2,9949 \cdot 10^{-7} T_g^4, \quad (1)$$

а сравнение корреляционных зависимостей с опытными значениями показано на рис. 2. Максимальная относительная погрешность δ_{MAX} здесь не превышает 1,27 %.

Аналогичным образом можно рассмотреть:

– теплоемкость газа (рис. 3, $\delta_{\text{MAX}} = 3,88$ %)

$$c_{Pg} = 3,07666 \cdot 10^5 - 3,8382 \cdot 10^3 T_g + 1,8065 \cdot 10^1 T_g^2 - 3,7657 \cdot 10^{-2} T_g^3 + 2,9322 \cdot 10^{-5} T_g^4; \quad (2)$$

– коэффициент динамической вязкости газа (рис. 4, $\delta_{\text{MAX}} = 1,07$ %)

$$\mu_g = (1,3811 + 3,2681 \cdot 10^{-2} T_g) \cdot 10^{-6}; \quad (3)$$

– теплопроводность газа (рис. 5, $\delta_{\text{MAX}} = 0,91$ %)

$$\lambda_g = (2,5337 \cdot 10^2 - 2,4145 \cdot T_g + 9,5596 \cdot 10^{-3} \cdot T_g^2 - 1,5904 \cdot 10^{-5} \cdot T_g^3 + 9,9456 \cdot 10^{-9} \cdot T_g^4) \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

Определение температуры газа

Ранее указывалось, что температура газа t_g претерпевает снижение по длине, а теплофизические характеристики зависят от температуры, дальнейшие вычисления построены циклическим образом. При малой величине длины

ΔL k -го элемента можно полагать, что в его пределах температура t_g^k остается неизменной, а уменьшаться будет при переходе от рассматриваемого элемента к последующему. Таким образом, данная температура и иные характеристики представляются в виде кусочно-линейных функций.

В пределах каждого элемента рассчитывается количество переданного наружному воздуху (грунту) тепла (рис. 2–5)

$$\Delta Q = q_L \Delta L, \quad (5)$$

где q_L – линейная плотность теплового потока, рассчитываемая по формуле

$$q_L = k_L \pi (t_g^k - t_B). \quad (6)$$

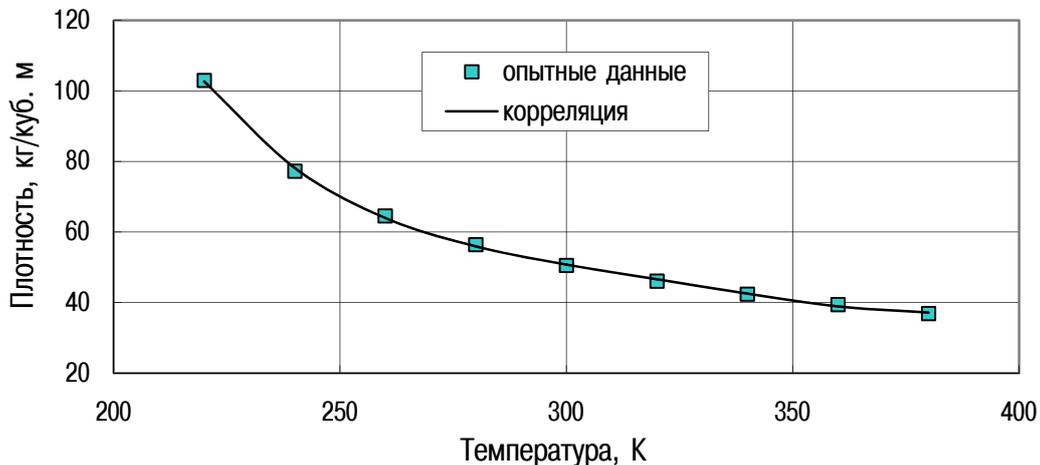


Рис. 2. Зависимость плотности метана от температуры при давлении 7 МПа

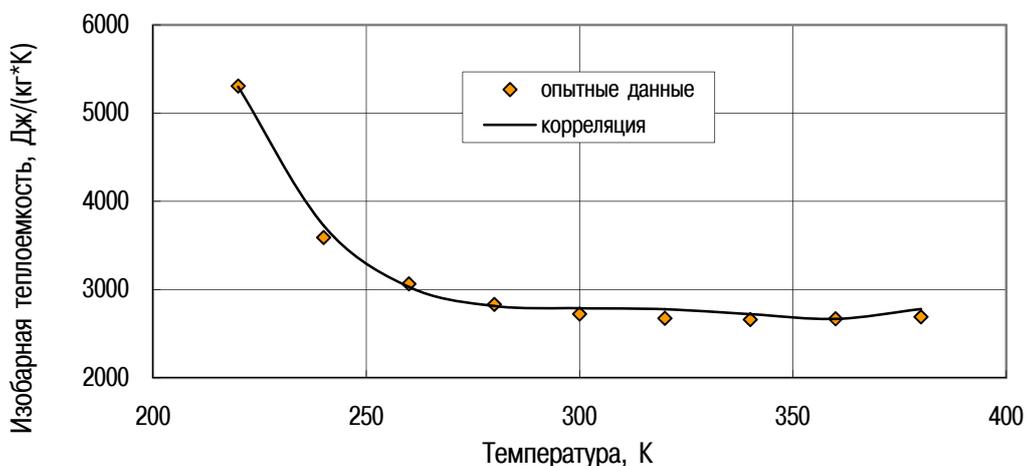


Рис. 3. Зависимость теплоемкости метана от температуры при давлении 7 МПа

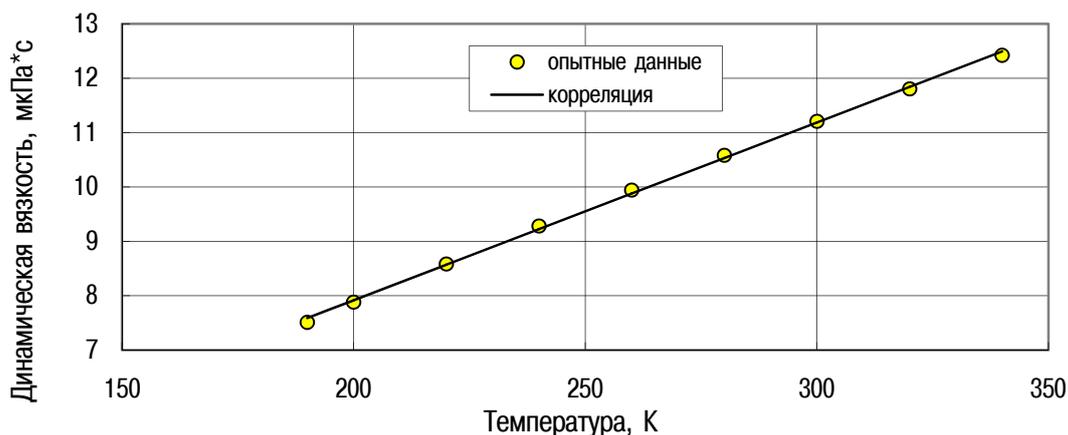


Рис. 4. Зависимость коэффициента динамической вязкости метана от температуры при давлении 7 МПа

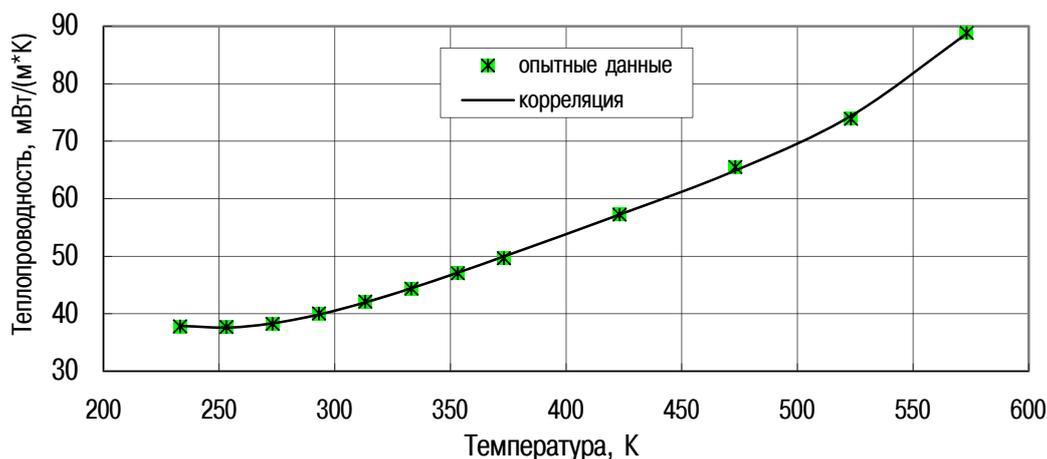


Рис. 5. Зависимость теплопроводности метана от температуры при давлении 7 МПа

Коэффициент теплопередачи здесь в общем случае определяется выражением

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^{m=3} \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{m+1}}}, \quad (7)$$

где $d_1 = D_H - 2s - 2\delta_h^n$ – внутренний диаметр трубы $D_H \times s$ с учетом ледяного или гидратного слоя δ_h , представляемого на рассматриваемом шаге по времени n ; $d_{m+1} = D_H + 2\delta_{из}$ – наружный диаметр изоляции.

Входящие в (7) коэффициенты теплоотдачи определяются через числа Нуссельта:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_g}{d_1} \text{ и } \alpha_2 = \frac{Nu_2 \lambda_B}{d_{m+1}}. \quad (8)$$

Были приняты к использованию следующие критериальные уравнения [4]:

– для теплоотдачи от газа к внутренней стенке трубы

$$Nu_1 = 0,021 Re_g^{0,8} Pr_g^{0,43} \left(\frac{Pr_g}{Pr_{Cl}} \right)^{0,25}; \quad (9)$$

– для теплоотдачи от наружной поверхности изоляции горизонтальной трубы

$$Nu_2 = \begin{cases} 0,52 \cdot Re_B^{0,5} \cdot Pr_B^{0,37} \left(\frac{Pr_B}{Pr_{Cm+1}} \right)^{0,25}, & \text{при } Re_B = 40 \div 1000; \\ 0,26 \cdot Re_B^{0,6} \cdot Pr_B^{0,37} \left(\frac{Pr_B}{Pr_{Cm+1}} \right)^{0,25}, & \text{при } Re_B = 1000 \div 2 \cdot 10^5; \\ 0,023 \cdot Re_B^{0,8} \cdot Pr_B^{0,4} \left(\frac{Pr_B}{Pr_{Cm+1}} \right)^{0,25}, & \text{при } Re_B = 2 \cdot 10^5 \div 10^7. \end{cases} \quad (10)$$

В этих соотношениях: $Re_g = \frac{\rho_g V_g d_1}{\mu_g}$ – число Рейнольдса для движущегося

по трубопроводу газа; $Re_B = \frac{\rho_B V_B d_{m+1}}{\mu_B}$ – число Рейнольдса для обтекающего

трубопровод воздуха; V_g – скорость газа, определяемая через заданный массовый расход и проходное сечение элемента трубы; V_B – средняя скорость ветра, принимаемая по данным климатологических наблюдений СП 131.13330.2020;

$Pr_g = \frac{\lambda_g}{\mu_g \cdot c_{Pg}}$ и $Pr_B = \frac{\lambda_B}{\mu_B \cdot c_{PB}}$ – число Прандтля для газа и воздуха, определяемые также по температурам 1 и $m + 1$ поверхностей стенки.

Температура газа на входе в последующий элемент участка трубы тогда составит

$$t_g^{k+1} = t_g^k - \frac{\Delta Q}{c_{Pg} \cdot G_g}. \quad (11)$$

Исходными данными для расчетов приняты сведения, полученные с газопромысловых шлейфов куста № 616 Ямбургского месторождения в зимний период эксплуатации:

- температура наружного воздуха $t_B = -50$ °С;
- температура газа на выходе из скважины $t_g^1 = 23$ °С;
- средняя скорость ветра $V_B = 4,789$ м/с;
- теплоемкость наружного воздуха $c_{PB} = 1006$ Дж/(кг·К);
- теплопроводность наружного воздуха $\lambda_B = 19,8 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К);
- коэффициент динамической вязкости наружного воздуха $\mu_B = 143,6 \cdot 10^{-6}$ Па·с;
- плотность наружного воздуха $\rho_B = 1,586$ кг/м³;
- массовый расход газа $G_g = 2,84$ кг/с;
- прямошовная стальная труба длиной $L = 1$ км, с $D_H \times s = 273 \times 13$ мм, и абсолютной шероховатостью $\Delta = 0,1$ мм, возможно снабженная тепловой изоляцией из пенополистирола с $\lambda_{из} = 0,04$ Вт/(м·К) различной толщины;
- теплопроводность стали $\lambda_{ст} = 51,7$ Вт/(м·К).

Результаты расчетов по формулам (1)–(11) приведены на рис. 6. Здесь представляется значимое влияние наличия на трубопроводе тепловой изоляции, а далее дается оценка интенсивности массопереноса в зависимости от данного фактора.

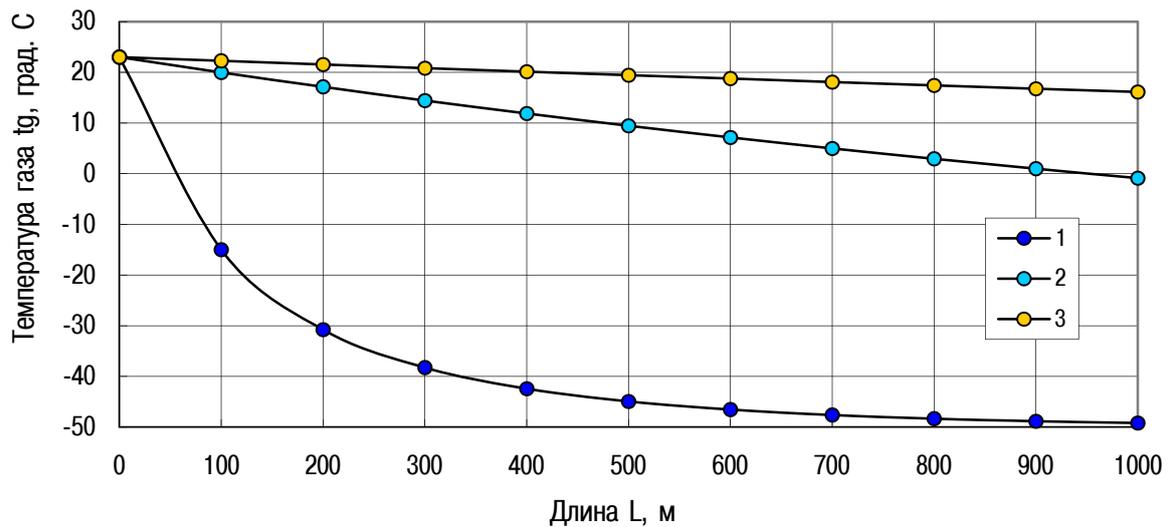


Рис. 6. Изменение температуры газа по длине шлейфа: 1 – труба без тепловой изоляции; 2 – труба с тепловой изоляцией толщиной 1 см; 3 – труба с тепловой изоляцией толщиной 5 см

Расчет толщины гидратных отложений

Необходимым условием образования конденсата будет являться превышение температуры точки росы над температурой газа, т. е. $t_{\text{ТР}}^k > t_g^k$. Тогда массовый расход конденсата можно определить по соотношению

$$G_l = k_L \pi (t_{\text{ТР}}^k - t_g^k) \frac{\Delta L}{r}, \quad (12)$$

где $r = 2\,256\,700$ Дж/кг – теплота фазового перехода «пар – вода»; $t_{\text{ТР}}^k$ – температура точки росы, определяемая с использованием формулы Бюкачека (ГОСТ 20060–83).

По аналогии с уравнением (12) для расхода гидратообразующего метана при $t_S^k > t_g^k$ можно записать:

$$G_c = k_L \pi (t_S^k - t_g^k) \frac{\Delta L}{r'}, \quad (13)$$

что вносит в структуру отложения дополнительный массовый источник.

В этом соотношении $r' = 3\,054\,679$ Дж/кг – теплота гидратации метана по схеме $\text{CH}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + r'$; $t_S^k = f(p_g^k)$ – температура гидратообразо-

вания, являющаяся аналогом температуры насыщения, используемой при фазовых превращениях. Зависимость последней от давления можно установить, воспользовавшись данными работы [5].

Далее, в соответствии с алгоритмом [6] на новом $n + 1$ временном шаге рассчитываются:

– толщина новообразования на стенке:

$$\delta_h^{n+1} = \delta_h^n + \frac{(G_l + G_c) \cdot \Delta\tau}{\rho_h \cdot \pi (D - 2s - 2\delta_h^n)}, \quad (14)$$

где ρ_h – плотность отложения;

– массовый расход влаги

$$G_v^{k+1} = G_v^k - G_l; \quad (15)$$

– концентрация влаги в газе

$$W = \frac{G_v^{k+1} \cdot \rho_g}{G_g} 10^3. \quad (16)$$

Результаты расчетов по формулам (1)–(16) представлены на рис. 7–10.

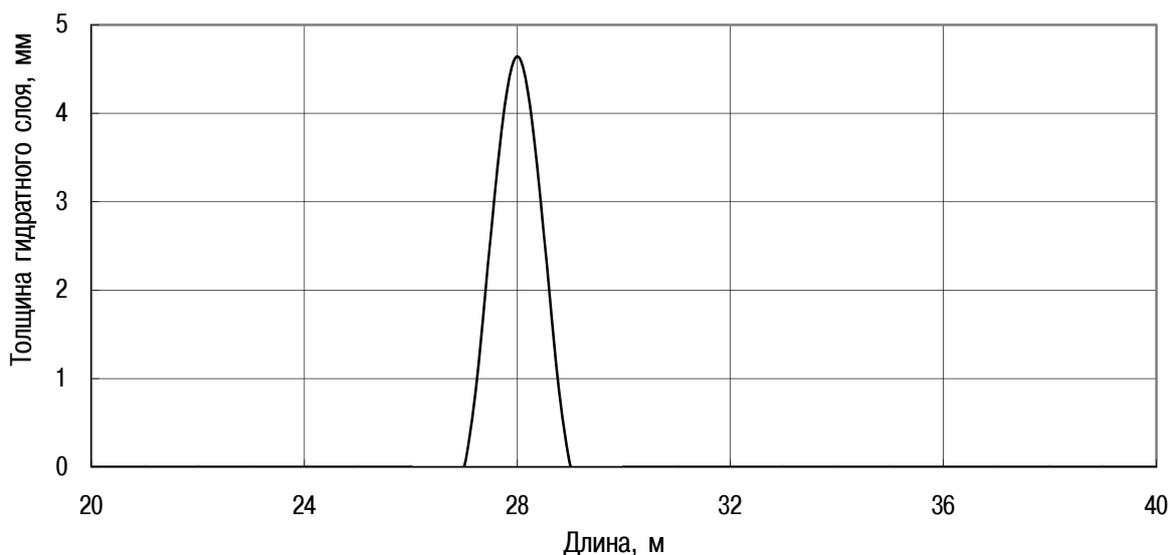


Рис. 7. Гидратное новообразование на начальном участке неизолированного шлейфа, протяженностью 1 км

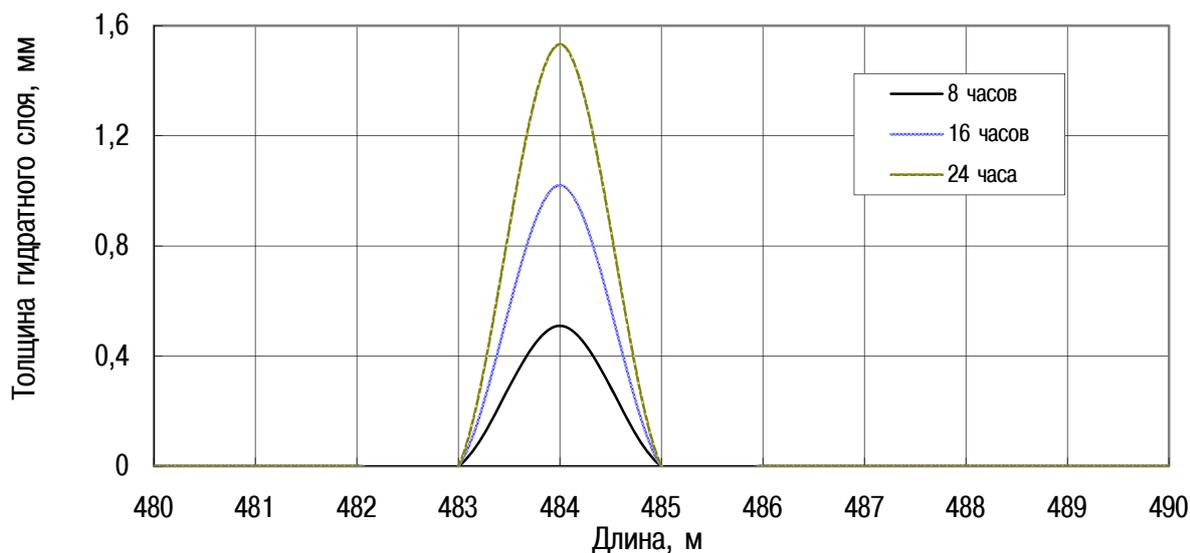


Рис. 8. Гидратные образования на участке шлейфа с тепловой изоляцией 1 см в различные моменты времени

При отсутствии тепловой изоляции у газопровода, исходящего от скважины или сепараторной станции и направляющегося на узел комплексной подготовки (УКПГ), образование газогидратной пробки может произойти на начальном участке шлейфа (рис. 7).

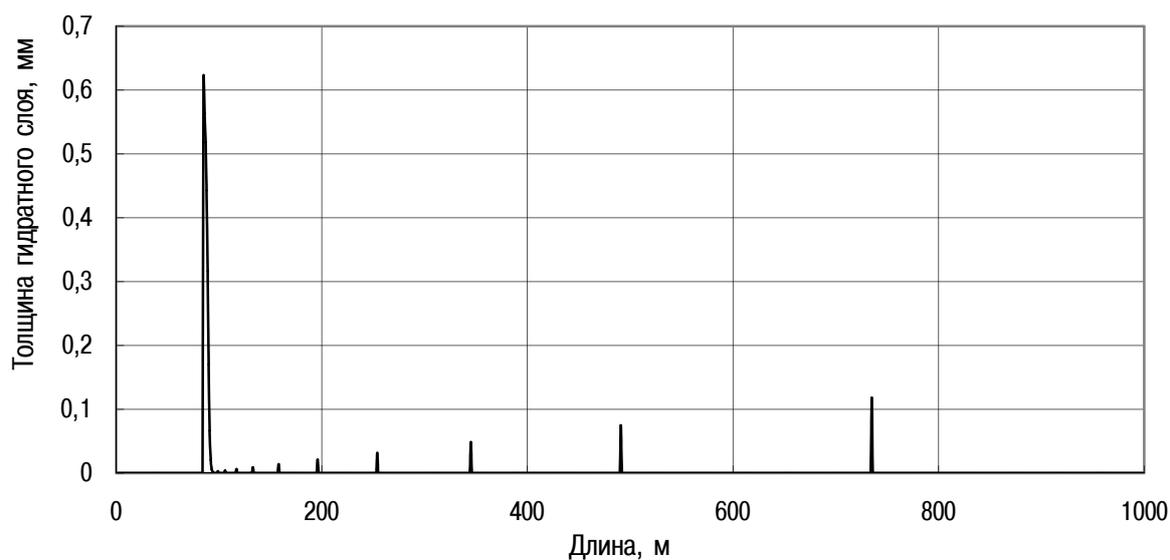


Рис. 9. Гидратные отложения, образовавшиеся за сутки в газопроводе с тепловой изоляцией 5 см

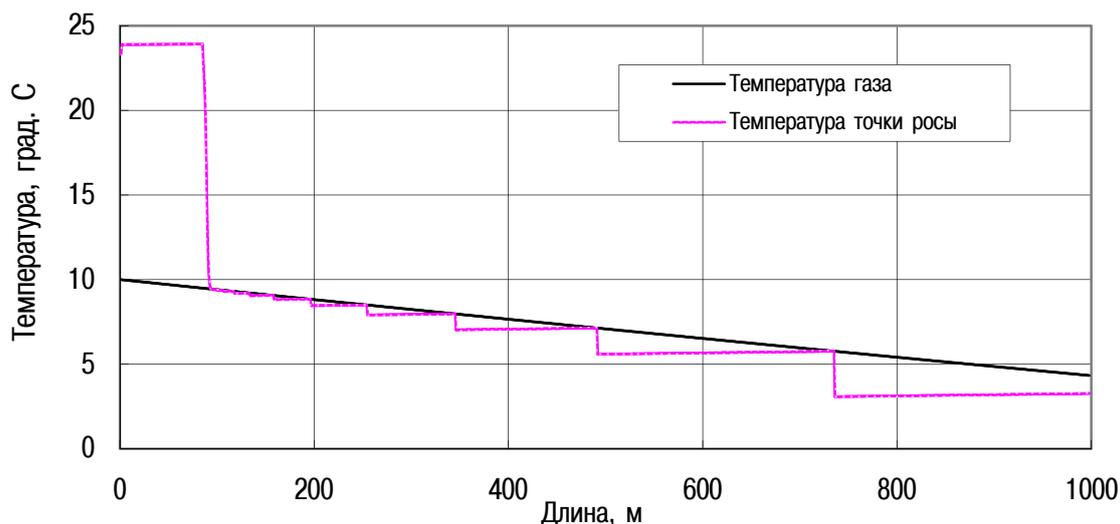


Рис. 10. Изменение характерных температур по длине шлейфа

Расчеты здесь выполнены для момента времени $\tau = 14400$ с (4 часа) при начальных концентрации влаги $W_0 = 0,3$ г/м³, температуре $t_g^1 = 23$ °С и иных условиях, представленных выше. Как результат, имеется единственный в меридиональной полуплоскости нарост «сталагмита» на всем протяжении газопровода, поскольку концентрация влаги после скопления уже представляется совершенно незначительной для организации новообразований.

При наличии тепловой изоляции, даже незначительной (рис. 8) величины, интенсивность массообмена заметно снижается, а расположение скопления смещается вправо. В то же время, образования газогидратной пробки можно ожидать в этом месте по истечении 18 суток.

Более существенное увеличение толщины изоляции, как известно [7], дает значительный эксплуатационный и экономический эффект. Имеющееся в ряде случаев остывание газа в технологическом оборудовании и частые выбросы излишней влаги из устьев скважин, дают основание для количественного контроля за гидратообразованием.

В соответствии с этим произведен расчет для случая транспортируемого топлива с начальными влажностью $W_0 = 0,3$ г/м³ и температуре $t_g^1 = 10$ °С. Ре-

зультаты расчета имеют существенные отличия от предшествующих случаев, а именно (рис. 9):

- вновь главное скопление расположено в передней части газопровода-шлейфа, имеющее меньших «конкурентов» в процессе отбора влаги и газа;
- последующие места скопления гидратов имеют расположение, близкое к логарифмическому;
- каждый последующий всплеск выше предыдущего, что обосновывается распределением характерных температур (рис. 10).

Список использованных источников и литературы

1. *Молчанов, И. Н.* Машинные методы решения прикладных задач: Дифференциальные уравнения. – Киев : Наукова думка, 1988. – 344 с.
2. *Варгафтик, Н. Б.* Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – Москва : Наука, 1972. – 720 с.
3. *Форсайт, Дж.* Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер. – Москва : Мир, 1980. – 280 с.
4. *Нащокин, В. В.* Техническая термодинамика и теплопередача. – Москва : Высшая школа, 1975. – 496 с.
5. *Лыткин, В. И.* Перевод печей машиностроительных заводов на природный газ / В. И. Лыткин, К. И. Лыткин. – Москва : Машгиз, 1963. – 120 с.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017662704 Российская Федерация. Программа для моделирования фазовых переходов в двумерной пластине : № 2017619604 : заявл. 25.09.2017 : опубл. 15.11.2017 / Р. З. Касимов, Д. Н. Попов, В. Н. Диденко ; заявитель ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова». – EDN: GWNCTE.
7. Инструкция по предупреждению и борьбе с гидратообразованием в скважинах и промысловых коммуникациях на месторождениях Крайнего Севера. – Москва : ВНИИГАГа, 1971. – 87 с.

Y. K. Muhametshina, Master's Degree Student

D. N. Popov, PhD in Engineering, Associate Professor

popovtgu@mail.ru*

A. A. Lebedeva, Senior Lecturer

FGBOU VO "Kalashnikov Izhevsk State Technical University"

**On an approach to the calculation of the process
of hydrate formation during transportation of moisture gas**

Based on the fundamental laws of heat and mass transfer, a method for calculating the processes of formation of hydrate deposits during the transportation of wet natural gas through field gas pipelines has been developed and numerically implemented. The method is applied to gas pipelines with various heat-insulating layers and external heat exchange conditions, including those that change over time. Dependences of changes in the thermophysical characteristics of the transported gas on temperature are used, which are presented for the convenience of computer implementation in the form of regression relations obtained on the basis of reference information. To carry out the calculation, the gas pipeline is divided into a finite number of cylindrical elements, determined based on the conditions for the convergence of the solution. For each such component part, the heat transfer and heat transfer coefficients are calculated using well-proven criterion equations, the amount of heat passing through a monolayer cylindrical wall, the amount of gas cooling, and the thickness of the hydrated layer. The calculation results are presented for the unfavorable conditions of the Far North.

Keywords: thermophysical characteristics of gas; heat transfer; multilayer cylindrical wall; gas hydrates; gas pipelines.

УДК 69.003

ГРНТИ 44.01.11

М. Ю. Новиков, магистрант

*mishko161298@gmail.com**

Н. Л. Тарануха, доктор экономических наук, профессор

fpidpo@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Анализ путей повышения энергоэффективности тепловых энергетических станций

В статье рассматривается актуальная проблема внедрения энергоэффективных технологий на предприятиях, которые производят электрическую и тепловую энергию. Приводится принцип работы традиционной тепловой энергетической станции (далее ТЭС) и отмечается низкий уровень коэффициента полезного действия (далее КПД) на паросиловых станциях. Указывается три основных направления для решения вопроса ресурсосбережения. Наиболее перспективными мероприятиями, направленными на повышение энергоэффективности ТЭС, являются ввод и использование парогазовых энергетических установок при новом строительстве; проведение модернизационных и ремонтных мероприятий на имеющихся паро- и турбоагрегатах; внедрение цифровых технологий и автоматизации на производстве, сопровождаемое установкой датчиков на оборудовании и использованием систем предиктивной аналитики, а также создание цифровых двойников ТЭС, что позволит сократить пережоги топлива и повысить КПД.

Ключевые слова: ТЭС; топливо; КПД; энергоэффективность; ресурсосбережение.

Введение

Энерго- и ресурсосбережению принадлежит едва ли не ключевая роль в развитии экономики государства, т. к. работа всех отраслей промышленности тесно связана с потреблением энергоресурсов [1]. Изменение цен на энергоносители в дальнейшем отражается на стоимости товаров и услуг, в немалой степени формирующейся из затрат на энергию, требующуюся в технологическом цикле их производства. Это влияет и на качество жизни граждан в целом.

В глобальном масштабе повышение энергоэффективности – неотъемлемая составляющая роста конкурентоспособности страны, поэтому актуальна проблема повышения эффективности производства энергетических ресурсов, 68 % от общего объема которых в Российской Федерации приходится на традиционные тепловые электростанции (ТЭС), значительная часть из которых характеризуется низким КПД. В то же время именно совершенствование процессов производства и транспортирования энергоресурсов, основанное на минимизации потерь, дает наибольший результат на пути решения задач ресурсосбережения.

Целью исследования является анализ способов повышения энергоэффективности ТЭС.

Определение путей повышения энергоэффективности ТЭС

При рассмотрении путей повышения энергоэффективности ТЭС можно выделить следующие направления:

- использование парогазовых технологий;
- совершенствование паро- и турбоагрегатов;
- внедрение и использование цифровых технологий.

Остановимся на каждом направлении углубленно.

В классическом понимании производство электроэнергии на ТЭС заключается в последовательном преобразовании видов энергий. Химическая энергия, содержащаяся в топливе при его сгорании образует тепловую, а в дальнейшем с помощью генератора тепловая энергия образует механическую. Упо-

мянутые процессы происходят в ходе работы котло- и турбоагрегатов, являющихся основным оборудованием ТЭС.

При традиционной схеме выработки электроэнергии в топке парового котла происходит сжигание топлива с последующим нагревом проходящих внутри кипятильных трубок, по которым циркулирует вода. Образовавшийся в результате нагрева водяной пар приводит во вращение паровую турбину, связанную валом с электрогенератором. Коэффициент полезного действия (КПД) рассмотренной электростанции паросилового типа сравнительно невелик, находится в диапазоне 33–44 % и определяется техническим состоянием, режимом работы и типом используемого топлива [2].

Повышение энергоэффективности ТЭС связано, в первую очередь, с увеличением термодинамического КПД, определяющегося как отношение полученной полезной тепловой и электрической энергии к затраченной энергии при сжигании объема топлива. Достижение данной задачи возможно при внедрении и использовании парогазовых установок (ПГУ), включающих газовую энергетическую турбину, котел-утилизатор, паровую турбину, генератор к газовой и паровой турбинам, вспомогательное оборудование. Принципиальным отличием применения парогазовой технологии является сочетание циклов газотурбинной установки и паросилового цикла [3]. За счет того, что полезная энергия вырабатывается сразу на двух отдельных электрогенераторах, приводимых в действие продуктами сгорания топлива и водяным паром соответственно, КПД производства электроэнергии блоками ПГУ в конденсационном режиме составляет 55–60 % [4].

Несмотря на явное преимущество в части ресурсосбережения данный тип энергогенерирующих установок в России на сегодняшний день применяется недостаточно широко, а средний КПД ТЭС по стране лишь 40 %, однако происходит поэтапное введение в эксплуатацию блоков на отдельных станциях. Сложности внедрения технологии объясняются большими капиталовложениями на реализацию проектов строительства; повышенными требованиями к качеству газовых турбин, т. к. специфической особенностью эксплуатации блоков ПГУ является высокая температура газов перед турбиной, составляющая от 700

до 1200 °С, что в 1,5–2 раза больше температурных значений, при которых работает паровая турбина; ограничение на типы топлива (возможность использования угля должна закладываться на этапе разработки проекта и приводит к сильному удорожанию, поэтому ограничиваются газом и дизельным топливом в качестве резерва) [5].

В области мероприятий по совершенствованию паро- и турбоагрегатов можно привести ряд мер, нацеленных на повышение энергоэффективности ТЭС. Приоритетным направлением является проведение модернизации. Она позволяет увеличить срок службы оборудования, повысить его КПД без изменения начальных параметров теплового цикла и внести некоторые доработки, устранив имеющиеся конструктивные недостатки.

Наибольшее влияние на КПД электростанции оказывает КПД турбоустановки. В ходе ремонтных работ характеристики турбины можно улучшить, применив в заменяемых частях новые более совершенные и надежные материалы, установив лопатки ступеней высокого и среднего давления оптимального с точки зрения аэродинамики профиля для обеспечения максимального КПД [6]. Положительное воздействие окажет также устранение потерь, связанных с утечкой пара. Данный вопрос решается использованием в проточных частях уплотнений с сотовой поверхностью.

Обозначенные шаги позволяют, во-первых, продлить ресурс работы турбоагрегатов, во-вторых, добиться увеличения его внутреннего КПД на 2–3 %.

Ведется поиск научно-технических ресурсосберегающих решений и в ходе проектирования новых, а также модернизации существующих котлоагрегатов. Снижение экономичности котлов происходит ввиду потерь тепловой энергии с дымовыми газами, поэтому повышение эффективности их работы связано с уменьшением температуры уходящих газов.

Нарастить термодинамический КПД котлоагрегата можно при увеличении количества теплоты, подводимого к рабочему телу. В этом случае необходимо использование современных жаропрочных и жаростойких сталей с легированием титаном и никелем. Уменьшение теплотерь с продуктами сгорания

также дает применение газоплотных топок и плавниковых труб поверхностей нагрева, позволяющее исключить присосы воздуха [7].

Значимой мерой является борьба с отложениями на поверхностях нагрева котлов. Они образуются в процессе работы пароагрегатов и нарушают протекающие теплообменные процессы, что чревато как пережогами топлива, так и выходом котла и паровой турбины из строя. Одним из способов решения проблемы может быть использование технологии обратного осмоса при приготовлении подпиточной воды.

На ресурсосбережение при выработке электроэнергии также может положительно повлиять использование цифровых технологий. Поскольку ТЭС характеризуется большим количеством оборудования и сложностью его устройства, решение задач качественной оптимизации и непрерывного контроля технологических процессов возможно только при автоматизации производства. Оптимизация связана с построением наиболее совершенного режима работы и его прогнозированием на основе получения, систематизации и анализа информации о работе станции. Ведущая роль в данном вопросе принадлежит системам предиктивной аналитики, связывающим процессы сбора первичных данных, построения моделей и измерений технологических параметров.

Обеспечение минимальных топливных затрат и безотказной работы оборудования может быть достигнуто в ходе детального математического моделирования каждого технологического процесса с использованием большого количества параметров и факторов, описывающих состояние практически каждого узла основного оборудования при различных условиях эксплуатации. Численное значение параметров в текущий момент времени определяется с помощью установленных на оборудовании датчиков, показания которых непрерывно автоматически передаются на компьютер, сравнивающий их с идеальной моделью работы. При выходе фактических показателей за пределы установленного эталонного диапазона, когда режим работы оборудования совершенен, система проводит анализ и отображает параметры, в большей степени влияющие на изменение численных значений. Операторы по показаниям приборов могут дос-

таточно оперативно сделать выводы о причинах возникших неисправностей и дефектов, а также принять меры для их устранения. Кроме того, такие системы позволяют на высоком уровне рассчитать остаточный ресурс отдельных узлов и деталей механизмов и производить ремонты, основываясь на фактическом техническом состоянии оборудования.

Инструменты предиктивной аналитики реализованы в отечественной системе «ПРАНА», успешно действующей на блоках ПГУ, построенных в последнее десятилетие. Экономический эффект от внедрения системы: снижение расходов на ремонт и рыночные штрафы до 60 % [8]. Кроме того, для проведения удаленного мониторинга и контроля состояния оборудования блоков ПГУ, а также моделирования технологических процессов с привязкой к конкретному энергообъекту активно разрабатываются программы для ЭВМ [9, 10].

В то же время на ряде энергопредприятий сбор и анализ данных до сих пор производится в ручном режиме с большими временными интервалами: фактические ТЭП определяются 1 раз в сутки, расчет пережогов топлива – 1 раз в месяц, что не позволяет объективно и в динамике следить за режимами работы ТЭС и реагировать на пережоги. Наиболее часто такая ситуация складывается на традиционных паросиловых станциях, возведенных в XX веке. В отношении их использование систем предиктивной прогностики осложняется отсутствием оцифрованных архивных данных работы и недостаточным числом датчиков на имеющемся оборудовании, поэтому наиболее актуальной задачей является внедрение цифровых двойников станции.

Цифровая модель является программным представлением реального объекта и служит для выполнения непрерывных автоматических расчетов режимов работы оборудования ТЭС с целью достижения минимальных топливных затрат путем оптимального распределения заданных величин тепловой, электрической и паровой нагрузок между оборудованием.

Эффект от полномасштабной цифровизации и автоматизации процессов производства на ТЭС характеризует объем сэкономленного топлива, который по разным оценкам составляет от 0,3 до 1,7 % [11].

Заключение

Повышение энергоэффективности ТЭС связано с решением задачи ресурсосбережения. Экономия потребляемого топлива позитивно отражается на экологической ситуации в населенных пунктах, дает снижение себестоимости электрической и тепловой энергии для потребителей, что обеспечивает качественное развитие технологической сферы и конкурентоспособность бизнеса.

Наибольший эффект при попытке увеличить КПД производства электрической и тепловой энергии дает использование парогазовых технологий. Модернизация существующего энергогенерирующего оборудования позволяет продлить срок службы установок и повысить их внутренний КПД. Наконец, цифровизация приводит к оптимизации работы станции и сокращению затрат на топливо, делает возможным выстраивать прогноз работы и остаточного ресурса оборудования. Однако стоит отметить, что внедрение и использование перечисленных мер замедляется большими объемами единовременных финансовых затрат.

Список использованных источников и литературы

1. *Тарануха, Н. Л.* Комплексная оценка и выбор проектных решений в строительстве : монография / Н. Л. Тарануха, П. Н. Папунидзе. – Ижевск : ИЖГТУ, 2009. – 81 с. – ISBN 978-5-7526-0416-4
2. *Стертюков, К. Г.* Проблемы внедрения новых технологий и технических средств с целью увеличения КПД в энергетической отрасли / К. Г. Стертюков, О. А. Стародубцева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2018. – № 25. – С. 58–73.
3. Парогазовые установки в энергетике : учеб.-метод. пособие / Ю. М. Шнайдерман [и др.]. – Минск : БНТУ, 2016. – 78 с.
4. *Цанев, С. В.* Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов. – Москва : МЭИ, 2006. – 271 с.
5. *Верхоланцев, А. А.* Газотурбинные установки : в 2 ч. – Ч. 2. Конструкция ГТУ и их элементов : учеб. пособие / А. А. Верхоланцев, В. Г. Злобин. – Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 53 с. – ISBN 978-5-91646-277-7

6. Kupetz, M. Модернизация и продление срока эксплуатации паротурбинных электростанций в Восточной Европе и в России / M. Kupetz, E. Jenikejew, F. Hiss // Теплоэнергетика. – 2014. – Т. 61. № 6. – С. 417–424.

7. Бирюков, А. Б. Исследование увеличения КПД котла, сжигающего пылеугольное топливо, при повышении степени газоплотности топки / А. Б. Бирюков, В. А. Семергей, И. И. Шевелева // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 3. – С. 14–19. – DOI: 10.17588/2072-2672.2018.3.014-019

8. Система предиктивной аналитики ПРАНА – Мониторинг работы оборудования. – URL: <https://prana-system.com> (дата обращения: 22.03.2023).

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, Российская Федерация. № 2019660643. Программа для проведения контроля удаленного мониторинга и контроля состояния оборудования ПГУ / Аникина И. Д., 2019.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, Российская Федерация. № 2018664730. Программная модель технологических систем энергоблока ПГУ-400 Нижневартовской ГРЭС / АО «Нижневартовская ГРЭС», 2018.

11. Мясникова, О. Ю. Цифровизация механизмов управления производственной системой предприятий энергетики // Экономическая безопасность и качество. – 2020. – № 2 (39). – С. 94–99.

M. Yu. Novikov, Master's Degree Student

*mishko161298@gmail.com**

S. N. Pankov, Master's Degree Student

Sergey.Pankov@tplusgroup.ru

N. L. Taranukha, Doctor of Economics, Professor

fpidpo@mail.ru

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Analysis of ways to improve the energy efficiency of thermal power plants

The article deals with the actual problem of introducing energy-efficient technologies at enterprises that produce electrical and thermal energy. The principle of operation of a traditional thermal power plant (hereinafter referred to as TPP) is given and a low level of efficiency (hereinafter Efficiency) at steam power stations is noted. Three main directions

for solving the issue of resource saving are indicated. The most promising measures aimed at improving the energy efficiency of thermal power plants are the commissioning and use of steam-gas power plants in new construction; carrying out modernization and repair measures on existing steam and turbine units; introduction of digital technologies and automation in production, accompanied by the installation of sensors on equipment and the use of predictive analytics systems, as well as the creation of digital twins of thermal power plants, which will reduce fuel burnout and increase efficiency.

Keywords: thermal power plant; fuel; efficiency; energy efficiency; resource saving.

УДК 69.003

ГРНТИ 44.01.11

С. Н. Панков, магистрант

*Sergey.Pankov@tplusgroup.ru**

М. Ю. Новиков, магистрант

mishko161298@gmail.com

Н. Л. Тарануха, доктор экономических наук, профессор

fpidpo@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Цифровая трансформация производства: значимость цифровых технологий и их внедрение на предприятиях энергетической отрасли

В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с происходящими процессами цифровой трансформации предприятий энергетической отрасли России. Осуществлено исследование основных макроэкономических рыночных трендов, рисков и перспективных возможностей развития энергетических компаний с внедрением цифровых технологий. Рассмотрено понятие «цифровая трансформация». Выполнен анализ основных направлений и особенностей реализации цифрового производства объектов энергетики: цифровой склад, динамическое планирование технического обслуживания и ремонта оборудования, цифровая безопасность труда и охраны здоровья персонала, иммерсивные технологии, цифровая тренажерная подготовка оперативного персонала, цифровой двойник тепловой электрической станции, цифровой двойник теплового узла. В результате исследования выявлены совокупные эффекты от внедрения цифровых технологий и сдерживающие барьеры полномасштабной цифровой трансформации технологических процессов предприятий энергетической отрасли. Предложены рекомендации для успешной реализации цифровой трансформации предприятий энергетической отрасли.

Ключевые слова: цифровая трансформация; цифровые технологии; цифровое производство.

Введение

Современные требования рынка вынуждают компании повышать качество и эффективность бизнес-процессов [1]. Возрастающие возможности информационных технологий, качественное развитие вычислительных мощностей, инновационные средства визуализации данных, интеллектуальные средства моделирования сложных физических процессов являются ключевыми инструментами повышения эффективности и надежности производственной деятельности компаний. Цифровые технологии позволяют энергетическим компаниям вырабатывать оптимальные производственные и управленческие решения на основании интеллектуального анализа генерируемых данных, снижают операционные издержки, оптимизируют логистическую деятельность, улучшают качество планирования и проведения ремонта производственных фондов, обеспечивают увеличение производительность труда и сокращают риск травматизма персонала, создают качественно новые продукты и услуги [2]. Цифровая трансформация является стратегическим условием устойчивого развития бизнеса.

Исследование текущей ситуации в сфере цифровой трансформации энергетических компаний

Основные макроэкономические тренды, оказывающие воздействие на производственную деятельность энергетических предприятий [3]:

- эпидемия COVID-19, повлекшая резкое снижение экономической активности промышленности в 2019–2020 гг. с выходом на восстановительный рост в 2021 г.;
- усиление санкционных ограничений недружественных стран;
- отказ от сотрудничества зарубежных предприятий, перебои с поставками импортного оборудования, материалов, программного обеспечения;

- волатильность и существенный рост мировых и внутрироссийских цен на базовые промышленные материалы и оборудование;
- прогнозное увеличение инфляции на 2023–2024 гг.;
- рост стоимости банковских кредитов, повышение ключевой ставки Центральным банком;
- целевой курс национальной экономики на снижение энергоемкости производственных процессов;
- тенденция увеличения доли децентрализованной энергетики;
- экспоненциальный рост объемов генерируемой информации;
- смена технологического уклада, развитие новых технологий, часть низкоэффективных мощностей генерирующего оборудования могут оказаться не востребованными;
- вектор развития производственной сферы национальной экономики на бережное отношение к экологии и снижению выбросов углекислого газа CO₂, так называемая *ESG*-повестка.

Существующие потенциальные возможности для развития бизнеса энергетических компаний:

- ключевое направление повышения эффективности за счет цифровой трансформации;
- полномасштабная модернизация производственных фондов в рамках программы договоров поставки мощности ДПМ-2; в качестве примера можно привести происходящее строительство четвертого энергоблока электрической мощностью 125 МВт Ижевской ТЭЦ-2;
- при приверженности принципам *ESG* возникают дополнительные возможности привлечения инвестиций по сниженной стоимости заемных средств за счет целевых кредитных линий.

Существует множество формулировок цифровой трансформации, что свидетельствует о широком значении рассматриваемого термина. Цифровая трансформация – это процесс внедрения организацией цифровых технологий, сопровождаемый оптимизацией системы управления основными технологиче-

скими процессами. Цифровая трансформация подразумевает интеграцию цифровых технологий и решений в каждом аспекте бизнеса современной компании, что в равной степени требует технологических и культурных изменений, т. к. организациям предстоит переосмыслить принципы, лежащие в основе операций, клиентского опыта, прогнозируемых преимуществ [4].

Для предприятий энергетической отрасли цифровая трансформация – это, прежде всего, качественные улучшения бизнес-процессов с помощью внедрения современных цифровых технологий, в том числе:

- обеспечение эффективности, оперативности, достоверности, прозрачности результатов производственной деятельности;
- формирование единого информационного пространства и новых цифровых возможностей для клиентов;
- повышение качества и надежности тепло- и электроснабжения.

Цифровая трансформация предприятий энергетики включает в себя несколько направлений деятельности:

- цифровизация логистики и складской деятельности, в том числе автоматизация инвентаризации, обеспечение интеграции и сквозной взаимосвязи с внешними системами планирования и учета;
- динамическое планирование технического обслуживания и ремонтов, в том числе онлайн-мониторинг мест нахождения и физической активности персонала ремонтных служб, суточное и недельное планирование заданий на выполнение работ, оптимизация загрузки спецтехники, внедрение унифицированных процедур, так называемых чек-листов для выполнения ремонта и обслуживания оборудования, автоматический расчет показателей эффективности ремонтной деятельности;
- внедрение цифрового паспорта сотрудника, в том числе фиксация личной карточки сотрудника с информацией по инструктажам, обеспечение средствами индивидуальной защиты (СИЗ), состояния здоровья, результатов медицинских осмотров, профилактики заболеваемости, вакцинации, обращение за медицинской помощью, контроль профпригодности, автоматическое планиро-

вание и контроль выполнения мероприятий по охране труда, автоматическая идентификация и доступ к опасным работам, формирование и учет наряд-допусков и распоряжений на выполнение работ, автоматизированный входной контроль термометрии и мониторинг состояния здоровья сотрудника;

– внедрение иммерсивных технологий, в том числе обучение персонала с применением очков виртуальной реальности (*VR*) при проведении работ по сложным переключениям технологического оборудования, интерактивная помощь и контроль в операциях по переключению в распределительных устройствах для возможности принятия превентивных мер по предотвращению возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев, контроль при проведении работ повышенной опасности, видеофиксация инструктажей, допусков, выполняемых персоналом операций;

– оперативный автоматический мониторинг фактической обеспеченности СИЗ, блокирование доступа к работам при использовании просроченного или неполного комплекта СИЗ;

– внедрение цифровых двойников тепловых электрических станций (ТЭС) и тепловых узлов городов;

– внедрение систем предиктивной прогностики и мониторинга оборудования ТЭС с целью автоматического контроля технического состояния и определение ресурса оборудования с перспективным переходом от системы планово-предупредительных ремонтов к системе ремонтов по техническому состоянию;

– развитие клиентского сервиса, в том числе внедрение речевой аналитики, когнитивного сервиса взаимодействия с клиентами, внедрение технологий машинного обучения и нейронных сетей в контакт-центре, роботизация обслуживания клиентов в голосовых каналах, улучшение качества обслуживания за счет распознавания всех обращений и диалогов клиентов, внедрение роботизированного анализа качества обслуживания клиентов;

– осуществление автоматических перерасчетов за поставленные ресурсы, информирование клиентов о плановых и аварийных отключениях оборудования.

Ожидаемые экономические эффекты от цифровой трансформации вышеперечисленных процессов:

- сокращение продолжительности внеплановых простоев и аварийности оборудования на 4 %;
- снижение потерь теплоносителя на 4 %;
- увеличение производительности труда инженерно-технических работников ремонтных служб на 10 %;
- увеличение производительности труда производственного персонала центральных ремонтных служб на 4 %;
- оптимизация объема закупок материалов на 10 %;
- снижение аварийности оборудования и случаев травматизма персонала на 10 %;
- обеспечение операционной эффективности на 5 %.

Одним из условий реализации цифровой трансформации является требование установки цифровых датчиков и приборов. В качестве примера рассмотрим внедрение интеллектуальной системы учета потребляемой электроэнергии. Применяемые в системе учета микроконтроллеры позволяют контролировать небаланс и качество электроэнергии, вести учет по различным присоединенным группам потребителей, обеспечивают возможность дистанционной передачи данных и удаленного отключения [5].

Отдельным направлением цифровой трансформации является создание цифрового двойника ТЭС и теплового узла города – компьютерного представления тепловой электрической станции и тепловой сети, полностью повторяющего физический прообраз, в том числе представление физической среды и текущих условий эксплуатации, обеспечение возможности моделирования различных эксплуатационных режимов [6].

Внедрение модуля цифрового двойника ТЭС включает в себя:

- сбор и обработку оперативных технологических данных о режиме работы оборудования;

- прогностику и моделирование работы оборудования на основе интеллектуального анализа данных;
- автоматическую калибровку цифрового двойника под текущее состояние ТЭС;
- расчет мгновенных технико-экономических показателей и построение нормативных характеристик оборудования в режиме реального времени;
- непрерывный мониторинг ключевых показателей эффективности оборудования;
- моделирование оптимальных режимов работы, в том числе состава оборудования под величину тепловых и электрических нагрузок;
- получение объективной оценки эффективности эксплуатации оборудования и действий оперативного персонала;
- расчет пережогов топлива в непрерывном режиме с выработкой рекомендаций по минимизации пережогов;
- мониторинг безопасной эксплуатации оборудования и предотвращение аварийных ситуаций.

Математический аппарат физической модели цифрового двойника ТЭС позволяет реализовать цифровой тренажер для оперативного персонала с выполнением расчетов изменений режима оборудования в режиме реального времени, в том числе расчетов развития и ликвидации аварийной ситуации с учетом отрабатываемых действий персонала [7].

Разработка цифрового двойника теплового узла города охватывает комплекс взаимосвязанного оборудования, включая объекты генерации ТЭС и котельные, магистральные и квартальные теплосети, потребителей. Цифровой двойник теплового узла создается на основе исследования и разработки математических методов моделирования режимов работы тепловых сетей и объектов их управления, решения задач оптимизации теплогидравлического режима работы тепловых сетей, эффективного планирования производства тепловой энергии под востребованный объем тепловой нагрузки с учетом прогнозируемых погодных изменений. Цифровой двойник теплового узла позволяет:

- создать достоверную динамическую модель тепловой сети с обеспечением единого информационного пространства и модели данных;
- моделировать реальное состояния оборудования с визуализацией на карте города с использованием геоинформационных систем;
- выявить отклонения от расчетной модели с определением проблемных элементов оборудования, обеспечивает возможность максимально быстро определить причины и принять оперативные решений по устранению выявленных проблем;
- обеспечить оптимальный температурный и гидравлический режимы теплосети со снижением затрат на циркуляцию теплоносителя;
- реализовать цифровой тренажер для оперативного персонала.

Эффект от внедрения цифрового двойника ТЭС и цифрового двойника теплового узла заключается в увеличении маржинального дохода на 5 %:

- за счет сведения материальных балансов и оптимизации режимов работы оборудования на основе анализа и моделирования состава оборудования от величины тепловых и электрических нагрузок;
- увеличения скорости внутренних процессов и принимаемых решений на основе анализа и выработки наиболее оптимальных решений;
- мониторинга технического состояния оборудования, контроля режима работы.

За счет внедрения цифрового двойника ТЭС и теплового узла достигается снижение совокупных технологических и коммерческих потерь на 2–5 %:

- за счет обеспечения оптимального температурного и гидравлического режимов;
- оперативного выявления, локализации и устранения источников потерь;
- снижения аварийности на объектах тепловых сетей;
- снижения расхода электроэнергии на собственные нужды сетевых насосов источников теплоснабжения и тепловых сетей;
- повышения точности планирования и снижения расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии на источниках теплоснабжения;

– снижения количества и суммы перерасчётов за некачественно поставленные энергоресурсы отопления и ГВС.

Анализ результатов исследования

Внедряемые цифровые технологии в энергетическую отрасль обеспечивают обработку большого массива экономической и технологической информации, значительно повышают скорость принимаемых решений в соответствии со складывающейся производственной обстановкой [8]. На темп внедрения цифровых технологий оказывают влияние:

- внутренние возможности организации, такие как кадровый потенциал, технологический уровень производства и прочее;
- внешние факторы: уровень конкуренции в индустрии, доступность технологий и капитала, развитие нормативно-законодательной базы.

Одним из основных препятствий, затрудняющих успешное внедрение цифровых технологий, является отсутствие компетенций и цифровой зрелости персонала, недостаток дополнительного квалифицированного персонала для реализации проектов. На российском рынке уже есть несколько успешных примеров того, как бизнес решает эту проблему, инвестируя в обучение работников [9] с целью:

- формирования кругозора о современных цифровых технологиях и способов их практического применения;
- регулярного информирования персонала о стратегии, планах, дорожных картах, текущих статусах реализации проектов цифровой трансформации предприятия;
- создания проектных инициативных групп персонала по конкретным направлениям цифровой трансформации;
- формирования единого клиентоориентированного подхода в управлении проектами цифровой трансформации, с учетом пользы для клиентов и бизнеса;
- обеспечения готовности к изменениям технологического уклада, к смене парадигм развития компании и переходу к новым бизнес-моделям.

К ключевым барьерам цифровой трансформации производственных процессов относятся [10]:

- киберугрозы, риски утечки информации, недостаточная проработка технологий обработки, передачи и защиты информации;
- необходимость обеспечения устойчивости информационных систем;
- недостаточность финансирования, удорожание кредитных линий;
- низкие показатели окупаемости инвестиций;
- отсутствие либо низкое качество отечественного программного обеспечения, аппаратного, серверного и сетевого оборудования;
- несогласованность методологии и применяемых подходов.

Для минимизации рисков и успешного внедрения цифровых технологий, предприятиям энергетической отрасли необходимо осуществлять:

- поиск способов внешнего финансирования проектов, в том числе грантов и целевых кредитов;
- взаимодействие с Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации по вопросам поддержки отечественной сферы информационных технологий;
- создание реестра программного и аппаратного оборудования с ориентацией на отечественных производителей;
- развитие внутренней корпоративной разработки программного обеспечения (ПО), участие в локализации импортного ПО, участие в федеральных консорциумах потребителей и производителей ПО;
- оптимизацию стоимости приобретаемого отечественного ПО и аппаратного оборудования через конкурсные переговоры и закупочные процедуры;
- обеспечение мотивации ключевых сотрудников проектных групп, ответственных за внедрение цифровых технологий;
- привлечение квалифицированных, опытных подрядных организаций;
- строгое соблюдение правил и регламентов информационной безопасности, периодический аудит технологий и уязвимостей;

- ранжирование проектов цифровой трансформации исходя из экономической целесообразности на основании детальных расчетов и прогнозов;
- согласование методологии и применяемых подходов на начальных этапах проекта, обеспечение единообразия;
- формирование комплексных подходов на всех этапах реализации проекта.

Заключение

Цифровая трансформация является эффективным инструментом решения стратегической задачи качественного устойчивого развития, повышения эффективности и конкурентоспособности бизнеса в условиях постоянно происходящих изменений. Внедрение цифровых технологий позволяет снизить операционные затраты на эксплуатацию оборудования, увеличить производительность труда, сократить травматизм и аварийность, повысить практические профессиональные навыки персонала, оптимизировать логистику, улучшить качество ремонтной деятельности, обеспечить комфорт клиентов за счет улучшения качества услуг и предложения новых цифровых продуктов. залогом успешной цифровой трансформации энергетических компаний является объективное определение конкретных целей и критериев их достижения, доскональные экономические расчеты, оптимизация используемых ресурсов, выявление и минимизация рисков, обучение и мотивация персонала, контроль процесса реализации проектов.

Список использованных источников и литературы

1. *Тарануха, Н. Л.* Комплексная оценка и выбор проектных решений в строительстве : монография / Н. Л. Тарануха, П. Н. Папунидзе. – Ижевск : ИжГТУ, 2009. – 81 с. – ISBN 978-5-7526-0416-4
2. *Тарануха, Н. Л.* Энергоэффективные решения при проектировании, строительстве, эксплуатации тепловых электрических станций и тепловых сетей / Н. Л. Тарануха,

С. Н. Панков, И. Д. Канаков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21. № 1. – С. 33–44. – DOI: <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2023-1-33-44>

3. *Большаков, С. Н.* Тренды экономической политики: вызовы и тренды / С. Н. Большаков, А. Н. Григорьев // Менеджер. – 2022. – № 2 (100). – С. 34–39.

4. *Степанов, А. А.* Эффективность цифровой трансформации: сущность, содержание, критерии оценки / А. А. Степанов, М. В. Савина, И. А. Степанов // Экономические системы. – 2022. – Т. 15. № 1. – С. 12–24.

5. Патент № 2786977 С2, 27.12.2022 ; заявка № 2021108693 от 31.03.2021. Интеллектуальный счетчик электрической энергии / Ануфриев Владимир Николаевич, Павлюк Михаил Ильич.

6. *Грабчак, Е. П.* «Цифровые двойники» АЭС и ТЭС как элементы цифровых агломераций в энергетической суперсистеме / Е. П. Грабчак, Е. Л. Логинов // Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения : материалы V Всерос. науч.-техн. конф. – Москва, 2019. – С. 155–159.

7. *Белоглазов, И. И.* Разработка цифровых двойников для обучения операторов технологического процесса / И. И. Белоглазов, П. А. Петров // Инженерное образование в контексте будущих промышленных революций – Синергия-2020 : сб. науч. ст. Междунар. сетевой науч.-практ. конф. – Казань : Казан. нац. исслед. технолог. ун-т, 2020. – С. 44–50.

8. *Тарануха, Н. Л.* Обеспечение энергоэффективности тепловых электрических станций и тепловых сетей через цифровую трансформацию / Н. Л. Тарануха, С. С. Иванова, С. Н. Панков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21. № 1. – С. 45–58. – DOI: <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2023-1-45-58>

9. *Тарануха, Н. Л.* Современная методика оценки и развития руководящего персонала строительных организаций / Н. Л. Тарануха, П. Е. Манохин, С. Н. Панков // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2022. – Т. 18. № 3. – С. 57–66. – DOI: <https://doi.org/10.22213/2618-9763-2022-3-57-66>

10. *Митяева, Н. В.* Барьеры цифровой трансформации и пути их преодоления / Н. В. Митяева, О. В. Заводило // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 20–24.

S. N. Pankov, Master's Degree Student

Sergey.Pankov@tplusgroup.ru*

M. Yu. Novikov, Master's Degree Student

mishko161298@gmail.com

N. L. Taranukha, DSc of Economics, Professor

fpidpo@mail.ru

FGBOU VO "Kalashnikov Izhevsk State Technical University"

Digital transformation of production: the importance of digital technologies and their implementation at the enterprises of the energy industry

The article deals with topical issues related to the ongoing processes of digital transformation of Russian energy industry enterprises. The study of the main macroeconomic market trends, risks and promising opportunities for the development of energy companies with the introduction of digital technologies has been carried out. The concept of "digital transformation" is considered. The analysis of the main directions and features of the implementation of digital production of energy facilities is carried out: digital warehouse, dynamic planning of maintenance and repair of equipment, digital occupational safety and health protection of personnel, immersive technologies, digital simulator training of operational personnel, digital twin of a thermal power station, digital twin of a thermal node. As a result of the study, the cumulative effects of the introduction of digital technologies and constraining barriers to the full-scale digital transformation of technological processes of energy industry enterprises are revealed. Recommendations for the successful implementation of the digital transformation of energy industry enterprises are proposed.

Keywords: digital transformation; digital technologies; digital production.

УДК 621.389

ГРНТИ 47.49.29

А. С. Раев, аспирант

tema.raev2018@yandex.ru *

А. Н. Копысов, кандидат технических наук, доцент
проректор по научной и инновационной деятельности

kan_kan@istu.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Оценка эффективности методов определения положения цели в радиолокационных системах, построенных на базе среды MATLAB

*В связи бурным развитием радиолокационных систем (РЛС) растет интерес к методам определения положения цели. Цель исследования состоит в сравнении стандартного метода, метода Кейпона и MUSIC при определении положения цели в среде MATLAB. В результате разработана модель радиолокационной системы и выполнена имитация отраженного сигнала от цели. Основой моделирования выступала среда MATLAB, в частности функции пакета *phased.FMCWWaveform*. Используя отчеты отраженного сигнала, произведен анализ результатов расчетов, основанных на теоретических выкладках стандартного метода, метода Кейпона и MUSIC. В качестве результатов выступали периодограммы дальность-угол. При оценке замечено, что для всех трех методов максимум интенсивности отраженного сигнала соответствовал установленному положению цели, однако для стандартного метода и метода Кейпона ширина откликов отраженного сигнала имела значения порядка 20° – 30° , что не свойственно для метода MUSIC с шириной отклика меньше 4° . Большой объем шагов в алгоритме метода MUSIC приводит к загруженности вычислительных ресурсов на 6 % (ЦП) и 200 МБ (ОП) и длительности вычислений в 2 раза в отличие от стандартного метода и метода Кейпона.*

Ключевые слова: радиолокационных систем (РЛС); метод Бартлета; метод Кейпона (MVDL); метод MUSIC; MATLAB.

Введение

В настоящее время при моделировании и проектировании современных радиолокационных систем (РЛС) большое внимание уделяется оценке их разрешающей способности. Кроме этого, при решении практических проблем обработки интересны методы выделения из искаженных шумом полезных сигналов. К таковым методам относятся стандартный метод, метод Кейпона и *MUSIC*.

Цель данного исследования: сравнить стандартный метод, метод Кейпона и *MUSIC* при определении положения цели в среде *MATLAB*.

Задачи:

- 1) описать стандартный метод, метод Кейпона и метод *MUSIC* при определении положения цели;
- 2) составить структуру модели радиолокационной системы в среде *MATLAB*;
- 3) промоделировать отраженный сигнал от цели и на его основе выполнить анализ на основе стандартного метода, метода Кейпона и метода *MUSIC*;
- 5) оценить результаты и сделать соответствующие выводы.

Описание методов определения положения цели

Принято считать, что существует два стандартных метода определения положения цели в пространстве: стандартный метод [1] и метод наименьшей дисперсии Кейпона [2].

Стандартный метод, так называемый метод Бартлета, заключается в сканировании интересующего углового сектора; тогда направление с наибольшей отдаваемой мощностью будет соответствовать направлению отраженного от цели. Для измерения используется

$$P_B = \frac{a^H(\theta) \cdot R_{xx} \cdot a(\theta)}{a^H(\theta) \cdot a(\theta)}, \quad (1)$$

где a^H – комплексно-сопряженное транспонирование; R_{xx} – автоковариационная матрица отраженного сигнала; $a(\theta)$ – вектор отклика антенной решетки.

Метод Кейпона или метод свободного от искажений обзора с наименьшей вариацией (*MVDL*) представляет собой попытку преодоления проблемы низкого разрешения. Метод основан на минимизации выходной мощности с условием, что усиление в необходимых направлениях равно единице. Формула пространственного спектра по методу Кейпона представлена ниже

$$P_C = \frac{1}{a^H(\theta) \cdot R_{xx}^{-1} \cdot a(\theta)}. \quad (2)$$

Другой группой алгоритмов оценки положения цели являются методы подпространства, а широко-применяемый тип данных методов – метод *MUSIC* [3].

С геометрической точки зрения принятые векторы сигналов образуют векторное пространство сигнала, которое можно разделить на две части: подпространство принятого сигнала (Q_s) и подпространство шума (Q_n). Произведя разрежение корреляционной матрицы R_{xx} по собственным векторам и собственным значениям, можно их определить, разделив собственные вектора на подпространство шума и сигнала.

Формула пространственного спектра по методу *MUSIC* [4] представлена ниже.

$$P_M = \frac{1}{a^H(\theta) \cdot Q_n \cdot Q_n^H \cdot a(\theta)}. \quad (3)$$

Структура модели радиолокационной системы в среде MATLAB

Стандартная структура радиолокационной системы с пассивным ответом представлена на рис. 1. К основным блокам системы относятся [4]:

1) передающее устройство (*TX*) – отвечает за формирование зондирующего сигнала;

2) приемное устройство (*RX*) – осуществляет прием отраженного сигнала;

3) антенна/антенная решетка – преобразует электромагнитную волну в электрический сигнал. Одиночная антенна используется в передающем тракте, а антенная решетка – в приемном тракте системы. Такая конфигурация позволяет производить сканирование узким лучом антенной решетки в секторе передающей антенны.

5) синхронизатор – отвечает за синхронную работу передатчика и приемника по времени.

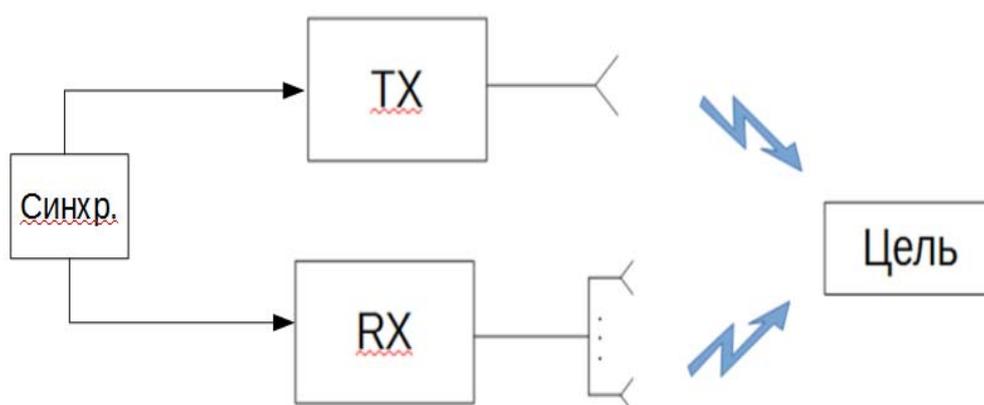


Рис. 1. Структурная схема РЛС с пассивным ответом

Первым шагом при проектировании модели выступал выбор зондирующего сигнала. Основным параметром выбора выступала частота применения того или иного сигнала в реальных прототипах РЛС. В последнее время наблюдается тенденция перехода на непрерывные РЛС с ЛЧМ, которые позволяют обнаруживать и измерять дальность и радиальную скорость точно так же, как и импульсные РЛС, отличаясь от последних низкой стоимостью, малыми габаритами, меньшим энергопотреблением и отсутствием слепой зоны.

Комплексная амплитуда дискретизированного ЛЧМ-импульса выражается [5] формулой

$$X(t) = A \exp \left(i \cdot 2\pi \cdot \left(f_0 \cdot t + \frac{bt^2}{2} + \varphi_0 \right) \right), \quad (4)$$

где A – амплитуда сигнала; f_0 – начальная частота ЛЧМ импульса, $b = \Delta f / \tau_{\text{и}}$ – параметр фазовой модуляции.

В среде *MATLAB* для генерации отчетов непрерывного ЛЧМ сигнала реализована функция `phased.FMCWWaveform` (рис. 2).

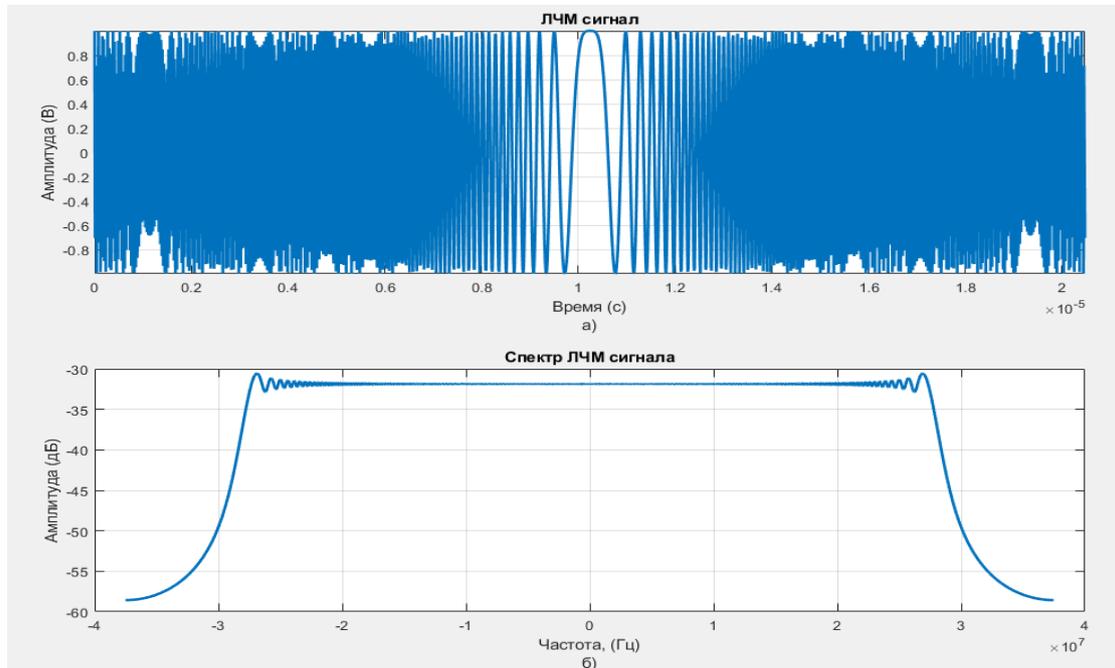


Рис. 2. Временное и частотное представление ЛЧМ-сигнала

Для создания модели РЛС в среде *MATLAB* разработан пакет функций (*Phased Array System Toolbox*), специализированных под данный спектр задач. Основные функции, применяемые при моделировании системы, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Функции пакета *Phased Array System Toolbox*, используемые при моделировании РЛС

Функция	Назначение
<code>phased.IsotropicAntennaElement</code>	Модель изотропного излучателя
<code>phased.Radiator</code>	Модель зондирующего сигнала передающим излучателем/антенной решеткой
<code>phased.ULA</code>	Модель приемной линейной антенной решетки

Функция	Назначение
phased.Collector	Модель сигнала, приемным излучателем/антенной решеткой
phased.Transmitter	Модель передающего устройства
phased.ReceiverPreamp	Модель приемного устройства

Параметры и структуру отдельных частей устанавливают при конфигурации той или иной функции модели. При моделировании рассмотрена наиболее упрощенная схема системы. Антенная решетка представляет собой линейную антенную решетку из четырех идентичных излучателей.

Модель отраженного сигнала от цели

Модель отраженного от цели сигнала представляет собой ЛЧМ-сигнал с ослаблением и задержкой по времени, обусловленной расстоянием до цели. Фаза комплексного отраженного ЛЧМ-сигнала изменяется по формуле [6]

$$\varphi_x(k, l) \approx 2\pi \left\{ -\frac{2f_{cv}}{\underbrace{c}_{f_D}} \cdot T_c l + \left(-\frac{2f_c v}{\underbrace{c}_{f_D}} - \frac{2BR_0}{\underbrace{c \cdot (T_c - T_{0l})}_{f_\tau}} \right) \right\} \cdot kT_s - \frac{2f_c R_0}{c}, \quad (5)$$

где k – номер отчета в импульсе; l – номер импульса; f_c – несущая частота, c – скорость света в вакууме; f_D – частота Доплера; f_τ – сдвиг частоты в зависимости от расстояния.

При нескольких целях сигнал представляет собой суперпозицию всех отраженных сигналов:

$$F(k, l) = \sum_{n=1}^k b_n \cdot A \cdot \exp(\varphi_n(k, l)), \quad (6)$$

где A – амплитуда зондирующего сигнала, φ_n – фаза, обусловленная отражением от n -й цели, b_n – ослабление сигнала, обусловленное расстоянием и эффективная поверхность рассеивания (ЭПР (σ_n)) цели:

$$b_n = \sqrt{\frac{c \cdot \sigma_n}{(4\pi)^3 \cdot R_n^4 \cdot f_c^2}} \quad (7)$$

Основные функции пакета *Phased Array System Toolbox* среды *MATLAB* для имитации отражения зондирующего сигнала от цели представлены в табл. 2.

Таблица 2. Основные функции имитации отраженного от цели сигнала

Функция	Назначение
phased.FreeSpace	Модель распространения электромагнитной волны в свободном пространстве
phased.RadarTarget	Модель цели
phased.Platform	Функция имитации положения цели в пространстве

Для сравнения зондированного и отраженного от цели сигнала в среде *MATLAB* построены графики их отчетов (рис. 3).

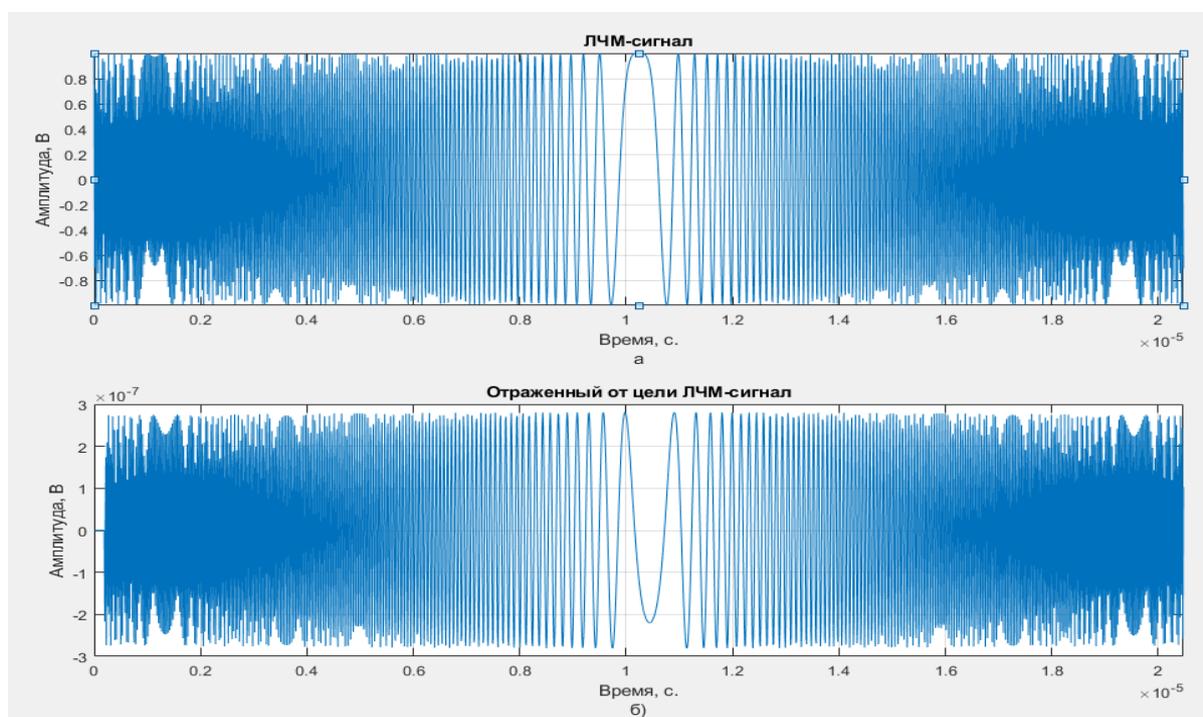


Рис. 3. Временное представление ЛЧМ-сигнала: а – зондирующий ЛЧМ-сигнал; б – ЛЧМ-сигнал, отраженный от цели

Согласно описанным выше математическим выкладкам, отраженный сигнал имеет ослабление и задержку обусловленные положением цели ее ЭПР.

Анализ результатов определения положения цели в пространстве

Расстояние до объекта (рис. 4) определяется разницей частот F передаваемого и отраженного сигналов [7]

$$d = \frac{F \cdot c}{2 \cdot S}. \quad (8)$$

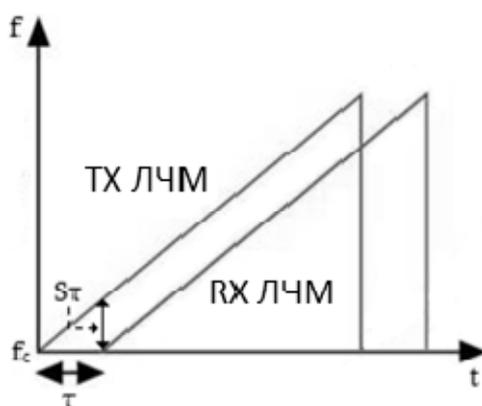


Рис. 4. Передаваемый и отраженный ЛЧМ-сигнал

Используя быстрое преобразование Фурье над смесью зондированного сигнала и принятого отраженного, можно определить данную разность частот:

$$S(F) = FFT(S_{TX} \cdot conj(S_{RX})), \quad (9)$$

где FFT – функция преобразования быстрого Фурье; $conj$ – функция комплексного сопряжения; S_{TX} – зондированный сигнал; S_{RX} – принятый отраженный сигнал [8].

Следящий шаг состоит в обработке результатов стандартным методом, методом Кейпона и методом $MUSIC$, используя описанные соотношения. Результатом всех вышеперечисленных преобразований выступает периодограмма «дальность – угол» [9], которая представляет собой матрицу значений интенсивности принятого сигнала в определенном направлении (рис. 5–7).

Рассмотрим периодограммы для стандартного метода, метода Кейпона и метода *MUSIC*, для цели, расположенной на расстоянии 30 м под углом азимута 20° .

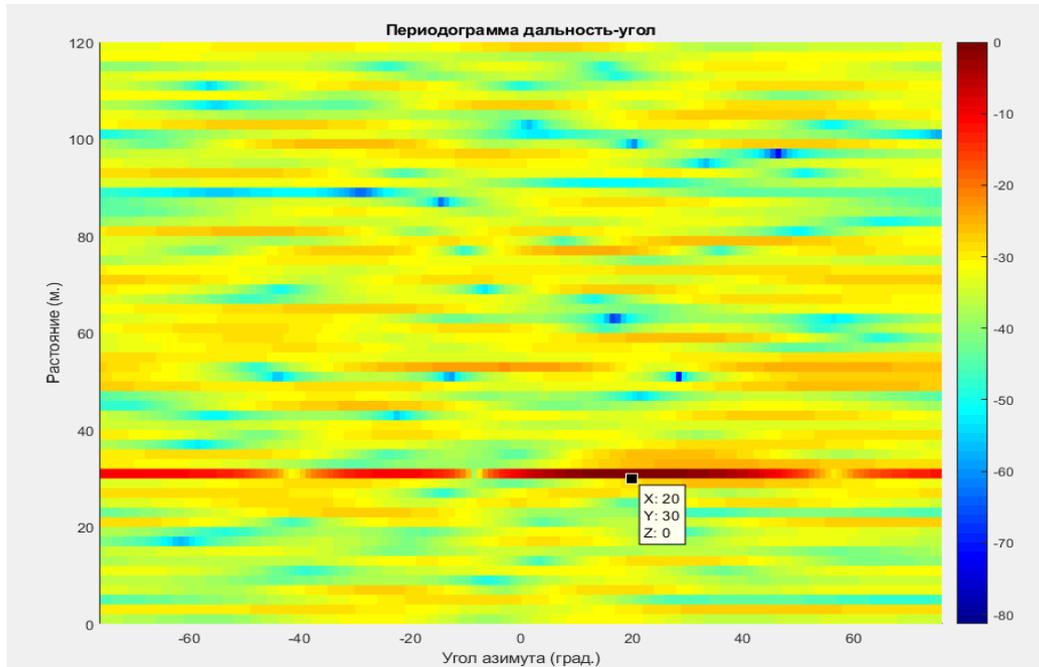


Рис. 5. Периодограмма дальность-угол, вычисленная стандартным методом

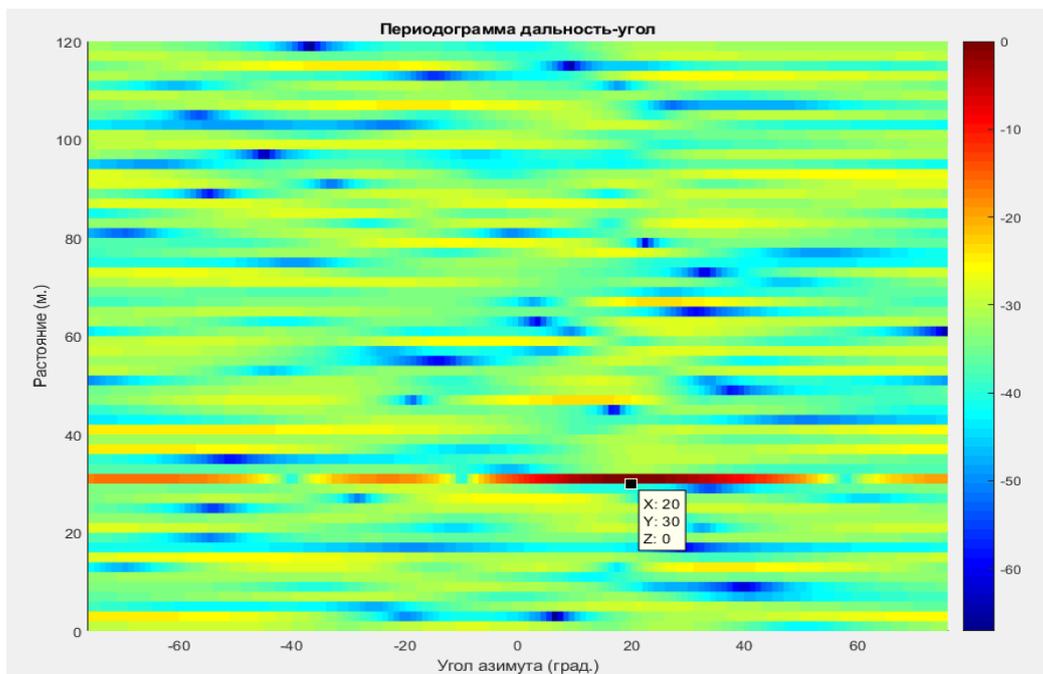


Рис. 6. Периодограмма дальность-угол, вычисленная методом Кейпона

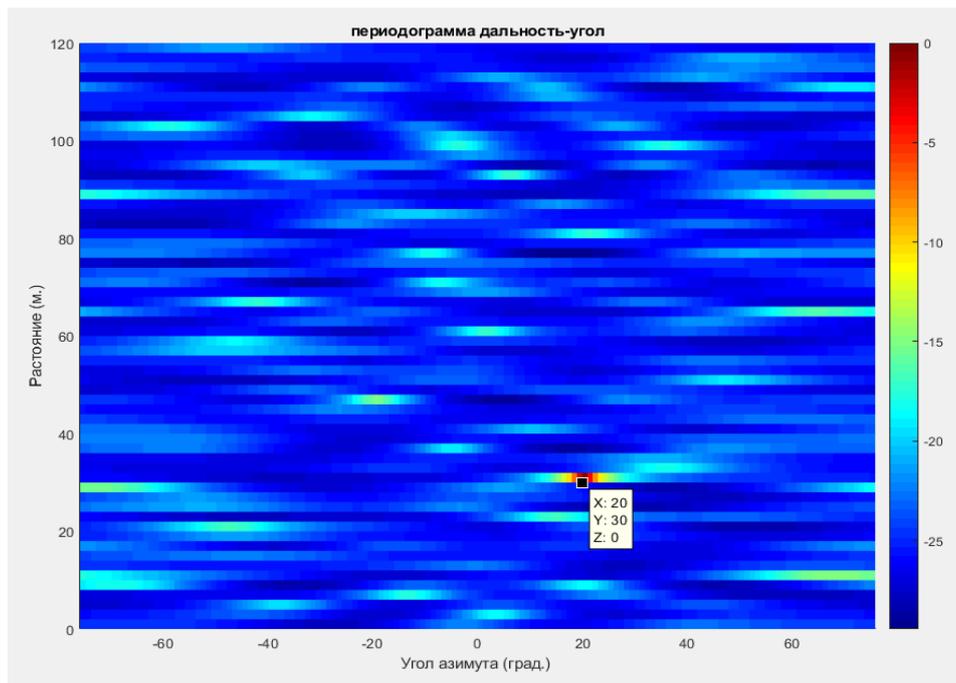
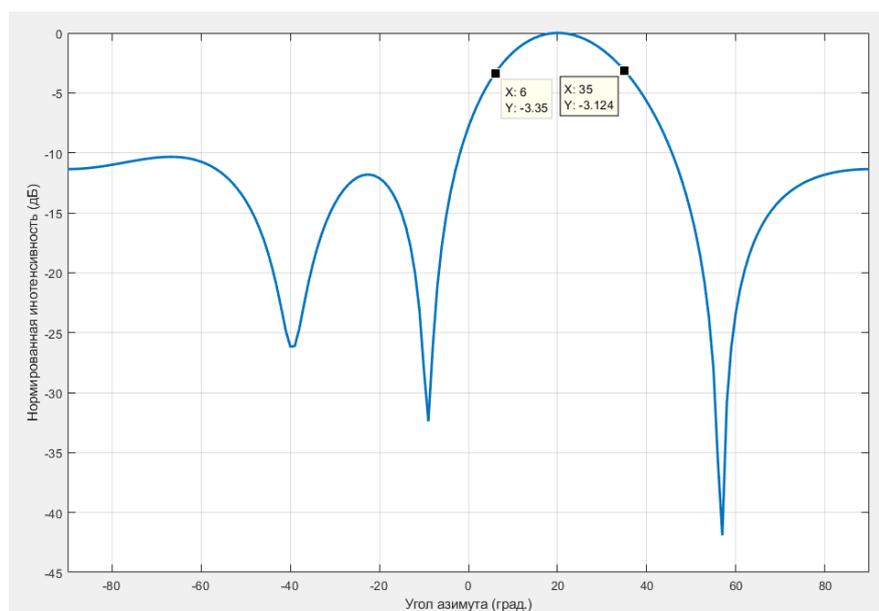


Рис. 7. Периодограмма дальность-угол, вычисленная методом *MUSIC*

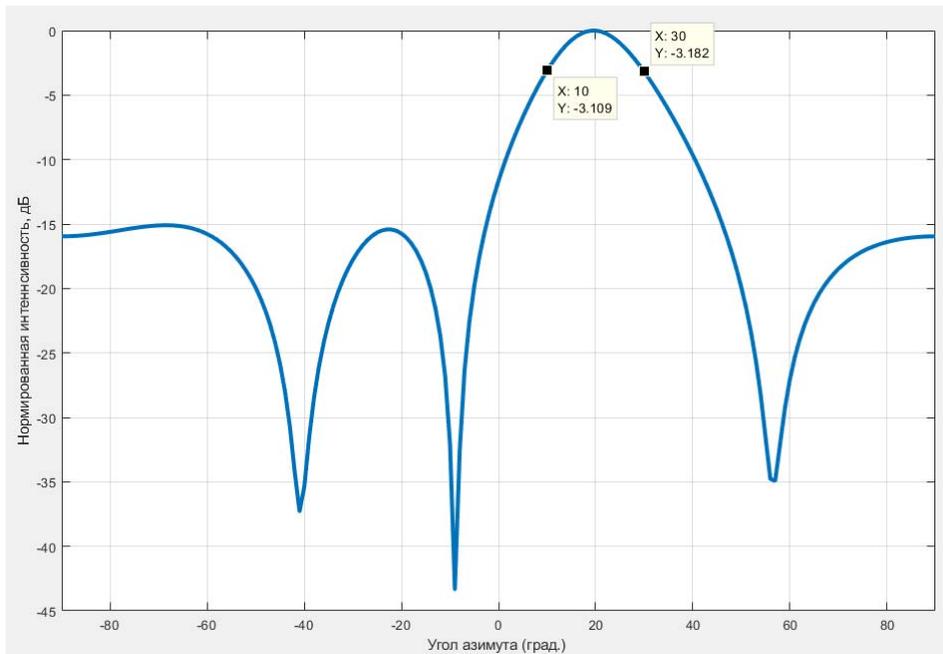
Как можно заметить из периодограмм, максимальное значение интенсивности отраженного сигнала для каждого из методов соответствует заданному положению цели. Однако стандартный метод и метод Кейпона обусловлены широким откликом в отличие от метода *MUSIC*. Это связано с шириной диаграммы направленности антенной решетки (рис. 8).



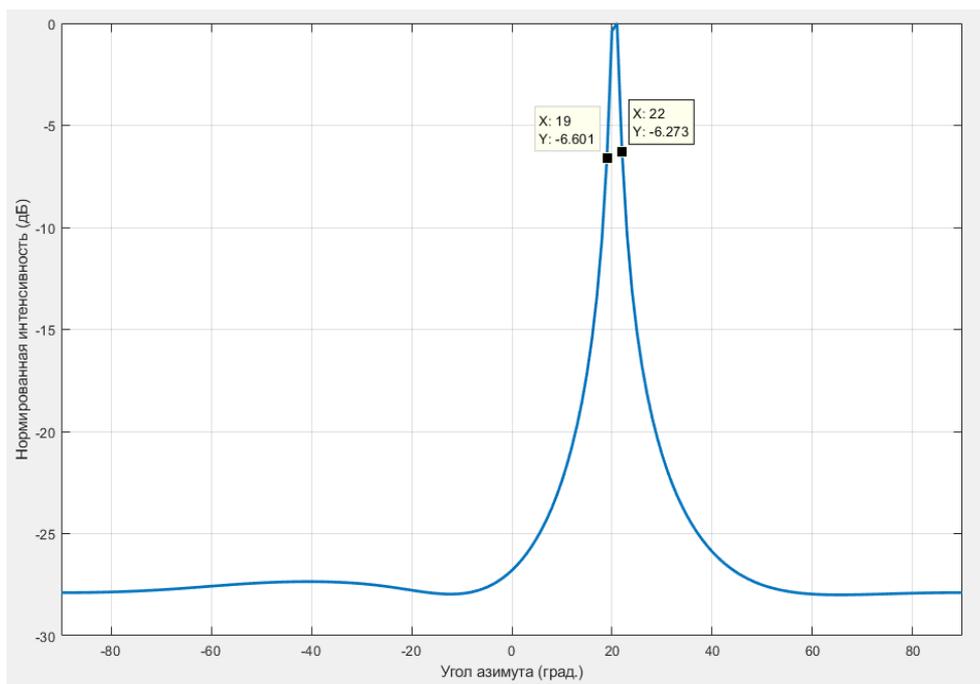
a

Рис. 8. Зависимость интенсивности отраженного сигнала на расстоянии 30 м:

a – стандартный метод (окончание на с. 163)



б



в

Рис. 8. Зависимость интенсивности отраженного сигнала на расстоянии 30 м:

б – метод Кейпона; в – метод MUSIC (начало на с. 162)

Значения ширины отклика отраженного сигнала представлены в табл. 3.

Последним шагом необходимо оценить загрузку вычислительных ресурсов и длительность вычислений.

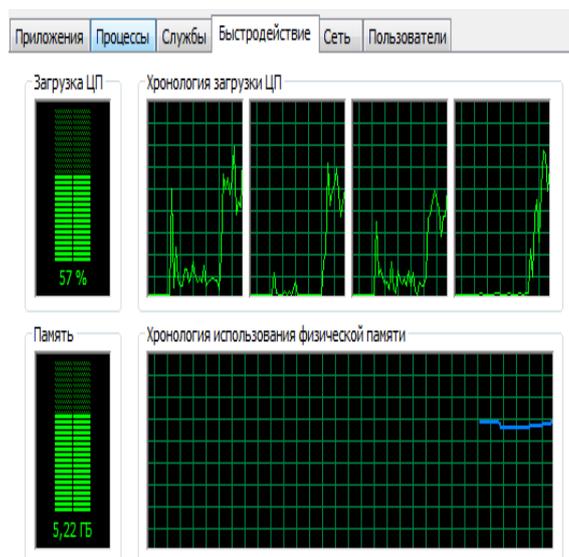
Таблица 3. Значения ширины оклика отраженного сигнала на расстоянии 30 м

Метод	Значение ширины отклика
Стандартный метод	29°
Метод Кейпона	20°
Метод MISIC	<4°



а

б



в

Рис. 9. Результаты мониторинга загрузки вычислительных ресурсов при моделировании:

а – стандартный метод; б – метод Кейпона; в – метод *MUSIC*

Можно заметить, что загрузка вычислительных ресурсов меньше в стандартном методе и методе Кейпона на 6 % центральный процессор (ЦП) и 200 МБ

оперативной памяти (ОП) от метода *MUSIC*. Длительность вычислений для первых двух методов меньше, чем для метода *MUSIC*: на 14,7 секунд в стандартном методе, на 14,8 секунд для метода Кейпона. Это связано с большим количеством шагов в реализации алгоритма вычислений метода *MUSIC*.

Выводы

В результате описаны три метода определения положения цели: стандартный метод, метод Кейпона и метод *MUSIC*. Составлена структура модели радиолокационной системы и имитационная модель отраженного сигнала от цели в среде *MATLAB*. Для их разработки опасны основные функции пакета *Phased Array System*. Выполнен анализ на основе описанных стандартного метода, метода Кейпона и метода *MUSIC*. Результатами анализа для каждого из методов выступали периодограммы «дальность – угол».

При оценке методов замечено, что для всех трех методов максимум интенсивности отраженного сигнала соответствовал установленному положению цели. Однако для стандартного метода и метода Кейпона ширина откликов отраженного сигнала имела значения порядка 20° – 30° , что не свойственно для метода *MUSIC* с шириной отклика меньше 4° . Ширину можно сузить, установив приемную антенную решетку с большим количеством элементов.

Большой объем шагов в алгоритме метода *MUSIC* приводит к загруженности вычислительных ресурсов на 6 % (ЦП) и 200 МБ (ОП) и длительности вычислений в 2 раза в отличие от стандартного метода и метода Кейпона. Кроме этого, метод *MUSIC* работает при заранее известном количестве целей и относительно высоком отношении «сигнал/шум», что не применимо в системах пассивной радиолокации.

Список использованных источников и литературы

1. *Van Trees H.L.* Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation, and Modulation Theory. – New York : NY: Wiley-Interscience, 2002. – 1443 с. ISBNs: 0-471-09390-4 (Hardback) ; 0-471-22110-4 (Electronic)

2. *Яцкин, Д. В.* Особенности применения метода MVDR для обработки сигнала фазированной антенной решеткой / Д. В. Яцкин, И. А. Калинов, А. А. Кочкаров // Путь в науку. Радиотехнические системы : материалы конф., Ярославль, 27 апреля 2018 г. / отв. ред. Л. Н. Казаков ; Ярославский гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : Ярослав. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, 2018. – С. 47–57. – EDN: OXJQMZ

3. *Лукьянова, Ю. В.* Пространственное сверхразрешение целей в задаче обработки сигналов ЛЧМ-радаров / Ю. В. Лукьянова, К. Д. Зайков // Sharygin readings: all-Russian scientific conference of leading scientific schools in the field of radar, radio navigation and electronic information transmission systems. – 2021. – Т. 1, № 1. – С. 113–120. – EDN: RJXLYB

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611205 Российская Федерация. Определение координат по азимуту цилиндрических цифровых антенных решеток методом MUSIC : № 2017662453 : заявл. 01.12.2017 : опубл. 25.01.2018 / И. В. Пешков, Ю. Б. Нечаев, Х. С. К. Т. Аль ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина». – EDN: ONOSCF

5. *Бакулев, П. А.* Радиолокационные системы : учеб. для студ. высш. учеб. завед., обучающихся по специальности «Радиоэлектронные системы» направления подготовки «Радиотехники» / П. А. Бакулев, П. А. Бакулев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Радиотехника, 2007. – 375 с. – (Учебник для ВУЗов). – ISBN 5-88070-142-5. – EDN: QMRCVB

6. *Горошко, С. М.* Matlab Simulink модель радиолокатора непрерывного действия с линейной частотной модуляцией // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2015 : материалы 11-й Междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 16–20 ноября 2015 г. / Севастопольский государственный университет ; под ред. А. А. Савочкина. – Севастополь : Севастопольский государственный университет, 2015. – С. 63. – EDN: XTTEIV

7. *Johannes, Fink.* Comparison of OFDM Radar and Chirp Sequence Radar / Johannes Fink, Friedrich K. Jondral // 16th International Radar Symposium (IRS). – Dresden, Germany : Hamburg University of Technology (TUHH), 2015. – Pp. 315-321. DOI: 10.1109 / IRS.2015.7226369

8. *Мовсисян, Л. Р.* Тестирование интегральной схемы автомобильного радара непрерывного излучения с частотной модуляцией сигнала с частотой в 77 ГГц / Л. Р. Мовсисян, Г. А. Цатурян, С. В. Антонян. – 2020. – № 1. – С. 55–64. – EDN: GZGGCY

9. *Бирюкова, А. М.* Принцип работы Frequency-Modulated Continuous Wave радара // Образование и наука в России и за рубежом. – 2018. – № 4 (39). – С. 24–26. – EDN: XMHBSP

10. *Баланис, К. А.* Введение в смарт-антенны / К. А. Баланис, П. И. Иоанидес. – Москва : Техносфера, 2012. – 200 с. – (Мир радиоэлектроники). – ISBN 978-5-94836-312-7. – EDN: IGCUTX

A. S. Raev, Post-graduate
tema.raev2018@yandex.ru *

A. N. Kopysov, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Vice-Rector for Research and Innovation

kan_kan@istu.ru

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Evaluation of the effectiveness of methods for determining the position of the target in radar systems built on the basis of the MATLAB environment

Due to the rapid development of radar systems (radar), there is a growing interest in methods for determining the position of the target. The purpose of the study is to compare the standard method, the Capon method and MUSIC in determining the position of the target in the MATLAB environment. As a result, a model of the radar system was developed and a simulation of the reflected signal from the target was performed. The modeling was based on the MATLAB environment, in particular the functions of the phased. FMCWW a veform package. Using the reports of the reflected signal, the analysis of the results of calculations based on the theoretical calculations of the standard method, the Capon method and MUSIC was carried out. The results were the range-angle periodograms. During the evaluation, it was noted that for all three methods, the maximum intensity of the reflected signal corresponded to the set position of the target, however, for the standard method and the Capon method, the width of the responses of the reflected signal had values of the order of 200-300, which is not typical for the MUSIC method with a response width less than 40. In turn, a larger number of steps in the algorithm of the MUSIC method leads to a load of computing resources by 6% (CPU) and 200 MB (OP) and the duration of calculations by 2 times, unlike the standard method and the Capon method.

Keywords: RADAR; Bartlet method; Keypon method (MVDL); method MUSIC; MATLAB

УДК 657.432.5

ГРНТИ 82.05.21

Е. А. Риффель, студент

В. Ю. Иштубаева, студент

vika72753@gmail.com

Д. О. Бегеева, студент

А. А. Данилова, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

aa_danilova@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Построение модели процесса работы с претензиями клиентов на предприятии общественного питания

Проведен сбор и анализ информации о рынке общественного питания в Российской Федерации за 2022 г. Выявлена важная роль претензий в работе предприятия. Описан парадокс восстановления доверия клиентов из исследования Ноттингемского университета экономики. Приведен пример из реферата, в котором описывается система фотофиксации готовых блюд, на основании которой можно определить обоснованность претензий от клиентов касательно готового продукта. Определена нормативная база для работы с претензиями клиентов. Составлена модель черного ящика по процессу обработки претензий. Предложена модель работы с претензиями клиентов и разработана блок-схема. Проведен анализ блок-схемы обработки претензий. Данная модель представляет собой пошаговую инструкцию по работе с претензиями на предприятии общественного питания, начиная с приема претензии до оценки удовлетворенности решением проблемы клиента. Модель будет полезна для развития предприятий общественного питания, поскольку повысит конкурентоспособность и качество оказываемых услуг.

Ключевые слова: претензия; предприятие общественного питания; качество; предприятие; клиент.

На данный момент рынку общественного питания присуща высокая конкуренция. Объем оборота общепита в Российской Федерации в 2022 г. вырос на 4,7 % по сравнению с показателем за 2021 г. и составил 2,3 трлн руб. Об этом говорится в материалах Росстата [1]. В современных условиях предприятиям необходимо постоянно повышать свою конкурентоспособность. Одним из способов повышения конкурентоспособности является развитие клиентоориентированности. Этим обусловлена актуальность данной работы.

Цель исследования: построение модели процесса работы с претензиями клиентов на предприятии общественного питания.

Функционирование предприятия общественного питания ориентировано на клиентов. Для удовлетворения потребителей необходимо поддерживать обратную связь [5].

Обращение клиентов в организацию общественного питания может быть вызвано разными причинами:

- заказ еды;
- бронирование столика;
- оставление отзывов о предоставленных услугах;
- получение информации об организации (акции, расположение организации, загруженность заведения и т. д.);
- претензии.

Модель процесса работы с обращениями клиентов описана в статье П. А. Тучковой и А. А. Даниловой. Благодаря работе с обращениями предприятие повышает уровень своей конкурентоспособности и лояльность клиентов. Предложенная в статье модель учитывает этапы работы с обращениями клиентов от учета регистрации и учета сообщения от потребителя до проведения совещания по рассмотрению рекламационного акта. С помощью данной модели можно провести автоматизацию бизнес-процессов по работе с клиентами.

Обосновывается важность работы с обращениями от потребителей [7]. Опираясь на модель в статье П. А. Тучковой и А. А. Даниловой, более подробно рассмотрим один из видов обращений от клиентов к предприятию, а именно претензию.

Претензия – это предъявляемое клиентом сообщение о недовольстве, связанном с некачественным товаром или предоставленной услуги.

Большинство клиентов не готовы высказать свою претензию работникам предприятия общественного питания сразу после оказания услуги. Однако они распространяют информацию о некачественно оказанных услугах или готовом продукте среди других потенциальных клиентов. Таким образом, наносится репутационный ущерб предприятию, ухудшается рейтинг заведения внутри целевой аудитории. Поэтому необходимо наладить контакт с клиентами, добиться их расположения, чтобы получить информацию об удовлетворенности или неудовлетворенности клиента. Это поможет своевременно решить конфликтную ситуацию, что сформирует положительное мнение о сотрудниках и организации общественного питания в целом, а также поможет предотвратить снижение рейтинга заведения.

Многие недочеты в работе предприятия можно определить только на этапе работы с клиентами. Выявить недочеты позволяет обратная связь от клиентов (жалобы, отзывы, комментарии и т. д.). Претензиям стоит выделить особую роль, поскольку работа с жалобами позволяет повысить качество оказываемых услуг [2, 3].

Существует такое понятие, как парадокс восстановления доверия. Это ситуация, в которой клиент становится более лояльным к компании после того, как компания решила его проблему.

В ситуации, когда у клиента возникает претензия к компании из-за некачественно оказанных ею услугами или приобретенным у нее товарам, клиенту важно, чтобы его проблему решили. За счет этого повышается его доверие к компании. Согласно исследованию, проведенному Ноттингемским университетом экономики (рис. 1), в данной ситуации материальная компенсация оказывает меньшее воздействие в пользу лояльности покупателя.



Рис. 1

По рис. 1 видно, что 45 % клиентов отзывали свою негативную оценку после принесенных компанией извинений, и только 23 % согласились сделать то же самое в обмен на финансовую компенсацию [4]. Основываясь на данном исследовании, необходимо акцентировать внимание на поступающие претензии от клиентов для их дальнейшего рассмотрения.

Претензии условно можно разделить на группы:

- претензии по работе персонала;
- претензии по качеству еды и напитков;
- претензии по состоянию заведения (чистота, состояние мебели, шум, температура в помещении);
- прочие претензии.

Претензии от клиентов могут быть обоснованные и необоснованные.

Из уровня техники известна система и способ фотофиксации заказов предприятия общественного питания (RU 2758816C1 МПК G06Q 50/12 (2012.01) СПК G06Q 50/12 (2021.05) опубл. 02.11.2021), в котором описан способ фотофиксации готового блюда. При покупке блюда выдается чек, в котором дополнительно указываются характеристики готового продукта, таким образом, у каждой стороны будут документальные доказательства (кассовый чек с точными изображениями и параметрами поданных блюд). В случае возникновения претензии в связи с неудовлетворенностью блюдом данная систе-

ма помогает установить обоснованность претензии. Поскольку параметры готового блюда (вес, время изготовления, температура, температурная карта поверхности блюда, внешний вид) определяются с помощью средства фотофиксации, а не человеком, исключена предвзятость, субъективность и ошибки, связанные с человеческим фактором. Это изобретение помогает в решении спорных ситуаций, когда клиент недоволен характеристиками готового блюда, но не дает решения проблемы претензий на предприятии общественного питания в целом [6].

Нормативной базой для работы с претензиями клиентов является ГОСТ Р ИСО 10002-2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей». Стандарт содержит руководящие указания для организаций по планированию, разработке, проектированию, функционированию, поддержанию и улучшению результативного и эффективного процесса работы с претензиями для всех типов коммерческих или некоммерческих видов деятельности.

Данный стандарт используют совместно с ИСО 9001 и ИСО 9004. ГОСТ Р ИСО 10002-2020 опирается на цели этих стандартов за счет результативного и эффективного применения процесса работы с претензиями. Этот стандарт можно использовать отдельно от ИСО 9001 и ИСО 9004.

Модель «черного ящика» процесса работы с претензиями клиентов изображена на рис. 2.

Модель процесса работы с обращениями клиентов должна включать:

- анализ претензии;
- уточнение деталей претензии;
- предложение вариантов решения проблемы;
- решение проблемы;
- получение обратной связи от клиента, оценка его удовлетворенности.

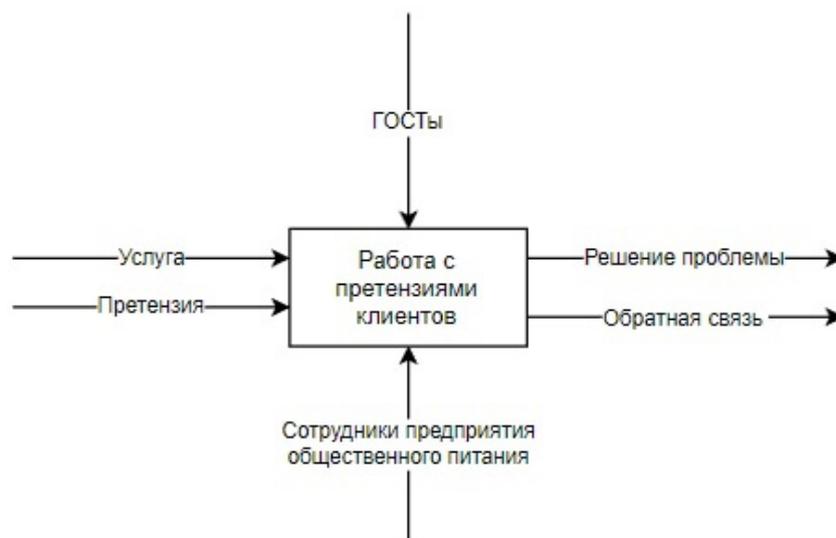


Рис. 2. Модель «черного ящика» процесса работы с претензиями: входы – услуга и претензия; управляющие воздействия – ГОСТ; механизмы – сотрудники предприятия общественного питания; выходы – решение проблемы и обратная связь

Проведен анализ обработки претензий и на его основании построена блок-схема (рис. 3). Претензия от клиента может поступить: лично сотруднику предприятия общественного питания, через книгу жалоб, по телефонному звонку, по электронной почте, а также на сайт предприятия. После получения претензии сотрудник анализирует полученную от клиента претензию. При необходимости получить дополнительную информацию, необходимую для дальнейших действий, сотрудник уточняет детали проблемы у клиента. Далее необходимо определить, есть ли обоснование у претензии. При необоснованности претензии клиенту приносятся извинения и объясняется причина завершения рассмотрения претензии. При наличии обоснования клиенту также приносятся извинения и предлагаются варианты решения проблемы. После решения проблемы у клиента запрашивается обратная связь, оценивается удовлетворенность решением. Если клиента не устраивает результат принятых мер по решению его проблемы, вновь запрашиваются детали претензии, способные привести к действиям по устранению претензии.

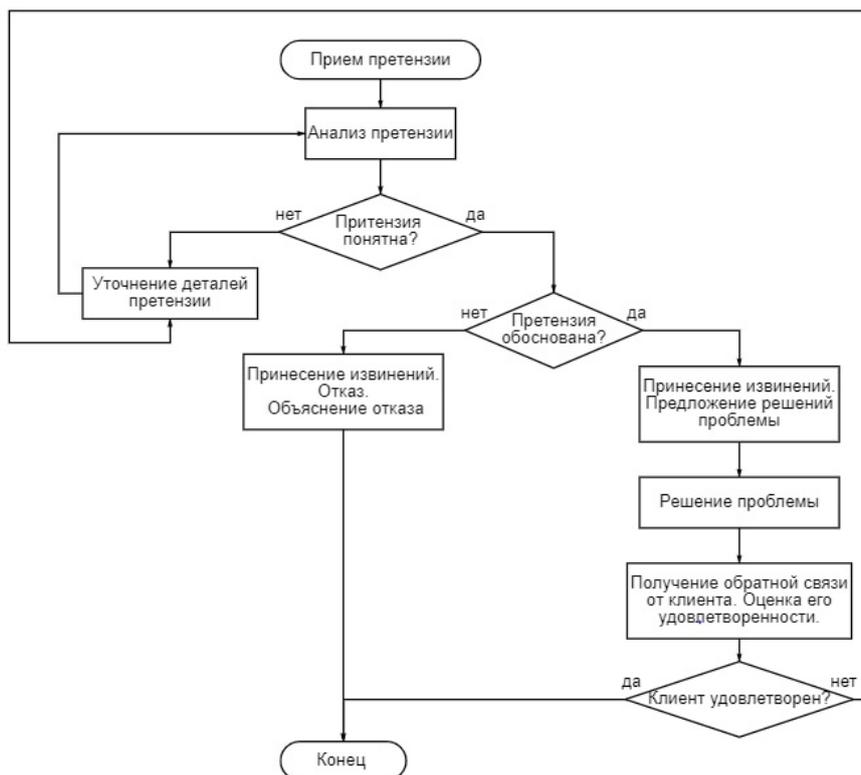


Рис. 3. Блок-схема «Обработка претензий»

Проведя анализ роли претензий в работе предприятия, установили, что претензия занимает одну из ключевых позиций в жизненном цикле предприятия общественного питания, поскольку решение претензий помогает доработать бизнес-процессы внутри организации и повысить качество блюд и оказываемых услуг. Была построена модель обработки претензий в виде блок-схемы. Предложенная модель представляет пошаговую инструкцию по работе с претензиями на предприятии общественного питания, начиная с приема претензии до оценки удовлетворенности решением проблемы клиента. При использовании данной модели на предприятии лояльность клиентов повысится, что позволит расширить клиентскую базу и повысить конкурентоспособность организации на заполненном рынке общественного питания.

Список использованных источников и литературы

1. Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 25.02.2023).

2. *Агарков, А. П.* Управление качеством : учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К°, 2009. – 228 с. – ISBN 978-5-394-00163-5
3. *Барлоу, Д.* Жалоба – это подарок. Как сохранить лояльность клиентов в сложных ситуациях. – Москва : Олимп-Бизнес, 2008. – 49 с.
4. *Панова, Т. Е.* К анализу зарубежного и отечественного исследования лояльности клиентов // Вестник университета. – 2017. – № 1. – С. 157–159. – EDN: XVSUCZ
5. *Закиров, В. М.* Выбор рационального качества обслуживания клиентов // Universum: технические науки. – 2021. – № 12-2 (93). – С. 55–58. – EDN: NFEVSA
6. Патент № 2758816 С1 Российская Федерация, МПК G06Q 50/12. Система и способ фотофиксации заказов предприятия общественного питания : № 2020121554 : заявл. 29.06.2020 : опубл. 02.11.2021 / Г. Р. Хвистани. – EDN: LVQCPS
7. *Тучкова, П. А.* Построение модели процесса работы с обращениями клиентов / П. А. Тучкова, А. А. Данилова // Synergy of Science. – 2020. – № 46. – С. 88–96. – EDN: WXRXGG

E. A. Riffel, Student

V. Y. Ishtubaeva, Student

vika72753@gmail.com

D. O. Begeeva, student

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

aa_danilova@mail.ru

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Building a model of the process of working with customer claims at a catering company

In this paper, the collection and analysis of information on the catering market in the Russian Federation for 2022 was carried out. The important role of claims in the work of the enterprise is revealed. The paradox of restoring customer trust from a study by the University of Nottingham Economics is described. An example from the abstract is given, which describes a system of photo-fixation of ready meals, on the basis of which it is possible to determine the validity of claims from customers regarding the finished product. The regula-

tory framework for dealing with customer claims has been defined. A black box model has been compiled for the claims processing process. A model of working with customer claims is proposed and a flowchart is developed. An analysis of the claims processing flowchart was carried out. This model is a step-by-step instruction on working with claims at a catering company, starting from receiving a claim to assessing satisfaction with the solution of a client's problem. The model will be useful for the development of catering enterprises, as it will increase the competitiveness and quality of services provided.

Keywords: claim; catering company; quality; enterprise; customer.

УДК 316.46

ГРНТИ 15.41.39

Е. А. Риффель_студент

В. Ю. Иштубаева, студент

vika72753@gmail.com

Д. О. Бегеева, студент

А. А. Данилова, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

aa_danilova@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Конфликт как способ выявления лидера в организации

Проведен сбор и анализ статистических данных о представлении фигуры лидера в организации на основе мнения россиян. Даны определения терминам «лидер» и «руководитель», проведен анализ функций человека, выполняющего роль лидера, а также функций руководителя внутри организации. Описаны причины возникновения конфликтов на предприятии, составлена блок-схема решения конфликтных ситуаций, проведен ее анализ. Рассмотрен конфликт как способ выявления лидерских качеств. Определена роль лидера в организации, отмечено, какую позицию он занимает при возникновении конфликта. Установлено, что выявление неформального лидера в коллективе и применение его лидерских качеств положительно скажется на эффективности и результативности работы всей группы.

Ключевые слова: лидер; руководитель; конфликт; организация; коллектив; группа.

В основе становления, функционирования и развития любой современной организации стоят люди. Основная мысль: в процессе конфликта выявляются

работники с лидерскими качествами. Это положительный эффект от конфликта. Организации нужны лидеры, поэтому можно искусственно создавать конфликтные ситуации. В рамках корпоративных мероприятий (тимбилдинг), направленных на развитие работников организации, проводить коммуникативные бои, дебаты и т. п. Важную роль играют работники с необходимыми компетенциями, знаниями и опытом в сфере осуществления деятельности конкретной организации. Однако движение организации вперед происходит за лидером. Что подтверждается одним из принципов менеджмента качества по ГОСТ Р ИСО 9001-2015 – лидерство.

По данным Всероссийского центра изучения общественного мнения за 2020 г., 64 % россиян считают, что успешно выполнять роль лидера в организации может человек, наделенный от природы лидерскими качествами. Выступают или доводилось выступать в роли лидера в организации всего 15 % россиян. Публицист А. П. Девятков утверждает, что лидеры составляют лишь около 5 % от общего числа любой устойчивой группы [5]. Актуальным вопросом для современной организации является выявление лидеров среди сотрудников, способных вести коллектив к достижению поставленных целей [1].

Целью данной работы является рассмотрение конфликта как способа выявления лидерских качеств в организации.

Схожими и часто путаемыми понятиями являются «лидерство» и «руководство». Идеальным вариантом в компании является такая ситуация, в которой начальник и лидер – один и тот же человек. Но на практике так далеко не всегда. Руководство представляет собой организацию всей деятельности предприятия, которое включает распределение обязанностей и ролей. Лидерство характеризует психологические отношения, направление работников на решение общих для данного коллектива проблем. Руководитель организации должен обладать характеристиками лидера для нормального функционирования группы и всех процессов внутри нее [2].

Руководитель – человек, назначенный верхней инстанцией, несущий ответственность за функционирование группы. Его полномочия задокументиро-

ваны юридически. Он может представлять группу в других организациях. Должностные полномочия такого человека прописаны в должностной инструкции.

Руководители делятся на несколько видов в зависимости от стиля управления:

- авторитарный;
- либеральный;
- демократичный;
- командный лидер;
- компанейский лидер;
- лидер-манипулятор;
- карьерист;
- лидер-аскет;
- трудоголик;
- нерешительный лидер;
- «патриарх»;
- педант.

Лидер – человек, обладающий наибольшим авторитетом и признанием в своей группе, способный вести за собой других людей. Такой человек двигает организацию к поставленной цели и влияет на других людей благодаря своим личным качествам. Ниже перечислены основные лидерские качества:

- вовлечение людей в деятельность организации;
- умение убеждать;
- коммуникабельность;
- умение видеть цель и желаемый результат;
- вовлеченность в деятельность организации;
- объективность в оценке положения организации;
- гибкость мышления;
- готовность идти на риск;
- самоорганизация.

Данный набор лидерских качеств позволяет выполнять определенные функции в организации. Функции лидера перечислены в табл. 1.

Функции лидера в организации

№ п/п	Функция	Содержание функции
1	Направляющая	Постановка целей организации, установление первичных целей, мотивация сотрудников к их выполнению
2	Планирования	Выстраивание тактического плана, видение пути развития
3	Контрольно-координирующая	Направление и отслеживание результатов деятельности группы в соответствии с планом
4	Административная	Поощрение и наказание работников
5	Экспертная	Помощь и консультация работника в вопросах профессиональной и непрофессиональной сферы
6	Представительская функция	Контактирование и посредничество между своей организацией и внешней средой
7	Эмоционально-регулятивная	Поддержание благоприятного климата внутри организации
8	Нормообразующая	Контроль за соблюдением негласных правил коллектива
9	Мировоззренческо-формирующая	Формирование ценностей и взглядов группы
10	Символьная	Создание символов, выделяющих одну группу среди других

Из таблицы видно, что лидер в организации выполняет важные функции, без которых невозможно достижение предприятием лидирующих позиций. Итак, лидер действительно является ключевой фигурой в деятельности организации.

С точки зрения психологии по модели Р. М. Белбина, группа состоит из четырех типов ролей: менеджеры-трудяги, лидеры, интеллектуалы, переговорщики [7]. Согласно данной модели, лидер может принимать позиции ведущего и мотиватора. В функции ведущего входит распределение задач, при этом он не доминирует над другими участниками группы, способен выявить полезные способности членов группы. Мотиватор выступает в роли инициатора мероприятий, побуждает группу к действиям, применяя разнообразные подходы к каждому человеку в коллективе.

Для эффективного функционирования организации необходимо выделить лидера, который организует работу в группе. Определит лучшие стороны уча-

стников группы и их способности. Анализируя информацию, направит коллектив на выполнения задач.

В каждой группе есть руководитель, назначенный формально, но он не всегда выполняет функции лидера, из-за чего работа группы может быть затруднена. Поэтому начальству выгодно определить неформального лидера коллектива. Для выявления лидера в коллективе применяют способы: тестирование, психологические методы, изучение личных качеств и биографии. Лидера определяют по наличию или отсутствию приведенных выше лидерских качеств. Проявление лидерских качеств явно выражается в конфликтных ситуациях [3].

Конфликтная ситуация – это выражение разногласий между двумя или более сторонами.

На предприятии конфликты могут возникать:

- 1) между группами работников;
- 2) работником и коллективом;
- 3) работником и руководителем;
- 4) группой работников и руководителем.

В источнике [6] на конкретных примерах рассмотрен каждый из видов конфликтов (межличностный, межгрупповой, между личностью и группой) и проявляемые лидером качества при решении приведенных ситуаций. Проведен сравнительный анализ поведения лидера в конфликтах с лидерскими качествами по И. П. Чередниченко.

Сотрудник компании, обладающий качествами лидера, использует их для решения конфликтных ситуаций внутри организации. Навыки коммуникации у лидера помогают объединить разные группы людей и направить их деятельность на выполнение стоящих задач, что повышает сплоченность коллектива и продуктивность работы группы. Таким образом, у конфликта можно выявить положительный эффект, его можно рассматривать как способ проявления лидерства внутри организации.

Стоит отметить, что конфликтные ситуации могут возникать на предприятии по разным причинам, таким как ограниченность ресурсов, различие в це-

лях работников и отделов, различие в подходах к работе и манере поведения и т. д. Они являются одной из ступеней на пути к росту компании. В целях выявления лидера можно создать конфликт искусственно в рамках проведения корпоративных мероприятий по развитию персонала. Это могут быть деловые игры, коммуникативные бои или дебаты. В таком случае организации будет легче проанализировать действия работников, выявить лидера в коллективе для дальнейшего применения его качеств на благо организации [4].

Ниже представлена блок-схема «Решение конфликта» (рисунок). Блок-схема является универсальной для всех перечисленных видов конфликтов, содержит действия лидера в конфликтной ситуации.



Блок-схема «Решение конфликта»

По рисунку можно увидеть, что лидер в конфликтной ситуации занимает нейтральную сторону, проявляет сдержанность, выслушивает каждую конфликтующую сторону, анализирует ситуацию, предлагает варианты решения, принимает участие в примирении сторон конфликта, убеждает в правильности выбранного пути решения.

В заключение отметим, что конфликт является способом выявления лидерских качеств. Его преодоление объединяет сотрудников коллектива, повышает продуктивность работы. Люди с лидерскими качествами лучше понимают цели и задачи компании, создается морально здоровая обстановка в коллективе. Положительный эффект от конфликта помогает сотрудникам смотреть на проблемы с разных точек зрения, стимулирует искать альтернативные варианты решения проблем, что позволяет снизить затраты ресурсов организации.

Список использованных источников и литературы

1. *Чегринцова, С. В.* Лидерство и командообразование в организации. – Тверь : Тверской государственный университет, 2020. – 115 с. – EDN: YEYU1B
2. *Сазонова, А. С.* Лидерство и разрешение конфликтов в организации / А. С. Сазонова, Ю. Б. Надточий // Вопросы студенческой науки. – 2021. – № 12. – С. 106–111.
3. *Зубанова, Л. Б.* Сущность лидерства и возможность формирования его потенциала // Педагогическое образование и наука. – 2007. – № 2. – С. 53–57. – EDN: IAE0CB
4. *Бэррон, Р.* Социальная психология: ключевые идеи / Р. Бэррон, Б. Джонсон, Д. Бирн. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 277 с. – ISBN 5-318-00577-2
5. *Девятов, А.* Китайский прорыв и уроки для России / А. Девятов, М. Мартиросян // Вече, 2002. – С. 95–96.
6. *Берестова, В. С.* Конфликт как способ проявления лидерства в организации / В. С. Берестова, Я. В. Жижина // Студенческий вестник. – 2022. – № 12-2 (204). – С. 5–7. – EDN: VUEINT
7. *Овеян, Т. Р.* Подход Р. М. Белбина в оценке командного взаимодействия менеджеров высшего и среднего звена промышленного предприятия // Молодежь – науке и практике: Взгляд в будущее : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. И. П. Краснощеченко. – Калуга : Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, 2017. – С. 164–169. – EDN: XSKKVF

E. A. Riffel, Student

V. Y. Ishtubaeva, Student

vika72753@gmail.com

D. O. Begeeva, Student

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

aa_danilova@mail.ru

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Conflict as a way to identify a leader in an organization

In this paper, the collection and analysis of statistical data on the representation of the leader figure in the organization according to Russians is carried out. The definitions of the terms “leader” and “leader” are compiled, the analysis of the functions of a person performing the role of a leader, as well as the functions of a leader within an organization, is carried out. The causes of conflicts at the enterprise are described, a flowchart for resolving conflict situations is compiled, and its analysis is carried out. The conflict is considered as a way to identify leadership qualities. The role of the leader in the organization is defined, what position he takes in the event of a conflict. It is established that the identification of an informal leader in the team and the application of his leadership qualities will positively affect the efficiency and effectiveness of the work of the entire group.

Keywords: leader; manager; conflict; organization; team; group.

УДК 614.841.3

ГРНТИ 10.63.65

В. А. Титов, магистрант

titov-val@mail.ru

Е. А. Ягодка, кандидат технических наук, доцент,
заместитель начальника УНК – начальник кафедры
надзорной деятельности УНК ОНД

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Особенности осуществления органами федерального Государственного пожарного надзора выездных проверок

В статье рассматриваются особенности проведения выездных проверок в рамках осуществления в Российской Федерации федерального государственного пожарного надзора с применением риск-ориентированного подхода. Будет представлен сравнительный анализ порядка организации проведения выездных проверок до и после вступления в силу Федерального закона «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 г. № 248-ФЗ, а также положений нормативных правовых актов Российской Федерации, определяющих принципы регулирования пожарной безопасности. Рассматриваются проблемы, с которыми сталкиваются инспекторы при проведении оценки соответствия объекта защиты (здания, сооружения) требованиям пожарной безопасности. Особое внимание в статье уделяется необходимости производства расчетов по оценке пожарных рисков при оценке соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в рамках проведения выездных проверок.

Ключевые слова: пожарный надзор; риск-ориентированный подход; оценка пожарного риска.

Введение

В Российской Федерации проводится реформа государственного управления, основанная на применении риск-ориентированного подхода при организации контрольно-надзорной деятельности. Необходимость внедрения риск-ориентированного подхода напрямую связана с барьерами, возникающими при организации государственного контроля (надзора) и сдерживающими экономику Российской Федерации. Основными причинами административных барьеров являются действующая нормативная база, разработанная в основном еще в период СССР, и ее прямое применение без учета степени риска, причинения вреда охраняемым законом ценностям.

Концепция риск-ориентированного подхода появилась в поправках к Федеральному закону № 294-ФЗ [2], внесенных в середине 2015 г. Поправки предусматривали использование риск-ориентированного подхода в деятельности по контролю (надзору) трех видов государственного надзора, в том числе федерального государственного пожарного надзора.

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших государственных задач для создания безопасных условий жизнедеятельности населения страны. Государственный пожарный надзор в этой сфере выполняет надзорную, контрольную и профилактическую функции.

Риск-ориентированный подход в области обеспечения пожарной безопасности – это разработка и применение (соблюдение) минимально необходимых требований, адекватных возможной угрозе охраняемым законом ценностям при пожаре.

Основной задачей органов государственного пожарного надзора является надзор за соблюдением обязательных требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение причинения вреда охраняемым законом ценностям.

С 1 июля 2021 г. федеральный государственный пожарный надзор проводится в соответствии с Федеральным законом № 248-ФЗ [3]. Частью 1 статьи 22 [3] установлено, что государственный контроль (надзор) должен осуществляться на основе оценки и управления рисками причинения вреда (ущерба).

На основании положений [2] и [3] с середины 2015 г. по настоящее время федеральный государственный пожарный надзор должен осуществляться с применением риск-ориентированного подхода, предусматривающего оценку рисков нанесения ущерба охраняемым законом ценностям.

Осуществление выездных проверок

Проведем небольшой сравнительный анализ порядка организации проведения выездных проверок при осуществлении федерального государственного пожарного надзора (ГПН) до и после вступления в силу [3].

В обоих случаях проведение выездной проверки начинается с оформления решения (распоряжения) о ее проведении. Перед непосредственным осуществлением проверки контролируемое лицо заблаговременно уведомляется о проведении проверки путем вручения ему копии решения (распоряжения).

Далее по результатам проверки оформляется акт проверки, а при наличии нарушений требований пожарной безопасности – предписание об устранении выявленных нарушений с указанием сроков их устранения, принимаются меры по контролю за устранением выявленных нарушений, а также по привлечению лиц, допустивших выявленные нарушения, к ответственности.

Отметим следующие различия:

1. Сокращены сроки проведения выездных проверок с 20 до 10 рабочих дней (до вступления в силу [3] – 20 рабочих дней, после – 10 рабочих дней).

2. В источнике [3] установлен закрытый перечень контрольных (надзорных) действий, которые государственный инспектор по пожарному надзору (далее – инспектор) может провести в рамках проверки. Все эти действия, конечно, проводились и при работе до вступления в силу закона [3], но они не

имели официальных названий и не требовали составления соответствующих документов (протокол осмотра, протокол инструментального обследования и т. д.).

Итак, проанализировав модели проведения выездных проверок до и после вступления в силу закона [3], можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день время проведения выездной проверки сокращено вдвое, а при ее проведении необходимо больше времени уделять составлению различных документов, в том числе на каждое контрольное (надзорное) действие.

Основным мероприятием при непосредственном осуществлении выездной проверки является проведение инспектором оценки соответствия объекта защиты (здания, сооружения) требованиям пожарной безопасности.

Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности установлены в 2008 г. ч. 1 ст. 6 ФЗ № 123-ФЗ [4]. Уже тогда было определено, что пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если в полном объеме выполняются обязательные требования пожарной безопасности, установленные федеральными законами о технических регламентах, и пожарный риск не превышает допустимых значений, либо выполнены все требования нормативных документов по пожарной безопасности. При этом нормативные документы не учитывают степень риска причинения вреда.

На практике проверка соблюдения этих условий выглядела следующим образом:

– если в отношении объекта проведен расчет по оценке пожарного риска и пожарный риск не превышает допустимых значений, то инспектору нужно лишь проверить объект на предмет его соответствия требованиям, установленным законом [4];

– если расчет по оценке пожарного риска не проведен, либо пожарный риск превышает допустимые значения, то инспектор проверяет объект на предмет его соответствия требованиям, установленным источником [4] и нормативными документами по пожарной безопасности.

Отсюда видно, что во втором случае, когда расчет по оценке пожарного риска для объекта не был выполнен, либо пожарный риск превышает

допустимые значения, инспектору предстоит большая и трудоемкая работа для проведения оценки соответствия объекта требованиям пожарной безопасности, необходимо будет проанализировать множество нормативных документов по пожарной безопасности.

Стоит отметить, что на практике расчеты по оценке пожарного риска выполнены в отношении незначительного количества объектов (в Удмуртской Республике зарегистрировано 329 расчетов, это менее 3 % от всех взятых на учет объектов).

В этой связи в основном инспектор проверяет объект на предмет его соответствия требованиям пожарной безопасности по второму рассматриваемому условию. Самостоятельно инспектор не производил оценку пожарных рисков в силу объективных обстоятельств: отсутствие соответствующей подготовки, программного обеспечения, временных ресурсов.

В настоящее время после принятия закона о госконтроле [3] ситуация по существу не изменилась. Несмотря на требования по организации проверки на основе оценки и управления риском причинения вреда охраняемым законом ценностям, проверка производится на предмет соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности при отсутствии на объекте расчетов по оценке пожарных рисков или непринятии инспектором результатов расчетов.

Однако так ли на самом деле должен действовать инспектор ГПН при проведении выездной проверки, проводить такой глубокий анализ нормативных документов по пожарной безопасности и объекта на предмет его соответствия требованиям пожарной безопасности? Чтобы разобраться в этом, необходимо провести анализ положений нормативных правовых актов Российской Федерации, определяющих принципы регулирования пожарной безопасности.

В соответствии с ч. 1 ст. 7 ФЗ № 184-ФЗ [5] с 2003 г. законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности является составной частью законодательства Российской Федерации о техническом регулировании.

Согласно положениям ч. 1, 2, 3 ст. 7 [5], требования технических регламентов:

- должны учитывать степень риска причинения вреда;
- не могут служить препятствием осуществлению предпринимательской деятельности в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения обеспечения пожарной безопасности;
- не включенные в технические регламенты, не могут носить обязательный характер.

В порядке реализации ФЗ № 184-ФЗ [5] в области обеспечения пожарной безопасности принят Федеральный закон № 123-ФЗ [4].

В соответствии с ч. 3 ст. 7 [4], классификация опасных факторов пожара используется для обоснования мер пожарной безопасности, необходимых для защиты людей и имущества в случае пожара. Опасные факторы пожара, воздействующие на людей и имущество, установлены ч. 1 ст. 9 [4].

В соответствии со ст. 5 [4], каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, которая включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного ФЗ [4], и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Необходимо учитывать, что в соответствии со ст. 34 Конституции РФ [1], каждый имеет право на свободное использование собственного имущества для предпринимательской и иной не запрещенной законом экономической деятельности. Частью 3 ст. 55 Конституции РФ [1] установлены пределы допустимых ограничений прав и свобод человека и гражданина: *«...в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности государства»*.

Таким образом, система обеспечения пожарной безопасности должна в обязательном порядке включать только меры, направленные на защиту жизни и здоровья людей, чужого имущества, обоснованные расчетами пожарного риска.

С учетом ст. 219 Уголовного кодекса РФ [6] и ст. 11 Гражданского кодекса РФ [7] охраняемой законом ценностью для органов государственного пожарного надзора МЧС России являются только жизнь и здоровье людей [11].

Стоит учитывать, что положениями ч. 2 и 3 ст. 4 [5] установлен запрет на прямое применение технических решений в качестве обязательных требований, даже если технические решения неизвестным образом были неправомерно включены в тексты технических регламентов и федеральных законов [12].

В этой связи должны учитываться только те требования пожарной безопасности, необходимость и эффективность которых доказана расчетами динамики опасных факторов пожара и эвакуации людей. Такие требования и будут являться риск-ориентированными [13]. В противном случае, применение таких требований как обязательных противоречит ст. 4 и ч. 1 ст. 7 [5] и нарушает законные права и интересы граждан, установленные ст. 34 Конституции Российской Федерации.

На сегодняшний день действующие нормы пожарной безопасности, содержащиеся в [4] и нормативных документах по пожарной безопасности, представлены в основном без учета динамики опасных факторов пожаров, которые могут произойти на объектах, т. е. применять такие нормы под видом обязательных требований напрямую нельзя, поскольку это может привести к необоснованному ограничению прав и свобод граждан (собственников объектов).

Учитывая данные положения, а также ст. 14 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации [8], инспектор по пожарному надзору должен осуществлять контроль (надзор) на основе управления рисками наступления критически недопустимых показателей опасных факторов пожара, воздействующих на людей и имущество.

Заключение

До и после вступления в законную силу Федерального закона № 248-ФЗ [3] при проведении выездных проверок неизменной и самой важной процедурой является оценка соответствия объекта защиты требованиям пожарной

безопасности, при которой должен быть проведен расчет наступления критически недопустимых показателей опасных факторов пожара, воздействующих на людей и имущество.

Анализ законодательных документов показал, что требование об осуществлении государственной контрольно-надзорной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности на основе оценки и управления риском причинения вреда действует с 2003 г. с вступлением в силу Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [5]. Поэтому аналогичное требование, установленное гл. 5 закона о госконтроле [4] не является новым для органов государственного пожарного надзора, но остается нереализованным на практике.

Необходимо отметить, что расчеты по оценке пожарного риска должны производиться по инициативе собственника объекта защиты. Если на объекте такие расчеты не представлены, то инспектор обязан сам либо с помощью привлеченных специалистов произвести соответствующие расчеты, поскольку обязанность доказывания лежит на должностном лице органа власти (подпункты «и», «к» пункта 27 Положения о федеральном государственном пожарном надзоре [3], ст. 7 Федерального закона № 248-ФЗ [3], ч. 2 ст. 14 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации [8], ч. 3 ст. 1.5 КоАП РФ [10], ч. 2 ст. 49 Конституции РФ [1]), а без доказательств невозможности своевременной эвакуации людей из здания до наступления критических значений опасных факторов пожара, при фактической ситуации на объекте все претензии к проверяемому лицу будут необоснованными и незаконными.

Список использованных источников и литературы

1. Российская Федерация. Законы. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) : федер. закон // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/?ysclid=li4ajssyfy507761509 (дата обращения: 26.05.2023).

2. Российская Федерация. Законы. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципаль-

ного контроля : федер. закон [от 26.12.2008 № 294-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/?ysclid=li4ame4hte569818696 (дата обращения: 26.05.2023).

3. Российская Федерация. Законы. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : федер. закон [от 31.07.2020 № 248-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/?ysclid=li4aob9qu458837029 (дата обращения: 26.05.2023).

4. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон [от 22.07.2008 № 123-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/?ysclid=li4apxrtuc658542902 (дата обращения: 26.05.2023).

5. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании : федер. закон [от 27.12.2002 № 184-ФЗ] // с URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/?ysclid=li4as9rde9705942805 (дата обращения: 26.05.2023).

6. Российская Федерация. Законы. Уголовный кодекс Российской Федерации : федер. закон [от 13.06.1996 № 63-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/?ysclid=li4asvaif7712679176 (дата обращения: 26.05.2023).

7. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации : федер. закон [от 30.11.1994 № 51-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/?ysclid=li4axasmjb206714152 (дата обращения: 26.05.2023).

8. Российская Федерация. Законы. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации : федер. закон [от 18.12.2001 № 174-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/?ysclid=li4b02po1q121179484 (дата обращения: 26.05.2023).

9. Российская Федерация. Постановления. О федеральном государственном пожарном надзоре (вместе с «Положением о федеральном государственном пожарном надзоре») [утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 12.04.2012 № 290] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027/?ysclid=li4b1b3lxw615424468 (дата обращения: 26.05.2023).

10. Российская Федерация. Законы. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : федер. закон [от 30.12.2001 № 195-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/?ysclid=li4b5ey8db124449781 (дата обращения: 26.05.2023).

11. Оценка пожарных рисков в полевых условиях : учебное пособие / под общ. ред. Е. А. Ягодки. – Москва : КУРС, 2021. – 136 с.

12. Козлачков, В. И. Техническое регулирование в области пожарной безопасности / Академия ГПС МЧС России. – Москва, 2011. – 155 с.

13. Козлачков, В. И. Типовая и риск-ориентированная модели надзорной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности. Сравнительный анализ. – Москва : Академия ГПС МЧС России, 2016.

V. A. Titov, Master's Degree Student

titov-val@mail.ru

E. A. Yagodka, PhD in Engineering, Associate Professor

Deputy Head of UNK – Head of the Department of ND UNK OND

FGBOU HE “Academy of the State Fire Service

Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,

Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”

Features of the implementation of on-site inspections by Federal State fire supervision bodies

This article discusses the features of on-site inspections in the framework of the implementation of federal state fire supervision in the Russian Federation using a risk-based approach. A comparative analysis of the procedure for organizing on-site inspections before and after the entry into force of the Federal Law “On State Control (Supervision) and Municipal Control in the Russian Federation” dated 31.07.2020 No. 248-FZ, as well as the provisions of regulatory legal acts of the Russian Federation defining the principles of fire safety regulation, will be presented. The problems faced by inspectors when assessing the compliance of the object of protection (buildings, structures) with fire safety requirements are considered. Special attention in the article is paid to the need to make calculations on the assessment of fire risks when assessing the compliance of the object of protection with fire safety requirements within the framework of on-site inspections.

Keywords: fire supervision; risk-oriented approach; fire risk assessment.

М. А. Шаклеин, студент

Shakleinmishka@yandex.ru

Д. Ф. Гизатуллина, студент

И. А. Кайсина, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Концепция системы управления роем дронов

В статье рассмотрена концепция системы управления роем дронов с использованием беспилотного ретранслятора с длительным временем полета, нескольких небольших дронов, оборудованных видеокамерой и каналом связи с дроном ретранслятором, и наземной станции управления с необходимым сетевым оборудованием, построенной на принципе самоорганизующихся сетей. Представлена концепция их взаимодействия друг с другом. Разработано техническое задание и определены задачи роя исходя из текущих потребностей рынка. Рассмотрен принцип передачи данных БВС с помощью протокола связи Websocket на концепцию информационной сети, в которой вся обработка данных осуществляется одним главным компьютером. Для управления беспилотными средствами с использованием автономных режимов на каждый дрон будет установлен микроконтроллер. Для связи микроконтроллера и автопилота используется протокол MAVlink.

Ключевые слова: БПЛА; рой; мультикоптер; сеть; ретранслятор.

Введение

Активное развитие беспилотных систем позволяет разрабатывать новые проекты, реализовать которые раньше не представлялось возможным. Новые

каналы связи, позволили обмениваться информацией в большом объеме и практически без задержек. В комплексе это позволило начать разработку роя дронов. Первым представителем этой системы стало шоу дронов. Созданная исключительно в развлекательных целях, она дала понять, насколько популярна тема роевого управления, а также дополнительно увеличила интерес к данной тематике. Однако способы управления, используемые в шоу дронов, не подходят для решения серьезных задач. Одна из причин – это невозможность корректировки полетного задания после начала выполнения миссии. Из-за этого появилась потребность в разработке новых программных средств обмена данными между беспилотными воздушными судами (БВС), а также новых решений в области управления роем дронов.

Анализ рынка и определение задач

На основании данных с сайта компании *Price waterhouse Coopers*, проведен анализ рынка БВС (рис. 1) были выявлены приоритетные направления, в сторону решения проблем которых следует развивать проект.



Рис. 1. Оценка годового объема рынка в различных секторах экономики

Рынки сельского хозяйства и строительства/обслуживания инфраструктуры были определены как приоритетные. Основной упор сделан на создание автономной системы управления, которую можно адаптировать как для компаний промышленного сектора, так и компаний сельскохозяйственного сектора.

Одним из ключевых считается рынок государственных компаний. Наличие потребностей в быстрой и масштабной аэрофотосъемке, использование дронов для обработки сельскохозяйственных объектов, а также в роли транспортных сетей позволяет с уверенностью говорить о высокой необходимости таких решений на рынке. Создание роя дронов – это масштабный проект, который включает в себя большое количество программных, материальных и инженерных ресурсов. Из-за этого реализация всей системы силами одной технической команды невозможна, в связи с этим появилась необходимость в разделении задач. Первый шаг к решению общей проблемы – создание концептуального описания способов управления роем дронов.

В статье представлена концепция системы управления роем дронов.

Определен ряд пунктов, необходимых для полного описания концепции:

- 1) Разработка технического задания;
- 2) Проработка основной структуры роя;
- 3) Создание теоретической модели системы.

Разработка технического задания

Первой задачей стало определение необходимого функционала системы управления с учетом возможных проблем, наличие которых не позволит в полной мере раскрыть функционал данной системы. По результатам исследования были сформированы технические требования к комплексу в целом:

- 1) Минимальное количество используемых БВС – 2.
- 2) Возможность управления каждым дроном по отдельности.
- 3) Устойчивая связь с наземной станцией.
- 4) Наличие телеметрии от каждого из БВС, включенного в сеть.
- 5) Возможность передачи видеопотока на наземную станцию.
- 6) Возможность обработки данных до отправления на наземную станцию.
- 7) Возможность масштабирования количества аппаратов.
- 8) Наличие системы безопасности роя.

Создание структуры роя

На основании выбранных направлений применения проекта была составлена структура роя дронов (рис. 2), отвечающая всем требованиям ранее разработанного технического задания.

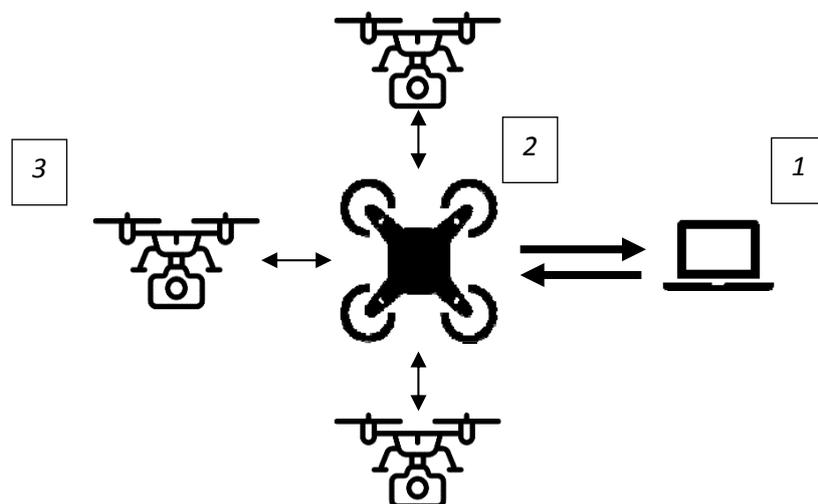


Рис. 2. Структура роя дронов

На рис. 2 обозначены основные узлы беспилотной системы.

1) Наземная станция управления. Выполняет роль терминала управления с остальной системой и состоит: из 1 блока антенн, 2 микроконтроллера, 3 ноутбука/компьютера.

К компьютеру подключается блок антенн с установленным в нем микроконтроллером, который выполняет роль маршрутизатора и позволяет подключиться к локальному веб-сайту, выступающему как интерфейс управления с настройками роя. С наземной станции можно управлять всеми частями дрона как одновременно, так и по отдельности. В веб-оболочку выводятся все необходимые данные: видео с выбранного дрона, показатели по заряду батарей, общий статус каждого из узлов, а также все данные по местоположению системы. При этом в роли устройства взаимодействия с оператором может выступать любое устройство с возможностью подключения к *WIFI* или с *Ethernet*-портом.

2) Дрон-ретранслятор. Для эффективной и устойчивой связи с несколькими аппаратами на удалении было принято использовать БВС более крупного

размера с увеличенными полетными характеристиками [1]. Это БВС выступает в роли сервера, на нем установлен канал связи с наземной станцией управления и периферийными дронами. Данный беспилотник будет получать данные с малых дронов. Следующим этапом он проводит их первичную обработку (включая возможное использование нейросетей). Затем проводит необходимую сортировку, распределяет данные по группам и нумерует согласно тому, с какого дрона отправлена информация. Накладывает телеметрию на видеопоток и после еще одной сортировки сжимает все данные в один поток. Следующим этапом ретранслятор пересылает полученный поток на наземную станцию управления, где данные распаковываются и выводятся на веб-страничку [3].

В качестве протокола связи выступает *Websocket*, т. к. передача данных работает по принципу постоянного подключения в отличие от других подобных протоколов. При этом не создаются задержки в передаче данных, как это бывает при использовании *http*-соединения [5].

3) В роли основных машин выступают небольшие дроны с установленным минимально необходимым оборудованием. Количество и разнообразие оборудования, установленного на дроны, масштабируется под разнообразные задачи. В минимальной версии необходима камера. Сами дроны являются по сути самоорганизующейся сетью, в рамках которой можно изменять количество задействованных БВС исходя из текущих требований, а также тип используемых дронов [2].

Связь с ретранслятором осуществляется посредством либо модулей телеметрии (в варианте прототипа), либо посредством того же протокола *Websocket*.

При этом используется гибридный алгоритм маршрутизации. Сервер последовательно опрашивает каждый из задействованных, малых БВС, собирая с них телеметрию (текущее местоположение, заряд АКБ, общий статус), при этом полная ретрансляция данных начинается непосредственно после постановки такой задачи с наземной станции и при этом по очереди от каждого БВС. Это позволяет сократить нагрузку на сеть при выполнении задач в фоновом режиме. В дальнейшем масштабировании роль ведомых дронов могут выполнять

БВС самодельного типа, либо типа конвертоплан. Такие же дроны могут выступать в роли ретрансляторов.

Управление БВС

Для максимально гибкого управления БВС с использованием автоматических режимов на каждый дрон будет установлен микроконтроллер, позволяющий отправлять необходимые команды и эффективно работать с периферийным оборудованием. Для связи микроконтроллера и автопилота используется протокол *MAVlink*. Этот протокол позволяет получать все необходимые данные с полетного контроллера: заряд аккумуляторов, координаты, уровень связи, позволяет загружать автоматические полетные задания. *MAVlink*-протокол достаточно гибок, что позволяет создавать отдельные полетные задания для каждого дрона, прерывать существующие и непосредственно переходить в режим прямого управления. В комплексе такая связка полностью закрывает все текущие потребности по управлению БВС [4].

С помощью веб-интерфейса оператор со своего терминала сможет управлять по отдельности как каждым БВС, так и целой группой, выделяя район и отправляя дроны в самостоятельный полет.

Системы безопасности

Каждый беспилотник оборудован системой безопасности, которая включает в себя действия на случай непредвиденных ситуаций.

В случае потери сигнала с ретранслятора дроны будут действовать согласно заранее выбранной директиве, либо продолжая выполнение первоначальной задачи без связи с основным узлом, либо начав возврат в точку последнего сеанса связи. В случае невозможности установки связи в течение некоторого времени автоматический включится режим возврата на точку старта. Если по каким-то причинам выйдет из строя оборудование, непосредственно относящееся к полету (автопилот, регулятор оборотов, проводка), то БВС перейдет в режим отключения двигателей. Это позволит избежать дальнейшего выполнения полета и даст воз-

возможность избежать неконтролируемых последствий. Дополнительно может устанавливаться система активного предупреждения препятствий, она нужна в основном для полетов на малой высоте, где есть препятствия. Такая система позволит избегать столкновений при полетах на сверхнизких высотах.

Предоставляется полная и гибкая настройка режимов безопасного полета, установить и настроить которые можно в зависимости от места выполнения полетов, поставленной задачи. При этом любое негативное событие, происходящее с БВС, фиксируется и отправляется на наземную станцию управления. В случае сохранения связи с вышедшем из строя узлом оператор может сам решить, как будет действовать узел.

Заключение

В статье приведена концепция системы управления роем дронов с использованием дрона в качестве ретранслятора и сервера обработки данных. Определена структура будущей системы. Для понимания требований, предъявляемых к рое, было разработано техническое задание. Рассмотрен протокол *Websocket*, используемый для передачи данных между дронами. Приведен пример программного управления автопилотом БВС с использованием внешнего микроконтроллера, рассмотрен протокол *MAVlink* в качестве управляющего автопилотом. Можно сделать вывод о возможности реализации данного проекта, а исходя из современных потребностей в данного рода системах, актуальность такого проекта на сегодняшний день высока.

Список использованных источников и литературы

1. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов / К. С. Амелин [и др.] // Стохастическая оптимизация в информатике. – 2009. – Т. 5. – С. 157–166. – EDN: KYJDCV
2. Иванов, Д. Я. Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3(116). – С. 221–229. – EDN: NPKNEP

3. *Муслимов, Т. З.* Интеллектуальная система поддержки принятия решений для группового управления автономными БПЛА / Т. З. Муслимов, Р. А. Мунасыпов, Р. Р. Хабибуллина // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS'2016) : Proceedings of the 4th International Conference, Ufa, 17–19 мая 2016 г. Т. 2. – Уфа : ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», 2016. – С. 193–195. – EDN: WJDUQT

4. *Леонов, А. В.* Роевой интеллект для управления БПЛА в FANET / А. В. Леонов, В. А. Чаплышкин // Молодой ученый. – 2016. – № 12 (116). – С. 314–317. – EDN: WGFOIT

5. *Сухов, К.* WebSockets-стандарт современного веба. Ч. 1 // Системный администратор. – 2014. – № 5 (138). – С. 49–53. – EDN: SBPTBP

M. A. Shaklein, Student

Shakleinmishka@yandex.ru

D. F. Gizatullina, Student

I. A. Kaisina, PhD in Engineering, Associate Professor

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Drone swarm management system concept

The article considers the concept of a drone swarm control system using: an unmanned repeater with a long flight time, several small drones equipped with a video camera and a communication channel with the repeater drone, and a ground control station with the necessary network equipment, built on the principle of self-organizing networks. The concept of their interaction with each other is presented. The terms of reference have been developed and the tasks of the swarm have been determined based on the current needs of the market. And also, the principle of transmitting data from the BVS using the WebSocket communication protocol to the concept of an information network, in which all data processing is carried out by one main computer, is considered. To control drones using autonomous modes, a microcontroller will be installed on each drone. The MAVlink protocol is used to communicate between the microcontroller and the autopilot.

Keywords: UAV; swarm; quadcopter; network; repeater.

УДК 621.355.9

ГРНТИ 44.41.29

А. В. Шмырев, студент

И. А. Буторина, студент

butorinairina01@yandex.ru

А. А. Данилова, старший преподаватель кафедры

«Системный анализ и управление качеством»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Повторное использование литий-ионных аккумуляторов для освещения улицы

В настоящее время используются разные виды аккумуляторных батарей, самые распространенные литий-ионные, которые применяются ежедневно в повседневной жизни каждого человека. При утилизации аккумуляторов происходят вредные выбросы в окружающую среду. В статье рассмотрена возможность повторного использования литий-ионных аккумуляторов. А именно, создание уличных светильников с использованием солнечной энергии и бывших в употреблении литий-ионных аккумуляторов. Суть предложения заключается в том, чтобы сократить выброс вредных веществ в атмосферу на основе вторичного использования аккумуляторов и получения энергии через солнечные батареи для освещения дорожного полотна. Подробно описан принцип работы светильников, процесс преобразования солнечной энергии с целью освещения в темное время суток. Рассмотрены преимущества нововведения и сравнение с обычным фонарным освещением.

Ключевые слова: аккумуляторные батарей; литий-ионные аккумуляторы; солнечная энергия; вред окружающей среде; повторное использование батарей.

В современной жизни не обойдись без электрических приборов, в которых одним из главных компонентов служит аккумулятор. Существуют три основных типа аккумуляторных батарей: свинцово-кислотные, щелочные и самые распространенные – литий-ионные.

Литий-ионные аккумуляторы – вид электрического аккумулятора, который широко используется в современной бытовой технике, применяется в качестве источника энергии в электромобилях и накопителях энергии. Литий-ионные батареи встречаются в таких устройствах, как сотовые телефоны, ноутбуки, видеокамеры и электромобили. Длительный срок службы литий-ионной аккумуляторной батареи, высокая удельная плотность заряда, малое время заряда, широкий диапазон рабочих температур – это весомые причины, из-за которых штатные свинцово-кислотные батареи повсеместно заменяют на литий-ионные аккумуляторные батареи [1].

Литий-ионные аккумуляторы состоят из анода, катода и электролита. Анод состоит из лития, а катод может быть сделан из полиактивных материалов, таких как графит или литий-титанат. Электролитом является ионное вещество, которое связывает анод и катод. Электроны перемещаются между анодом и катодом, при этом происходит потенциальная энергия.

Принцип работы литий-ионных аккумуляторов заключается в перемещении ионов лития между анодом и катодом. При зарядке аккумулятора ионы лития перемещаются от анода к катоду, при выработке ионы перемещаются от катода к аноду. При этом возникает потенциальная энергия, и электрический ток может быть использован для привода электрических агрегатов.

Литий-ионные аккумуляторы должны быть правильно утилизированы путем переработки их анода и катода в полезные материалы. Например, литий может быть использован для создания новых аккумуляторов, а графит может быть использован для производства материалов или других применений. При этом процесс переработки остается не совсем безопасным.

Когда аккумуляторы по окончании службы отправляются в мусорное ведро, это может нанести существенный вред как и человеку, так и окружаю-

щей среде. Основная опасность, которая может возникнуть от неправильной утилизации – взрыв, поражающий кожные покровы и вызывающий ожоги. С точки зрения воздействия на окружающую среду происходит разложение вредных веществ, таких как тяжелые металлы и щелочи, выходящие в литосферу. Токсичные вещества, попав в землю, могут дойти до грунтовых вод, в дальнейшем – попасть в водоемы. Одна лишь пальчиковая батарейка способна отравить двадцать кубических метров почвы или более 400 л питьевой воды [2].

Но даже утилизация литий-ионных аккумуляторов на специализированных предприятиях может нести вред экологии, т. к. процесс переработки может привести к выбросам в атмосферу токсичных вредных веществ, среди которых фториды. Кроме того, большое количество отходов, получаемых в результате переработки аккумуляторов, может превратиться в проблему для местных окружающих сред.

Известны способ и устройство для восстановления компонентов батарей закрытого типа – патент (RU 2201018 МПК H01M 10/54 опубл. 27.05.1999), техническим результатом которого является возможность восстановления компонентов батареи без их повреждения [3].

Патенты:

– на полезную модель (RU 132874U1 МПК F24J2/42 опубл. 27.08.2011) о комбинированном солнечно-энергетическом устройстве. Работа устройства основана на максимально полном использовании солнечной энергии, попавшей на его приемную поверхность. В одном устройстве объединены узлы получения тепловой и электрической энергии [4];

– Способ и устройство получения электроэнергии (RU 2446362 МПК F03D 9/35; опубл.18.04.2017). Изобретение направлено на получение электроэнергии экологически чистым способом в условиях жаркого, солнечного климата. Способ получения электроэнергии на основе трансформации кинетической энергии движения воздушных масс. В накопителе-радиаторе воздушные массы нагреваются с помощью нагревательных элементов, внешнюю сторону воздуховода из-

готовавливают из блока солнечных батарей, а воздушные массы охлаждают в радиаторе охлаждения воздушных масс на выходе из воздуховода [5].

Данные патенты описывают различные технические решения, направленные на получение и использование энергии из возобновляемых источников, таких как солнечная энергия и кинетическая энергия воздушных масс. Изобретения имеют важное значение для устойчивого развития и экологической безопасности, позволяя использовать энергию без вреда для окружающей среды.

В настоящее время солнечная энергия становится все более востребованной во всем мире в связи с тем, что она является одним из самых экологичных и доступных источников энергии. Она не только помогает сократить зависимость от ископаемых топлив, таких как нефть и газ, но и снижает выбросы парниковых газов и других вредных веществ, которые отрицательно влияют на окружающую среду и здоровье людей.

Солнечная батарея, преобразует энергию света в электрическую энергию. Она состоит из нескольких слоев материалов, которые работают вместе, чтобы преобразовать свет в электричество. Солнечные батареи бывают различных видов:

- монокристаллические,
- поликристаллические,
- тонкие пленочные,
- концентрированные,
- гибридные солнечные батареи.

Каждый из этих видов имеет как преимущества, так и недостатки, но хочется выделить тонкие пленочные солнечные батареи – это более легкие и гибкие батареи, которые могут быть изготовлены из различных материалов: кремния, кадмий-теллурида или органических материалов. Они менее эффективны, чем монокристаллические и поликристаллические батареи, но лучше работают при слабом освещении и на небольших поверхностях.

Рассмотрим принцип действия уличного фонарного столба, работающего от электрической сети. Классическая конструкция уличного фонаря включает

в себя столб с лампой на нем, подключенной к источнику электрической энергии через кабель. При поступлении электрического тока на лампу ее filament нагревается до высокой температуры и испускает световой поток. Кроме того, уличные фонари могут включать в себя электронные устройства для управления светом, такие как таймеры, которые включают и выключают фонари в заданные часы, и датчики движения, автоматически включающие фонари, когда кто-то проходит рядом с ними. Эти устройства помогают оптимизировать работу фонарей и снизить расходы на электроэнергию.

На основе информации о загрязнении окружающей среды токсичными вредными веществами при утилизации аккумуляторных батарей и найденных при патентно-информационном поиске технических решениях предлагаем повторно использовать аккумуляторные батареи, заряжая их от солнечной энергии с целью освещения дорожного полотна.

Внешний вид разрабатываемого продукта представлен на рис. 1, напоминает прямоугольный столбик высотой 1,5 м и 0,5 м под землю. На корпусе столба находятся 4 фонаря и фоточувствительный элемент. На «крыше» нашего продукта размещена солнечная батарея, подключенная к контроллеру солнечного заряда, находящегося внутри фонаря. Под землей располагается аккумулятор с напряжением 12 В и подземные крепежи, служащие для безопасности конструкции.

Аккумулятор имеет напряжение 12 В. Такие аккумуляторы используются в электрокарах, складских погрузчиках, медицинском оборудовании, в беспилотных летательных аппаратах и роботах-пылесосах. Срок службы восстановленной батареи не будет отличаться от срока службы батареи, недавно вышедшей с конвейера.

Аккумулятор занимает четко определенное место как в общем виде конструкции, так и в сети соответственно. *Во-первых*, аккумулятор находится под землей в специальном герметичном коробе. Это поможет обезопасить его от вандализма и природного воздействия окружающей среды. *Во-вторых*, аккумуляторная батарея подключена к солнечным панелям не напрямую, а через кон-

троннер, который регулирует процесс их зарядки и разрядки. Контроллер позволяет эффективно использовать полученную от солнечных панелей энергию и обеспечивает безопасность работы всей системы. Контроллеры оснащены дополнительными функциями, такими как защита от перегрузки и короткого замыкания, мониторинг состояния аккумулятора и т. д.

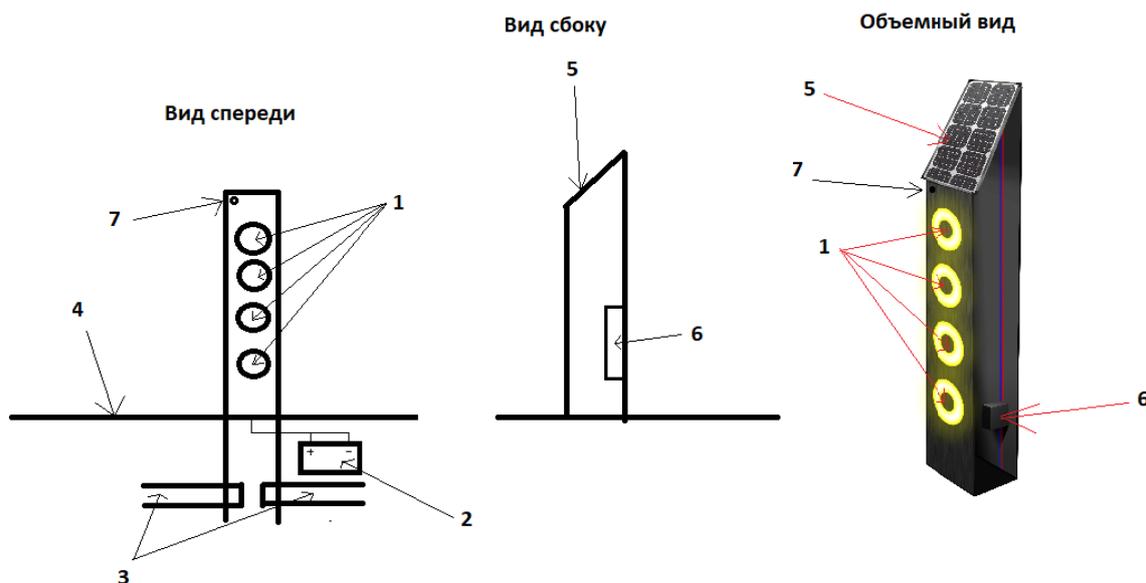


Рис. 1. Внешний вид уличного светильника: 1 – светодиодные фары; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – подземные крепежи; 4 – поверхность; 5 – солнечная батарея; 6 – контроллер солнечного заряда; 7 – датчик освещенности (выполнено авторами)

На «крыше» фонаря располагается тонкопленочная солнечная батарея. Она находится под углом 45 градусов, что обеспечивает постоянное попадание солнечных лучей на ее поверхность. Это позволит эффективно использовать солнечную энергию для зарядки аккумулятора и обеспечивать работу фонаря в течение дня и ночи.

Предлагаемый фонарь оснащен четырьмя круглыми светодиодными кластерами с входным напряжением 12 В, подключенными между собой параллельно. Эти светодиодные кластеры обеспечивают яркое и равномерное освещение вокруг фонаря, имеют длительный срок службы и энергоэффективны благодаря использованию светодиодов вместо традиционных лампочек. Параллельное подключение светодиодов позволяет сохранять работо-

способность фонаря при выходе из строя одного или нескольких светодиодных кластеров.

Опора фонаря состоит из высокопрочной обработанной стали. Под опорой находятся подземные крепежи, они обеспечивают устойчивость фонаря в вертикальном положении и защищают его от смещения ветром или другими внешними факторами. Подземные крепежи могут использоваться для защиты опоры от коррозии и увеличения ее срока службы, особенно в условиях повышенной влажности или при наличии агрессивных химических веществ в окружающей среде.

В корпусе фонаря располагается фотореле, предназначенное для включения лампочек в ночное время суток и выключения в дневное. Работа датчика освещенности основана на фоточувствительности. Датчик содержит фоточувствительный элемент, такой как фотодиод. Он обнаруживает изменения уровня освещенности окружающей среды и генерирует сигнал, который управляет работой лампочек.

Схема подключения солнечной батареи, аккумулятора и источника света к контроллеру представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема подключения контроллера к солнечному модулю, аккумулятору и светодиодной фаре (выполнено авторами)

Рассмотри порядок подключения солнечной батареи, аккумулятора и светодиодной фары к контроллеру:

1. Производим соединение «аккумулятор → контроллер»;
2. Затем – «контроллер → солнечный модуль»;
3. В оставшийся слот контроллера подключается источник света

Хотя возможны и другие варианты подключения солнечных батарей, описанный выше является одним из наиболее оптимальных. Это связано с тем, что аккумулятор сохраняет незатраченную энергию, которую можно использовать в будущем. Таким образом, данная схема обеспечивает более эффективное использование солнечной энергии и повышает надежность работы системы. При любом виде подключения необходимо следить за полярностью.

Контроллер и аккумуляторная батарея постоянно взаимодействуют. Например, во время пиковых нагрузок аккумуляторная батарея представляет собой буфер, осуществляющий защиту контроллера от выхода из строя. Эти два прибора, как и остальные элементы системы, нельзя рассматривать по отдельности.

На основе всего вышесказанного можно сделать вывод, что загрязнение окружающей среды литий-ионными аккумуляторами актуально, и даже после переработки с дальнейшей утилизацией в атмосферу попадает множество токсичных веществ. Предложенный вариант, а именно: вторичное использование аккумуляторов, которые не годны для первичной цели, использовать для освещения улиц, питая их солнечной энергией, поможет сократить выброс вредных веществ и послужит освещением маленьких площадей без вреда для общества и экологии.

Список использованных источников и литературы

1. Патент № 215347 U1 Российская Федерация, МПК H01M 50/20, H01M 10/0525, H01M 10/625. Аккумуляторная батарея : № 2022124653 : заявл. 19.09.2022 : опубл. 08.12.2022 / Фурсов С. А., Сергеев С. И.; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Экологичные технологии». – EDN: MYJBQI

2. *Ветрова, К. Ю.* Батарейки – вторая жизнь // Всемирный день охраны окружающей среды (Экологические чтения – 2014) : материалы Междунар. науч.-практ. конф., ОмЭИ, 05

июня 2014 г. – Омск : Омский экономический институт, 2014. – С. 116–119. – EDN: TМFQHF

3. Патент № 2437190 С2 Российская Федерация, МПК H01M 10/54, H02J 7/00. Способ восстановления аккумуляторной батареи и устройство для его осуществления : № 2009130283/07 : заявл. 07.08.2009 : опубл. 20.12.2011 / Платонов Г. Д. – EDN: КОСВHJ

4. Патент на полезную модель № 132874 U1 Российская Федерация, МПК F24J 2/42. Комбинированное солнечно-энергетическое устройство : № 2013111025/06 : заявл. 12.03.2013 : опубл. 27.09.2013 / Акопян А. А., Акопян А. Р., Аракел А.. – EDN: QZIKAM

5. Патент № 2616704 С Российская Федерация, МПК F03D 9/35, F03D 9/37, F01K 17/04. Устройство получения электроэнергии : № 2015118430 : заявл. 18.05.2015 : опубл. 18.04.2017 / Малютин Н. В., Межлумов Г. М.. – EDN: MZRTNB

A. V. Shmyrev, Student

I. A. Butorina, Student

butorinairina01@yandex.ru

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Reuse of lithium-ion batteries for street lighting

Currently, different types of rechargeable batteries are used, the most common lithium-ion that are used daily in every person's daily life. Even with the disposal of batteries, there are harmful emissions into the environment. This article discusses the possibility of reuse of lithium-ion batteries. Namely, the creation of street lamps using solar energy and used lithium-ion batteries. The essence of the proposal is to reduce the emission of harmful substances into the atmosphere on the basis of recycling and obtaining energy through solar panels, for lighting the roadway. The article also describes in detail the principle of operation of lamps, the process of converting solar energy for the purpose of lighting in the dark. In addition, the advantages of innovation and comparison with a conventional lamppost are considered.

Keywords: rechargeable batteries; lithium-ion batteries; solar energy; environmental damage; battery reuse.

УДК 691.5

ГРНТИ 67.09.31

А. А. Штин, студент

А. Н. Жуков, аспирант

*alexej.zhukov7@gmail.com**

А. Ф. Гордина, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Композиционное вяжущее на основе техногенных продуктов производств^{*}

Представлены результаты исследования влияния отходов газобетона и портландцемента на физико-механические характеристики вяжущего на основе фторангидрита. Доказано, что замена фторангидрита в составе композиции 20 % газобетона и 20 % портландцемента приводит к снижению плотности и, как следствие, к прочности при сжатии на 34,7 %, при этом наблюдается одновременное снижение водопоглощения и рост коэффициента размягчения, что позволяет говорить о водостойкости композиций. Увеличение параметров водостойкости дает возможность расширить область применения изделий на основе разработанного вяжущего и использовать материал в помещениях с повышенной влажностью. Использование сырья на основе отходов производств способствует снижению энерго- и ресурсопотребления при производстве изделий, а также решению проблем экологичности, которые являются актуальными в настоящее время.

Ключевые слова: фторангидрит; газобетон; отходы; прочность; водостойкость.

Введение

В настоящее время ускоренные темпы роста промышленности приводят к образованию значительного числа отходов, большинство из которых не под-

© Штин А. А., Жуков А. Н., Гордина А. Ф., 2023

* Данная работа была поддержана грантом Президента Российской Федерации № МК-3391.2022.4

лежат утилизации. Складирование техногенных продуктов приводит к уменьшению числа полезных площадей, влияет на экологическую обстановку. Актуальным вопросом на сегодняшний день является утилизация или повторное использование таких продуктов.

Перспективным направлением в области строительного материаловедения является создание энергоэффективных материалов на основе отходов производств. Применение техногенных продуктов в качестве основного компонента или в качестве добавки позволяет снизить потребление энергии и ресурсов при производстве материала. Одним из наиболее часто применяемых в качестве сырья отходов является фторангидрит – отход производства плавиковой кислоты. Химический состав данного продукта представлен сульфатом кальция (безводным гипсом), при этом механические показатели сравнимы с показателями цемента. Изделия на основе фторангидрита применяют как для стеновых и отделочных материалов [1], так и для производства сухих строительных смесей различного назначения [2]. Основным недостатком фторангидритового вяжущего является низкая водостойкость, в связи с чем требуется введение дополнительных модификаторов [3].

Одним из самых востребованных материалов в строительной индустрии является газобетон, однако при его производстве образуется до 15 % отходов в виде обрезок и бракованной продукции. Существуют разработки, направленные на решение вопроса утилизации отходов производства газобетона (так называемых «горбушек»). Применение данного типа техногенных продуктов возможно при производстве стеновых и перегородочных блоков [4–6], сухих строительных смесей [7, 8] или гиперпрессованных материалов [9]. Благодаря высокой пористости отходы газобетона позволяют снизить плотность материала, а химический состав способствует улучшению параметров водостойкости.

Основным достоинством фторангидрита и отходов газобетона является отсутствие необходимости предварительной обработки или нейтрализации, что влияет на энергоэффективность материалов на основе данных отходов.

Целью исследования явилась разработка состава композиционного вяжущего на основе фторангидрита с улучшенными физико-техническими параметрами.

Материалы и методы исследований

Для получения исследуемых композиций в качестве вяжущего применялся фторангидрит производства компании АО «ГалоПолимер» (г. Пермь). Химический состав фторангидрита представлен в основном сульфатом кальция, а также примесями.

В качестве добавки применялись газобетонные «горбушки» – отход производства газобетона «Завода ячеистого бетона» (г. Ижевск). «Горбушки» подвергались дроблению в щековой дробилке, а также помолу в дисковом истирателе. Химический состав модификатора представлен в основном силикатами кальция. Для определения содержания активных оксидов кальция применялся метод титрования, согласно ГОСТ 22688–2018, который показал почти полное отсутствие данных соединений. Для активации отходов в состав композиции вводился портландцемент ЦЕМ I 42,5Н.

Для проведения исследований изготавливались стандартные образцы-балочки 160×40×40 мм, механические испытания и определение водостойкости проводились на 28-е сутки твердения.

Результаты исследования

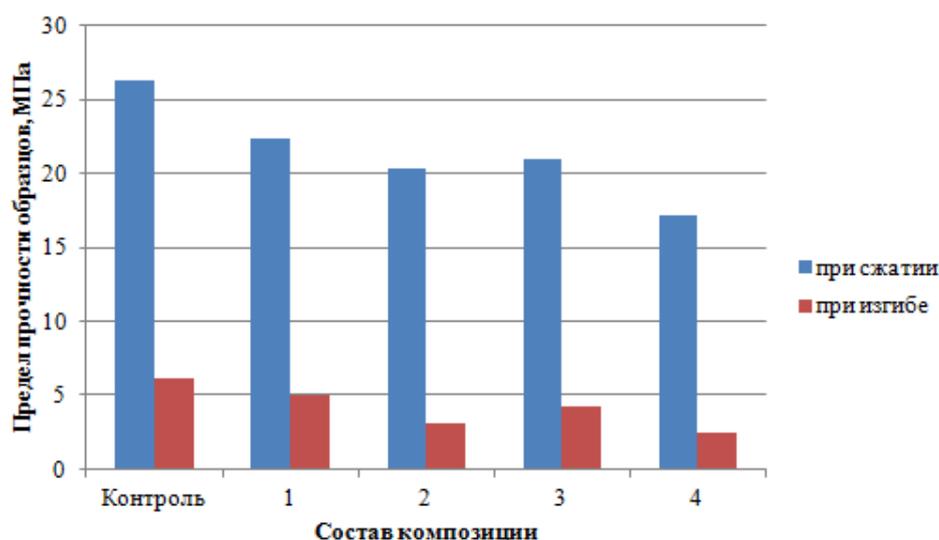
Составы для изготовления композиций представлены в табл. 1. В ходе исследования предполагается замена части фторангидрита комплексной добавкой на основе отходов газобетона и портландцемента.

Поскольку при введении добавки часть воды вступит в реакцию с техногенным продуктом и цементом, проводилось определение водовяжущего отношения, согласно ГОСТ 310.3–76. Из приведенных данных видно, что с увеличением содержания модификаторов увеличивается количество воды, необходимое для получения теста нормальной густоты.

Таблица 1. Составы композиционного вяжущего

Условное обозначение состава	Фторангидрит, %	Отходы производства газобетона, %	Портландцемент, %	Вода, % от массы вяжущего
Контроль	100	0	0	22
1	90	5	5	22
2	80	10	10	22
3	70	15	15	25
4	60	20	20	27

Прочностные характеристики композиций на 28-е сутки твердения представлены на рисунке.



Физико-механические параметры композиционного вяжущего

Анализ результатов испытаний показал, что введение модификаторов приводит к снижению предела прочности образцов при сжатии на 34,7 % по сравнению с контрольным составом. При этом предел прочности при сжатии образцов, содержащих 20 % «горбушек» и 20 % портландцемента составляет 17,2 МПа, что сравнимо с пределом прочности традиционного вяжущего на основе сульфата кальция.

Физико-технические параметры композиций, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Физико-технические характеристики вяжущего

Условное обозначение состава	Средняя плотность, г/см ³	Водопоглощение через 48 ч, %	Коэффициент размягчения
Контроль	2,013	10,2	0,40
1	1,890	13,2	0,47
2	1,926	14,4	0,52
3	1,841	14,8	0,57
4	1,820	16,0	0,68

Анализ параметров показал, что снижается средняя плотность материала, за счет чего, вероятно, происходит снижение прочностных показателей. Происходит снижение водопоглощения, обусловленное высокой пористостью добавки на основе отходов газобетона. Однако наблюдается рост коэффициента размягчения – показателя водостойкости, что связано с формированием в структуре композиций малорастворимых новообразований на основе гидросиликатов кальция. Увеличение коэффициента размягчения с 0,4 до 0,68 позволяет отнести разработанный материал к категории ограниченно водостойких.

Заключение

Введение техногенного модификатора на основе газобетона в состав фторангидритового вяжущего способствует снижению прочностных показателей, однако значительный рост коэффициента размягчения позволяет расширить область применения изделий на основе полученного материала. Разработанное вяжущее возможно применять для изготовления блоков и панелей, используемых для устройства перегородок в помещениях с любым влажностным режимом. Кроме того, в качестве сырья при производстве материала используются отходы производств, что позволяет говорить о высокой энергоэффективности и экологичности материала.

Список использованных источников и литературы

1. *Аниканова Л. А.* Эффективность использования фторангидрита в производстве стеновых и отделочных материалов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 1(48). С. 163–171. EDN: THSFMX
2. *Леонтьев С. В., Коротких А. А.* Оценка возможности использования фторангидрита в производстве сухих строительных смесей на основе гипсового вяжущего // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2022. Т. 1. С. 103–108. EDN: EBHFBL
3. *Аниканова Л. А., Кудяков А. И., Ковлер К.* Управление процессами структурообразования вяжущих, стеновых и отделочных материалов на основе фторангидритового сырья // Повышение качества и эффективности строительных и специальных материалов : сб. Нац. науч.-техн. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 18–22 февраля 2019 г. – Новосибирск : Золотой колос, 2019. С. 106–110. EDN: YWSZSP
4. *Кутлумбетова Д. А., Самофеев Н. С.* Техничко-экономическое обоснование производства стеновых и перегородочных блоков на основе отходов автоклавного газобетона // Вестник экономики и менеджмента. 2020. № 4. С. 9–15. EDN: EUWGC
5. *Прохоров В. А., Болдарева М. А.* Технология блоков стеновых из легких бетонов с применением фракционированных отходов газобетона // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2016 г. Белгород : Белгород. гос. технолог. ун-т им. В. Г. Шухова, 2016. С. 950–952. EDN: XEILWL
6. *Кафтаева М. В., Шаранов О. Н., Марушко М. В.* Разработка энергосберегающего экологически чистого штукатурного покрытия для ограждающих конструкций зданий на основе отходов производств газобетонов // Наука и образование в XXI веке : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. 2014. С. 148–149. EDN ULLORV.
7. *Фролов М. В.* Разработка рецептуры сухой строительной смеси с использованием отходов производства газобетона // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 г. Белгород : Белгород. гос. технолог. ун-т им. В. Г. Шухова. 2017. С. 1864–1867. EDN: XQPVQL
8. *Береговой В. А., Басова М. А., Языкеев А. В.* Утилизация отходов газобетона в производстве гиперпрессованных материалов // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. 2020. № 2 (11). С. 8–14. EDN: WYUMPJ

A. A. Shtin, Student

A. N. Zhukov, Post-graduate

alexej.zhukov7@gmail.com

A. F. Gordina, Ph. D in Engineering, Assistant Professor
FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

Composite binder based on technogenic products

The work presents the results of the study of the influence of aerated concrete and Portland cement wastes on the physical and mechanical characteristics of the binder based on fluoroanhydrite. It has been proven that the replacement of fluoroanhydrite in the composition of 20% aerated concrete and 20% Portland cement leads to a decrease in density and, as a result, compression strength by 34.7%. At the same time, there is a simultaneous decrease in water absorption and an increase in the softening coefficient, which allows us to talk about the water resistance of the compositions. Increase of water resistance parameters allows to expand the scope of products application on the basis of developed binder and to use material in rooms with increased humidity. The use of raw materials based on industrial waste helps to reduce energy and resource consumption in the production of products, as well as to solve environmental issues that are currently relevant.

Keywords: fluoroanhydrite; aerated concrete; wastes; strength; water resistance.

УДК 004.657

ГРНТИ 81.93.25

Р. А. Щербаков, студент

Ю. А. Сидорова, студент

sidorovaulia650@gmail.com

А. А. Данилова, старший преподаватель

кафедры «Системный анализ и управление качеством»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Разработка метода защиты детей и детской психики на просторах социальной сети «ВКонтакте»

Данная статья связана с разработкой метода защиты детей и детской психики от запрещенного контента на просторах интернета. Метод KiDefender направлен на борьбу с неподобающим контентом в социальной сети «ВКонтакте». Метод основан на работе искусственного интеллекта и человеческих ресурсов. Благодаря методу будут удаляться и замораживаться посты, а также аккаунты, где присутствуют непристойные материалы. В статье есть описание данного метода и его реализация. Было проведено исследование программ-аналогов и произведено их аналитическое сравнение, которое легло в основу разработки “KiDefender”. Цель, которая толкнула на идею создания метода борьбы с запрещенным контентом, – это улучшение общества, социума, ведь дети – это наше будущее, а со сломанной психикой будущего нет.

Ключевые слова: метод; запрещенный контент; защита; детская психика; социальные сети.

Введение

В прогрессирующем информационном обществе появляется множество запрещенных материалов на просторах интернета. Социальные сети, мессенд-

жеры, форумы несут в себе опасность негативного воздействия на еще не сформированную детскую психику [1]. Большой процент запрещенных материалов составляют: пропаганда нетрадиционной ориентации, насилие и жестокость, грязная реклама и секс-продукция [2]. В социальных сетях предусмотрена система защиты для несовершеннолетних, которая легко обходится. Дети встречаются на запрещенные материалы, и это может влиять на психическое состояние. В связи с этим представляем метод борьбы с запрещенными материалами для ограждения детей и детской психики от неподобающего контента в социальной сети «ВКонтакте».

Метод *KiDefender*

Метод *KiDefender* – это метод защиты детей и детской психики на просторах социальной сети «ВКонтакте». Название происходит от сочетания двух слов *kid* и *defender*, что соответственно переводится «ребенок» и «защитник», отсюда и следует название «Детский защитник». Метод основан на работе искусственного интеллекта и человеческих ресурсов. Благодаря методу будут удаляться и замораживаться посты, а также аккаунты, где публикуются непристойные материалы. Разработка метода отталкивается от действующих программ защиты в таких социальных сетях, как «Ютьюб» (*YouTube*), «Фэйсбук» (*Facebook*) и «Твиттер» (*Twitter*). А также были проанализированы современные и новейшие разработки искусственного интеллекта по распознаванию лиц такие, как *DeepDream*, *Midjourney*, *DALL-E 2*, *OpenAI*.

Метод реализации

Для реализации заморозки и удаления информационных постов и комментариев, а также контента, попадающего под статьи 240.1, 242, 242.1, 242.2 Уголовного кодекса Российской Федерации (УК РФ) (связанные с распространением порнографических материалов, как с участием несовершеннолетних, так и без), 137 УК РФ (разглашение персональных данных), 131, 132 УК РФ (насильственные действия сексуального характера), 12 Федерального

закона 498 от 07.10.2022 (запрещение пропаганды жестокого обращения с животными), и установление IP-адресов будет проходить поэтапный процесс:

1. Работа нейросети. Искусственный интеллект будет устанавливать соответствие изображений и информации, попадающих под вышеуказанные статьи, и замораживать до рассмотрения соответствующими должностными лицами. Для реализации этого этапа можно использовать нейросети по распознаванию образов, как *DeepDream* от компании *Google*, *Midjourney* от разработчика Давида Хольца, *DALL-E 2* от известной компании, разрабатывающей алгоритмы обучения искусственного интеллекта *OpenAI*. Можно написать собственный алгоритм распознавания, но недостатком будет служить затрата большого количества финансовых и временных ресурсов. И такой алгоритм уже был реализован в Научно-техническом вестнике Поволжья. Данное развертывание искусственного интеллекта по распознаванию лиц можно подстраивать под нужные команды, помимо лиц [3].

2. Результат распознавания образов. Должностные лица, т. е. человеческий ресурс, будут анализировать замороженный материал и на основании результатов приступать к следующим действиям:

2.1. Если материал не попадает под статьи указанные выше, то он размораживается соответствующими должностными лицами.

2.2. Если материал попадает под статьи, указанные выше, он удаляется соответствующими должностными лицами, и в программу, вычисляющую IP-адрес, отправляется информация об отправителе.

3. Результаты анализа нейросети. Данные заносятся в базу. Для реализации можно использовать такие известные базы данных, как *Oracle*, *MySQL*, *ApacheCassandra* [4].

3.1. IP-адрес был изменен через анонимайзер, персонал связывается с интернет провайдером для установления реального IP-адреса. В случае отказа интернет провайдера:

3.1.1. Отправка информации в полицию, в случае если статьи попадают под уголовную ответственность.

3.1.2. Блокировка аккаунта отправителя.

3.1.3. Если провайдер выслал необходимые данные, пользователя блокируют по IP на срок до 5 дней и заносят данные в базу. При повторном нарушении блокировка увеличивается до 30 дней, а также данные отправляются в полицию (статьи попадают под уголовную ответственность). Если данная активность продолжается – блокировка бессрочно. Важно, чтобы блокировка проводилась по IP-адресу, так пользователь не сможет создавать новые аккаунты.

3.2. IP-адрес не был изменен через анонимайзер, следовать пункту 3.1.3.

Сроки блокировки выбраны таким образом, чтобы пользователь подумал о том, что не стоит публиковать материалы, относящиеся к статьям УК РФ.

Анализ метода

Был проведен SWOT-анализ *KiDefender* для того, чтобы выявить сильные и слабые стороны метода, а также возможности и угрозы, на основании которых можно сделать выводы.

Возможности:

– использование *KiDefender* в других социальных сетях и на просторах интернета;

– автоматизация всего процесса;

– увеличение рабочих мест.

Угрозы:

– защита интернет-провайдером личных данных пользователя;

– нехватка финансовых ресурсов.

Сильные стороны

– защита детской психики;

– предотвращение пропаганды попадающей под УК РФ;

– инновация;

– актуальность для прогрессирующего общества.

Какие сильные стороны необходимо использовать, чтобы получить отдачу от возможностей внешней среды:

– инновационное решение блокировки контента дает возможность использования *KiDefender* на просторах других социальных сетях;

– актуальность для прогрессирующего общества может служить для расширения рабочих мест в офисе группы «ВКонтакте».

Какие силы необходимо использовать для устранения угроз:

– при актуальности и инновации есть большой шанс привлечь инвесторов, следовательно, нехватка финансовых ресурсов будет исключена.

Слабые стороны

– нехватка временных ресурсов;

– нехватка кадровых ресурсов;

– небольшая скорость нейросети;

– незаинтересованность государственных служб.

За счет каких возможностей внешней среды организация сможет преодолеть имеющиеся слабости:

– нехватку кадровых ресурсов можно решить путем расширения рабочих мест;

– при автоматизации всего процесса нейросеть будет быстрее обучаться, и ее скорость увеличится;

– при автоматизации всего процесса нехватка временных ресурсов исчезнет.

От каких слабостей необходимо избавиться, чтобы попытаться предотвратить угрозу:

– если мы избавимся от такой слабой стороны, как незаинтересованность государственных служб, то угроза анонимности из-за интернет-провайдера будет опущена.

Таким образом, требуется избавиться от слабых сторон, таких как нехватка временных, кадровых ресурсов, автоматизировать весь процесс нейросети для увеличения скорости. При актуальности и инновации есть большой шанс привлечь инвесторов, следовательно, нехватка финансовых ресурсов будет исключена.

Аналоги

1. *YouTube Content Verification Program Application (YCVPA)*. Дословно переводится как «Программа проверки контента YouTube». Она блокирует видео в автоматическом режиме за нарушение авторских прав или аморальный контент. Данная программа довольно действенная, но имеет большой недостаток, который мы рассмотрим далее.

В состав данного метода входят две программы, это сам *YCVPA*, а также *ContentID*, где первый отвечает за запрещенный контент, а второй – за авторские права. Сами модераторы редко проверяют контент, в этом и заключается минус метода. Многие видео блокируются по ошибке, даже на каналах-миллиониках.

2. *Facebook for developers*. Блокирует и удаляет аккаунты в двух режимах:
– автоматический: блокировка происходит при совершении подозрительных действий (посты с непристойным контентом, неподобающие комментарии, публикация большого количества постов);

– ручной: аккаунт блокируется сотрудниками, которые заметили нарушение, подозрительные действия, жалобы, такие же, как упомянутые выше, в автоматическом режиме.

Фэйсбук очень агрессивно относится к пользователям. Данная социальная сеть блокирует один раз и навсегда. В последнее время «баны прилетают» всем без разбора, а также во время жалоб публикация остается в открытом доступе.

3. Твиттер. В данной социальной сети не удаляется контент деликатного характера, такой как насилие, например. Программа лишь скрывает от пользователя публикации. В некоторых случаях выходит предупреждение: «Этот профиль может содержать потенциально деликатный контент» или же «Следующие медиафайлы содержат потенциально деликатный контент». Данную систему можно легко и просто обойти. Требуется в настройках отключить функцию, которая скрывает непристойный контент. Поскольку современные дети довольно смысленные, они могут отключить данную функцию.

Остальные социальные сети работают по такой же схеме, как в упомянутых выше программах. Разница только в названиях программ, используемых для блокировки постов, комментариев, аккаунтов.

Таким образом, наш метод объединяет положительные стороны аналогов, и добавляет скорость удаления нежелательного контента, а также не блокирует пользователей без оснований на это. Программа *KiDefender* является лучшей версией своих аналогов и является актуальной.

Заключение

В ходе проведенного исследования был изучен рынок современных систем управления баз данных и нейросетей, проанализирована социальная сеть «ВКонтакте» на наличие запрещенных материалов, проведено исследование программ-аналогов и произведено их аналитическое сравнение, которое легло в основу разработки *KiDefender*. Результатом стала разработка метода борьбы с запрещенным контентом и ограждения детей и детской психики от неподобающих материалов.

Перспективы дальнейшей работы над проблемой можно увидеть в более детальной проработке метода и ресурсов, а также адаптации изделия к рынку.

Список использованных источников и литературы

1. *Швецов, А. Н.* Информационная безопасность в цифровом обществе: влияние информации интернета на социальные установки молодежи / А. Н. Швецов, С. В. Дианов // Вестник МАНЭБ. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 59–64. – EDN: ERYFXN
2. *Зотова, О. Ю.* Социально-психологические аспекты интернет-безопасности детей // Современный город: социальность, культуры, жизнь людей : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф.и, Екатеринбург, 14–15 апреля 2014 г. / Ред. колл: Л. А. Закс [и др.]. Т. 1. – Екатеринбург : Гуманитарный университет, 2014. – С. 320–323. – EDN: UDYXOZ
3. Развертывание искусственного интеллекта по распознаванию лиц / Г. А. Гареева [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. – 2022. – № 8. – С. 50–53. – EDN: RTDMES
4. *Таланов, В. М.* Пример создания базы данных в системе управления базами данных MySQL / В. М. Таланов, М. В. Рунков, Г. В. Ерофеев // XLVI Огарёвские чтения : материалы науч. конф.: в 3 ч., Саранск, 06–13 декабря 2017 г. / отв. за вып. П. В. Сенин. – Ч. 1. –

Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2018. – С. 219–224. – EDN: XQSUTB

R. A. Shcherbakov, Student

Yu. A. Sidorova, Student

sidorovaulia650@gmail.com

A. A. Danilova, Senior Lecturer of the Department

“System analysis and quality management”

FGBOU VO “Kalashnikov Izhevsk State Technical University”

**Development of a method for protecting children and children's psyche
in the vast social network “Vkontakte”**

This article is related to the development of a method for protecting children and the child's psyche from prohibited content on the Internet. The KiDefender method is aimed at combating inappropriate content on the VKontakte social network. The method is based on the work of artificial intelligence and human resources. Thanks to the method, posts will be deleted and frozen, as well as accounts where obscene materials are present. The article also contains a description of this method and its implementation. A study of programs - analogues was carried out and their analytical comparison was made, which formed the basis for the development of “KiDefender”. The goal that prompted the idea of creating a method of combating prohibited content is to improve society, society, because children are our future, and there is no future with a broken psyche.

Keywords: method; prohibited content; protection; child psyche; social networks.

Содержание

<i>Баймурзин Е. В., Фокеев А. Е.</i> Цифровой двойник металлопленочного косинусного конденсатора.....	3
<i>Булатова К. Г., Мохова Е. В., Данилова А. А.</i> Разработка мобильного приложения для обучения формализации бизнес-процессов в нотации BPMN.....	18
<i>Бусыгина С. А., Тетерина А. В., Щеглова Е. О., Седова А. В.</i> Оценка состояния зеленых зон г. Ижевска с разработкой методов решения выявленных проблем	27
<i>Гырдымова А. В., Клековкин В. С.</i> Проблемы проведения входного контроля закупаемой продукции.....	41
<i>Данилова Ю. В., Илтубаева Е. Ю., Зеленова А. С., Данилова А. А.</i> Многофакторность влияния элементов при расчете трудоемкости	49
<i>Ижболдина Ю. С., Шильяев С. А.</i> Повышение конкурентоспособности машиностроительного предприятия на основе совершенствования системы подготовки производства.....	57
<i>Калинин Н. А., Архипова А. И., Тулегенов Г. М., Бабинцев А. В., Лимонников А. И., Архипов И. О.</i> Разработка медицинской информационной системы для удаленного интеллектуального мониторинга состояния здоровья	66
<i>Колпакова А. Л., Лужбина А. П., Данилова А. А.</i> Предупреждающий сигнал на автомобиле для пешеходов.....	78
<i>Колпакова А. Л., Лужбина А. П., Данилова А. А.</i> Bluetooth-гарнитуры с системой автоматического отключения звука при пересечении пешеходном переходе.....	88
<i>Кочурова А. В., Сабурова Е. А.</i> Разработка методики расчета экономической эффективности автоматизации процессов внутреннего аудита.....	98
<i>Лутфурахманов М. Ф.</i> Выявление избыточных связей и трансформация кинематических пар в механизмах.....	108
<i>Мухаметшина Я. К., Попов Д. Н., Лебедева А. А.</i> Об одном подходе к расчету процесса гидратообразования при транспортировании влажного газа.....	117
<i>Новиков М. Ю., Тарануха Н. Л.</i> Анализ путей повышения энергоэффективности тепловых энергетических станций.....	131
<i>Панков С. Н., Новиков М. Ю., Тарануха Н. Л.</i> Цифровая трансформация производства: значимость цифровых технологий и их внедрение на предприятиях энергетической отрасли.....	140
<i>Раев А. С., Копысов А. Н.</i> Оценка эффективности методов определения положения цели в радиолокационных системах, построенных на базе среды MATLAB.....	153
<i>Риффель Е. А., Иштубаева В. Ю., Бегеева Д. О., Данилова А. А.</i> Построение модели процесса работы с претензиями клиентов на предприятии общественного питания	168
<i>Риффель Е. А., Иштубаева В. Ю., Бегеева Д. О., Данилова А. А.</i> Конфликт как способ выявления лидера в организации.....	177
<i>Титов В. А., Ягодка Е. А.</i> Особенности осуществления органами федерального Государственного пожарного надзора выездных проверок	185
<i>Шаклеин М. А., Гизатуллина Д. Ф., Кайсина И. А.</i> Концепция системы управления роем дронов	195
<i>Шмырев А. В., Буторина И. А., Данилова А. А.</i> Повторное использование литий-ионных аккумуляторов для освещения улицы	203
<i>Штин А. А., Жуков А. Н., Гордина А. Ф.</i> Композиционное вяжущее на основе техногенных продуктов производств.....	212
<i>Щербаков Р. А., Сидорова Ю. А., Данилова А. А.</i> Разработка метода защиты детей и детской психики на просторах социальной сети «ВКонтакте»	219

Электронное научное издание

ВЫСТАВКА ИННОВАЦИЙ – 2023 (весенняя сессия)

Сборник статей XXXV Республиканской выставки-сессии
студенческих инновационных проектов
(Ижевск, 20 апреля 2023 г.)

Адрес в информационно-телекоммуникационной сети
http://innobinc.ru/~files/finder/file/sbornik_vi_2021_2.pdf

Дата размещения на сайте: 08.06.2023

В редакции авторов

Технический редактор *С. В. Звягинцова*
Корректор *Н. К. Швиндт*
Верстка *С. В. Петуховой*
Дизайн обложки

Подписано к использованию 21.06.2023. Уч.-изд. л. 8,4. Объем 4,84 МБ. Заказ № 104

Издательство управления информационных ресурсов
Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова
426069, Ижевск, Студенческая, 7