

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»**

при поддержке:  
Российской академии естественных наук  
Академии наук Республики Башкортостан  
Общественной организации  
«Профессионалы дистанционного обучения»  
Ассоциации образовательных программ  
«Электронное образование Республики Башкортостан»  
Российского союза научных и инженерных  
общественных объединений  
Партнерского центра  
международного сертификационного холдинга IMQ

# **Информационные технологии Проблемы и решения**

У ф а  
УНПЦ «Издательство УГНТУ»  
2 0 2 2

**Информационные технологии. Проблемы и решения.** – Уфа: УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2022. 4(21). 108 с.

**Information technology.** – Ufa: UNPC «USPTU Publishers», 2022. 4(21). 108 p.

**Учредитель:**

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный  
нефтяной технический университет**

**2022, 4(21)**

Издается с 2014 г.

**РЕДКОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор**

Р.Н. Бахтизин, первый проректор Уфимского государственного нефтяного технического университета, д-р физ.-мат. наук, профессор

**Члены редколлегии**

Ю.Н. Белоножкин, канд. экон. наук, доцент кафедры финансы и кредит Сочинского государственного университета

Й. Дарадке, доцент, заместитель декана факультета вычислительной техники и сетей Университета принца Саттама бин Абдулазиза (PSAU) - Королевство Саудовская Аравия (KSA)

Ф.У. Еникеев, д-р техн. наук, профессор кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета

В.В. Ерофеев, д-р техн. наук, профессор, руководитель Челябинского регионального отделения РАЕН

Н.В. Корнеев, д-р техн. наук, профессор кафедры управления безопасностью сложных систем Губкинского университета, член-корр. РАЕН

И.М. Михайловская, ст. преподаватель кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета

Е.А. Султанова, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета, член-корр. РАЕН

В.Н. Филиппов, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и инженерной кибернетики Уфимского государственного нефтяного технического университета, действительный член РАЕН

© ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 2022

© Коллектив авторов, 2022

Полнотекстовая версия выпуска размещена в Научной электронной библиотеке eLibrary.ru по ссылке:

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=61250](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=61250)

Подробности на сайте: <http://vtik.net>

Отпечатано с готового электронного файла.

Подписано в печать 05.10.2022. Формат 60x80/16. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 6,28. Тираж 800 экз. Заказ 151.

Учебный научно-производственный центр "Издательство Уфимского государственного нефтяного технического университета"

Адрес учебного научно-производственного центра "Издательство Уфимского государственного нефтяного

технического университета": 450064, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

**Founder:**

**FSBEU NE Ufa State Petroleum  
Technological University**

**2022, 4(21)**

Published since 2014

**EDITORIAL BOARD**

**Editor-in-Chief**

R.N. Bakhtizin, Dr. of Physical and Mathematical Sci., Professor, First Vice-Rector of Ufa State Petroleum Technological University

**Editorial Board Members:**

Yu. N. Belonozhkin, PhD Economic Sci. Department of Finance and Credit Sochi State university

Dr. Yousef Daradkeh, Associate Professor and Assistant Dean for Administrative Affairs, Department of Computer Engineering and Networks, Prince Sattam bin Abdulaziz University (PSAU) - Kingdom of Saudi Arabia (KSA)

F.U. Enikeev, Dr. of Technical Sci., Professor of Department of Computer Science and Engineering Cybernetics Ufa State Petroleum Technological University

V.V. Yerofeyev, Dr. Sci. Professor, Head of the Chelyabinsk regional branch of RANS

N.V. Korneev, Dr. Tech. Sci., Professor of the Department of Safety Management of Complex Systems, Gubkin University, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences.

I.M. Mikhaylovskaya, Senior Lecturer of Department of Computer Engineering and Engineering Cybernetics Ufa State Petroleum Technological University

E.A. Sultanova, PhD, Deputy Head of Department of Computer science and Engineering cybernetics Ufa State Petroleum Technological University, corresponding member RANS

V.N. Filippov, PhD, Deputy Head of Department of Computer science and Engineering cybernetics of Ufa State Petroleum Technological University, Full member of the RANS

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Ерофеев В.В., Игнатъев А.Г., Трояновская И.П., Шарафиев Р.Г., Михеев И.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТАТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ НАХЛЕСТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОЯСОВ ПРИ ПОЛИСТОВОЙ СВАРКЕ РЕЗЕРВУАРОВ.....	5
Бурдуковский С.О. ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ИНС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ С ГЛАЗАМИ НА ФОТОГРАФИИ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА.....	10
Сухинец Ж.А., Гулин А.И. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ЦЕПНЫХ ТРЕХПОЛЮСНЫХ СТРУКТУР.....	16
Черникова М.А., Гладков Л.Г. АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СТЕНДАХ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	23
Фаткулин Б.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RUTRON ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ ФАРСИ (НА ПРИМЕРЕ КОНВЕРТАЦИИ ДАТ И ЧИСЛЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ).....	28
Хамидуллина А.И. РАЗРАБОТКА ПО ВНЕДРЕНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОДАЖИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ В МЕССЕНДЖЕРЕ TELEGRAM.....	33
Каданцев М.Н., Михайловская И.М., Филиппов В.Н., Филиппова А.Г. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» В УГНТУ.....	39
Каримова А.Ф., Гайфуллин В.Р., Дружинская Е.В. МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИНФОРМИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ INFORM-ME.....	47

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ

Алиев А.Г., ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ И УГРОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИПТОВАЛЮТ И ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ.....	55
Головина Е.Ю., Сулейманов И.И. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ МАЛОПОДВИЖНОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ ПЕРСОНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧКОВ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	61
Кувайцев К.Н., Габитова Т.Н. РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА.....	66
Шахвердиева Р.О. МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ, ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОПАРКАХ.....	72

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Логинов И.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ЗАЯВОК НА ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩИХ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	80
Тляумбетов М.С. РАНЖИРОВАНИЕ ЗАПИСЕЙ НОВОСТНОЙ ЛЕНТЫ ГЕОСОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ.....	86

Овсянникова А.С., Белозеров А.Е. МЕСТА И ОБЪЕКТЫ В ГЕОСОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «MYTRIP».....	90
<b>СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ</b>	
Тайгин Д.И., Блинова Д.В. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ УДАЛЕННОГО РЕПОЗИТОРИЯ И СЕРВЕРА.....	96
<b>СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ</b>	
Фаталиев Т.Х. КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В РАМКАХ SCIENCE 4.0.....	103

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 004.621.791:624.078.45

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТАТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ НАХЛЕСТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОЯСОВ ПРИ ПОЛИСТОВОЙ СВАРКЕ РЕЗЕРВУАРОВ

#### THE CALCULATION METHODS IMPROVEMENT FOR THE LAP WELDS STATIC STRENGTH DURING TANKS WELDING

<sup>1,2</sup>Ерофеев В.В., <sup>3</sup>Игнатъев А.Г., <sup>2</sup>Трояновская И.П., <sup>1</sup>Шарафиев Р.Г., <sup>1</sup>Михеев И.И.,  
<sup>1</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»,  
<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет»,  
г. Челябинск, Российская Федерация

V.V. Erofeev<sup>1,2</sup>, A.G. Ignatiev<sup>3</sup>, I.P. Troyanovskaya<sup>2</sup>, R.G. Sharafiev<sup>1</sup>, I.I. Mikheev<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia  
<sup>2</sup>FSBEI HE «South Ural State Agrarian University»,  
<sup>3</sup>FSAEI HE «South Ural State University»,  
Chelyabinsk, Russian Federation

e-mail: ervv52@mail.ru

**Аннотация.** Изменение нормативных документов по проектированию и изготовлению вертикальных цилиндрических резервуаров, проведенные во второй половине XX в., привели к отказу от нахлесточных равнокатетных соединений при выполнении горизонтальных поясных швов. В частности, это было связано с недостаточным уровнем прочности равнокатетных угловых швов при использовании целого ряда технологий дуговой сварки (ручной и механизированной). Однако, как показали исследования, выполненные в последние годы, статическая прочность нахлесточных соединений существенно зависит не только от способа сварки, но и от их режимов и положения при сварке, при котором обеспечивается переход от равнокатетных (сварка в симметричную лодочку) к неравнокатетным швам (сварка в несимметричную лодочку). В настоящей работе предлагается один из подходов расчетной оценки статической прочности нахлесточных сварных соединений, который позволяет учесть при конструктивно-геометрическом проектировании нахлесточных соединений основные геометрические параметры (размеры катетов, глубину проплавления и т.п.), а также технологические параметры сварки – наклон электродов, их смещение относительно вершины прямого угла в основании шва. Применение предложенного расчетного подхода обеспечивает максимальную несущую способность нахлесточных соединений при сохранении объема наплавленного металла в процессе изготовления металлоконструкций и гарантирует их равнопрочность основному металлу вертикальной стенки резервуаров.

**Abstract.** The regulatory documents changes for the vertical cylindrical tanks design and manufacture, conducted in the second half of the 20th century, led to the lap equal-leg joints rejection when making horizontal welds. Particularly, this was due to the insufficient equal-leg fillet welds level of strength when using a different arc welding technologies (manual and mechanized). However, as shown the studies carried out in recent years, the static strength of lap joints significantly depends not only on the method of welding, but also on their modes and position during welding. This ensures the transition from equal-leg (welding into a symmetrical boat) to unequal-leg welds (welding into an asymmetrical boat). In this paper, we propose a new approach for the lap welds static strength calculation. It allows considering the main geometric and technological welding parameters in the structural and geometric design of lap joints. The main geometric parameters are leg dimensions, penetration depth, etc. and technological welding parameters are the electrodes slope and their offset relative to the top of the right angle at the welds base. This approach application provides the lap joints maximum bearing capacity obtaining while maintaining the deposited metal volume. Also it guarantees their equal strength to the base metal for the vertical tanks walls.

**Ключевые слова.** Вертикальные цилиндрические резервуары, сборка и сварка, нахлесточное соединение, расчет на прочность, несущая способность, равнопрочность.

**Keywords:** vertical cylindrical tank, structure assembling, welding, lap joints, strength calculation, bearing capacity, equal strength.

Разработанные в первой половине XX в. нормативные документы по проектированию и изготовлению вертикальных цилиндрических резервуаров в условиях полистовой сборки вертикальной стенки базировались на следующих конструктивных схемах расположения поясов (рисунок 1).

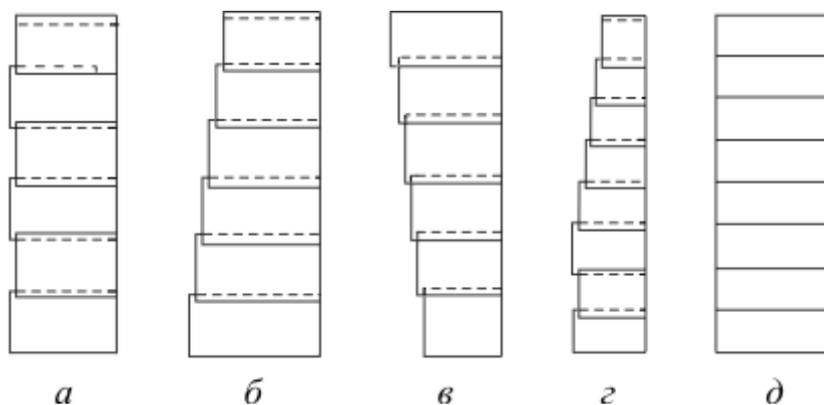


Рисунок 1. Расположение поясов:

*а* – ступенчатое, *б* – телескопическое, *в* – обратно-телескопическое,  
*г* – смешанное, *д* – стыковое

Однако, в силу отдельных недостатков, имеющих место при сварке в нахлестку равнокатетными швами, например, невыполнения условия равнопрочности угловых швов основному металлу поясов, в современных нормативных документах [1, 2 и др.] рекомендована одна из конструктивных схем расположения поясов (см. рисунок 1, *д*) с применением стыковых сварных соединений. Используя актуализацию нормативных документов на базе последних достижений в области конструктивно-технологического проектирования нахлесточных соединений, можно, на наш взгляд, вернуться к

использованию конструктивных схем расположения поясов вертикальной стенки резервуаров с применением горизонтальных угловых швов (см. рисунок 1, а-г).

В рамках настоящей работы ограничимся рассмотрением вопросов, связанных с совершенствованием расчетных методов оценки статической прочности нахлесточных соединений и рациональным выбором их геометрических параметров на стадии конструктивно-технологического проектирования.

Как было установлено в процессе теоретического анализа и экспериментальных исследований [3, 4 и др.], статическая прочность нахлесточных соединений существенно зависит от способа сварки (ручная дуговая – РД, механизированная – МД, автоматическая – АД), режимов сварки и положения электродов при сварке, при котором обеспечивается переход от равнокатетных (сварка в симметричную лодочку) к неравнокатетным угловым швам (сварка в несимметричную лодочку).

Используя алгоритм, приведенный в работах [3, 4], для рассматриваемых соединений были получены следующие условия и допущения, корректирующие методики расчета статической прочности нахлесточных соединений с учетом способа сварки и ее пространственного положения.

1. Принималось, что геометрия неравнокатетных угловых швов представляла собой правильный треугольник с катетами  $K_1$  и  $K_2$  и углом наклона лобовой грани  $\alpha \leq 45^\circ$  (рисунок 2,а).

2. Переход на неравнокатетный шов при рассматриваемых способах сварки при углах  $\alpha \leq 45^\circ$  способствует обеспечению глубины проплавления  $h_1 > 0$ .

3. Изменение угла наклона шва  $\alpha \leq 45^\circ$  производили при условии обеспечения постоянной площади наплавленного металла  $F$ , т.е. при  $F_\alpha = F_{45} = 0,5K^2$  ( $K$  – размер катета при  $\alpha = 45^\circ$ ).

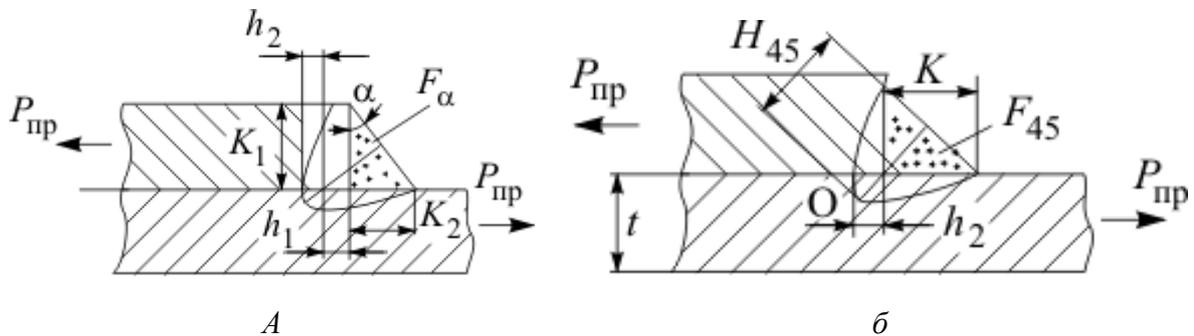


Рисунок 2. Общий вид нахлесточных соединений с неравнокатетными (а) и равнокатетными (б) швами и принятая расчетная схема с учетом проплавления стенки  $h_1$  и  $h_2$

В соответствии с принятыми допущениями путем несложных геометрических преобразований было получено следующее расчетное соотношение для определения глубины проплавления вертикальной стенки ( $h_1$ ) при переходе на технологию изготовления металлоконструкций с применением неравнокатетных швов (рисунок 2, а):

$$\frac{h_1}{K} = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \sqrt{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (1)$$

Относительная глубина проплавления вертикальной стенки  $h_2/K$  для нахлесточных соединений с равнокатетными швами при использовании

рассматриваемых способов сварки может быть определена по соотношению (2), полученному на основании экспериментальных данных [5] для соединений с равнокатетными швами, выполненных на оптимальных режимах (рисунок 2, б):

$$\frac{h_2}{K} = \frac{\beta_{45}}{0,7} - 1, \quad (2)$$

где  $\beta_{45} = \frac{H_{\text{пр}}}{K}$  – коэффициент эффективности проплавления стенки, определяющий относительную глубину проплавления в направлении сварочной дуги при сварке равнокатетными швами,  
 $H_{\text{пр}}$  – глубина проплавления.

С учетом рекомендаций, приведенных в работе [5], для расчета сварных соединений, выполненных равнокатетными угловыми швами с применением различных способов сварки на оптимальных режимах, следует принимать:

$\beta_{45} = 0,7$  – для ручной дуговой сварки (РДС), многопроходной автоматической (АДС) и механизированной (МДС) сварки;

$\beta_{45} = 0,8$  – для двух- и трехпроходной МДС;

$\beta_{45} = 0,9$  – для однопроходной МДС и двух- и трехпроходной АДС;

$\beta_{45} = 1,1$  – для однопроходной АДС.

С учетом данных допущений величина предельной нагрузки  $P_{\text{пр}}$  для нахлесточных соединений, выполненных неравнокатетными угловыми швами, определяется из следующего соотношения:

$$P_{\text{пр}} = n[\tau']\beta_{\alpha} Kl, \quad (3)$$

где  $[\tau'] = (0,5...0,57)[\sigma']$  – допускаемое напряжение металла шва при чистом сдвиге;

$[\sigma']$  – допускаемое напряжение металла шва при растяжении;

$K, l$  – соответственно катет и длина углового шва;

$n$  – количество угловых швов ( $n = 1$  – один шов, соединение типа Н1,  $n = 2$  – два шва, соединение типа Н2);

$\beta_{\alpha} = \frac{H_{\text{пр}}}{K}$  – коэффициент эффективности проплавления, определяющийся полной глубиной проплавления стенки ( $h_1 + h_2$ ),

$$\beta_{\alpha} = 0,7 \left[ \frac{\beta_{45}}{0,7} + \frac{1 - \text{tg}^2 \alpha}{\text{tg}^2 \alpha} \sqrt{\text{tg} \alpha} \right]. \quad (4)$$

Нетрудно заметить, что, варьируя параметры нахлесточных соединений, способы сварки и их режимы, можно существенно изменить глубину проплавления стенки поясов ( $h_1 + h_2$ ), т.е. увеличить величину  $\beta_{\alpha}$  и добиться значений, гарантирующих равнопрочность соединений основному металлу стенки.

На рисунке 3 представлены графические зависимости  $\beta_\alpha = \beta(\beta_{45}, \alpha)$  для рассматриваемых способов сварки, которые свидетельствуют о существенном повышении несущей способности сварных нахлесточных соединений при переходе на сварку неравнокатетными швами.

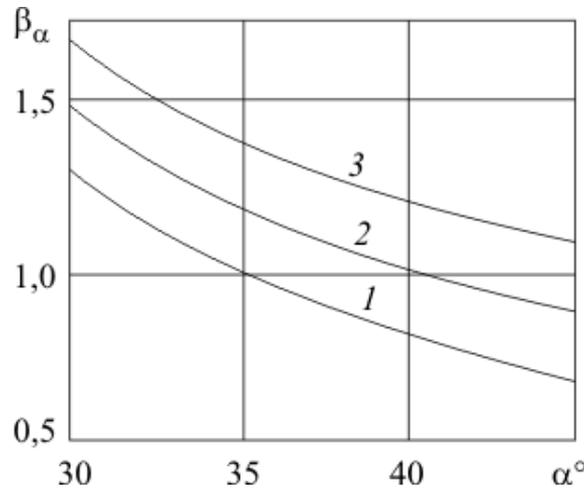


Рисунок 3. Зависимость  $\beta_\alpha = \beta(\beta_{45}, \alpha)$ :  
1 – РД, 2 – МД, 3 – АД

Следует отметить, что суммарное проплавление вертикальной стенки металлоконструкции ( $h_1 + h_2$ ), как это следует из приведенного анализа, гарантируют равнопрочность рассматриваемых соединений основному металлу вертикальной стенки резервуара, которая происходит при сочетании геометрических параметров угловых швов  $\alpha$ ,  $K$  при различных способах дуговой сварки, характеризующих диапазон значений  $\beta_\alpha \geq 1$ . Для рассматриваемых способов сварки (см. рисунок 3):  $\alpha_1 \leq 35^\circ$  (РД);  $\alpha_1 \leq 40^\circ$  (МД);  $\alpha_1 \leq 45^\circ$  (АД).

Важным моментом при сварке нахлесточных соединений с применением технологии их изготовления неравнокатетными швами является установление координаты смещения электрода (или сварочной проволоки)  $z$  по отношению к вершине прямого угла у основания углового шва. Как показал анализ геометрической формы нахлесточных соединений, выполненных равнокатетными и неравнокатетными швами, смещение электрода при переходе на сварку неравнокатетными швами  $z$  не зависит от величины проплавления  $h_2$  и определяется только углом наклона лобовой грани шва  $\alpha$ :

$$\frac{z}{K} = \frac{\cos 2\alpha \sqrt{\text{tg}\alpha}}{\sin \alpha}. \quad (5)$$

Например, при изменении  $\alpha$  от  $45^\circ$  до  $35^\circ$  параметр  $z/K$  варьируется в пределах от 0 до 0,5.

## Выводы

1. Предложена математическая модель для оценки статической прочности нахлесточных соединений горизонтальных поясных швов вертикальных цилиндрических резервуаров, учитывающая способ дуговой сварки и переход на неравнокатетные угловые швы.

2. Используя информационные технологии на базе полученных решений можно провести оптимизацию основных параметров нахлесточных соединений, обеспечивающих их равнопрочность основному металлу вертикальных цилиндрических резервуаров.

### **Литература**

1. ГОСТ 31385-2016. Межгосударственный стандарт. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2016.
2. ПБ 03-605-003. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. М.: НТЦ по БП, 2008. 172 с.
3. Когут Н.С., Шахматов М.В., Ерофеев В.В. Несущая способность сварных соединений. Львов: СВИТ, 1991. 184 с.
4. Решение вопросов ресурсосбережения на стадии конструктивно-технологического проектирования сварных соединений с угловыми швами/В.В. Ерофеев [и др.]//Первые международные Косыгинские чтения – 2017: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. форума. М.: РГУ, 2017. – Т. 1. С. 54-58.
5. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: учеб. для вузов. М.: Высшая школа, 1990. 446 с.

УДК 004.85

## **ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ИНС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ С ГЛАЗАМИ НА ФОТОГРАФИИ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА**

## **TRAINING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL FOR DETECTING EYES AREAS AT HUMAN FACE PHOTO**

Бурдуковский С.О.,  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления  
«НИНХ»,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

S.O. Burdukowsky,  
FSBEI HE “Novosibirsk State University of Economics and Management  
“NINE”,  
Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: burdukowsky\_stas@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье автор описывает обучение вычислительной модели для решения задачи автоматического обнаружения областей с глазами на фотографии лица человека. В статье рассмотрены традиционные алгоритмы обнаружения глаз на изображении и приведены преимущества использования глубокого обучения, проаргументирован выбор платформы TensorFlow в качестве инструмента глубокого обучения, описан процесс обучения модели искусственной нейронной сети, определен

подход обучения, дано разъяснение технологиям SSD и FPN, которые лежат в основе обучаемой модели «SSD MobileNet V2 FPNLite 320x320». Для обучения модели были взяты изображения лиц из базы данных Flickr-Faces-HQ Dataset. Это набор высококачественных изображений человеческих лиц, изначально созданный в качестве эталона для генеративных состязательных сетей. Также в статье описана подготовка натренированной модели к использованию в приложениях. В ходе работы над задачей автоматического обнаружения глаз на фотографии человека была обучена эффективная модель, эффективность подтверждается результатами оценки работы вычислительной модели, с помощью инструментов, включенных в платформу TensorFlow. Описанная в статье работа является частью научного исследования, посвященного разработке информационной системы автоматического диагностирования косоглазия.

**Abstract.** In this article, the author describes training a computational model to solve the problem of automatic detecting areas with eyes human face photo. The article discusses traditional algorithms for detecting eyes in an image and shows the benefits of using deep learning, argues for the choice of the TensorFlow platform as a deep learning tool, describes the process of training an artificial neural network model, defines the learning approach, explains the SSD and FPN technologies that underlie the trained “SSD MobileNet V2 FPNLite 320x320” model. To train the model, face images were taken from the Flickr-Faces-HQ Dataset. It is a high-quality image dataset of human faces, originally created as a benchmark for generative adversarial networks. The article also describes preparation of a trained model for using in applications. In the course of working on the task of automatically detecting eyes in a human face photo, an effective model was trained, efficiency is confirmed by the results of evaluating the performance of the computational model, using the tools included in the TensorFlow platform. The work described in the article is part of a scientific study on the development of an information system for automatic diagnosis of strabismus.

**Ключевые слова:** обнаружение объектов, машинное обучение, глаз, искусственная нейронная сеть, TensorFlow.

**Keywords:** object detection, machine learning, eye, artificial neural network, TensorFlow.

Описанная в статье работа является частью научного исследования, посвященного разработке информационной системы автоматического диагностирования косоглазия. Первый этап при обработке входного изображения – выделение областей с глазами. Эта статья посвящена решению задачи обнаружения областей с глазами на фотографии лица человека. В данной статье автор описывает обучение вычислительной модели «SSD MobileNet V2 FPNLite 320x320» для решения задачи автоматического обнаружения областей с глазами на фотографии лица человека. Следует обосновать выбор глубокого обучения в качестве инструмента для решения задачи.

Было предложено множество традиционных алгоритмов для обнаружения глаз. Они обычно проектируются в соответствии с геометрическими характеристиками глаза. Их можно разделить на два класса. Первый класс – это геометрическая модель. Roberto Valenti и Theo Gevers [1] использовали кривизну изофот для разработки системы голосования для локализации глаза и зрачка. Nenad Markuš и соавторы [2] предложили метод локализации зрачка глаза на основе ансамбля рандомизированных деревьев регрессии. Fabian Timm и Erhardt Barth [3] предложили использовать градиенты изображения и квадраты скалярных произведений для обнаружения зрачков. Второй класс – это сопоставление с шаблоном. Lech Swirski и соавторы предложили метод

RANSAC [4] для создания эллиптического уравнения для определения центра зрачка. Gabriel M. Araujo и соавторы [5] описали детектор внутреннего продукта для локализации глаз на основе корреляционных фильтров. Традиционные детекторы глаз иногда могут дать хорошие результаты, но они легко выходят из строя при изменении внешнего освещения или окклюзии лица.

В настоящее время эффективным методом обнаружения различных объектов на изображении признаны алгоритмы глубокого обучения. Глубокое обучение позволяет вычислительным моделям, состоящим из нескольких уровней обработки, изучать представления данных с несколькими уровнями абстракции. Эти методы значительно улучшили современный уровень распознавания речи, визуального распознавания объектов, обнаружения объектов и многих других областей, таких как открытие лекарств и геномика.

Для решения задачи были проанализированы инструменты глубокого обучения. По результатам анализа был выбран фреймворк TensorFlow 2, как хорошо поддерживаемый, открытый и поддерживающий большое количество технологий таких, как CUDA (Compute Unified Device Architecture), автоматическое дифференцирование, предтренированные модели, рекуррентные нейронные сети, сверточные нейронные сети, машина Больцмана, глубокая сеть доверия, вычисления на компьютерном кластере [6].

Заявлено, что «SSD MobileNet V2 FPN Lite 320x320» работает быстро (22 мс на обнаружение объектов на изображении), а также имеет небольшой размер в экспортированном виде (8,8 МБ) [7]. Размер важен, так как обучаемая модель будет применяться в мобильных технологиях, и размер модели будет прямо влиять на размер установочного пакета.

SSD расшифровывается как Single-Shot Detector или Single-Shot multibox Detection. Особенность этой модели в том, что все объекты на изображении детектируются за один раз, в отличие от моделей R-CNN.

Преимущества Single-Shot Detector:

- обнаружение объектов в реальном времени;
- качество работы близко к Faster R-CNN;
- обнаружение происходит на разных масштабах, что позволяет локализовывать объекты разных размеров.

FPN расшифровывается как Feature Pyramid Network. FPN – сверточная нейронная сеть, построенная в виде пирамиды, служащая для объединения достоинств карт признаков нижних и верхних уровней сети. Первые имеют высокое разрешение, но низкую семантическую, обобщающую способность, а вторые — наоборот.

Объясняя простым языком, FPN-сети разработаны для того, чтобы оптимизировать работу над распознаванием изображений следующим образом. Модель, занимающаяся конкретно распознаванием, обучается распознавать изображения определенного диапазона размеров и не может распознавать изображения, которые значительно больше. FPN занимается тем, что постепенно уменьшает изображение методом сжатия и отправляет его на распознавание. Тем самым все объекты на изображении (объекты разных размеров) локализируются и классифицируются (рисунок 1). В плане вычислительных ресурсов такой подход дешевле, чем распознавание объектов разного размера на изображении одного разрешения.

Для обучения модели были взяты изображения лиц из базы данных Flickr-Faces-HQ Dataset (FFHQ). Это набор высококачественных изображений человеческих лиц, изначально созданный в качестве эталона для генеративных состязательных сетей. Набор данных состоит из высококачественных изображений PNG с разрешением  $1024 \times 1024$  и содержит значительные различия с точки зрения возраста, этнической принадлежности людей и фона изображения. Он также имеет хороший охват

аксессуаров, таких как очки, солнечные очки, шляпы и т.д.

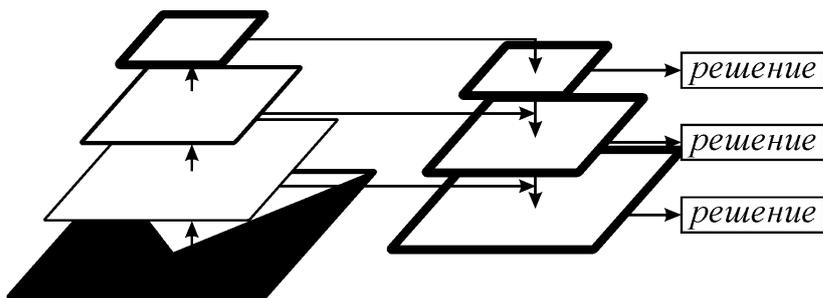


Рисунок 1. Feature Pyramid Network

Автором использовались миниатюры оригинальных изображений в размере  $128 \times 128$  пикселей. Всего было использовано из набора данных 25000 изображений. Из всех изображений 2500 составили оценочную выборку, а 22500 – обучающую. Это соотношение составляет 1:9. На основе этих изображений и разметки были сгенерированы файлы аннотаций для обучающей и оценочной выборок в формате CSV. На каждом изображении отмечены два глаза. Название класса – eye.

Для обучения модели искусственной нейронной сети в настоящее время выделяют два подхода — обучение модели с нуля и использование предтренированных слоев.

Первый подход в отличие от второго требует больших временных и вычислительных затрат. А так как значительная часть работы в машинном обучении – это эксперимент, то требуемое время для обучения модели увеличивается во столько раз, сколько составляет количество экспериментов. Эксперименты имеют разный характер – исследователи экспериментируют с архитектурой модели или различным распределением данных для обучения и проверки работы модели.

Второй подход – использование предтренированных слоев – позволяет сэкономить временные и вычислительные ресурсы. Эти предтренированные слои уже путем многочисленных экспериментов обучены для выделения общих компонент изображения и готовы к тренировке под конкретную задачу при помощи добавленных слоев.

Автором были опробованы оба подхода и лучший результат показала модель, натренированная с нуля.

Для обучения необходимо создать карту меток «label\_map.pbtxt». Она представляет собой текстовый документ, в котором указаны распознаваемые классы в особом формате. Обучаемая модель будет распознавать только один класс объектов – область глаза человека, поэтому класс в карте меток будет один и называться «eye».

Для обучения модели TensorFlow нужно изображения и файлы разметки в формате CSV преобразовать в специальный формат TFRecord. Для этого был написан скрипт на языке Python с использованием библиотеки TensorFlow, который принимает на вход CSV-файл с аннотациями, директорию с изображениями и путь выходного файла с расширением «.record».

После преобразования CSV-аннотаций в формат TFRecord можно приступить непосредственно к обучению модели. Для этого формируется файл «pipeline.config», в котором описывается вся необходимая информация. Этот файл имеет тот же формат, что и «label\_map.pbtxt». Он состоит из блоков «model», «train\_config», «train\_input\_reader», «eval\_config» и «eval\_input\_reader».

Блок «model» описывает структуру и характеристики модели. Он содержит один дочерний элемент «ssd», что означает тип модели «Single-Shot Detector». Блок

«train\_config» описывает конфигурацию обучения модели. Он содержит поля, описывающие методы предварительной обработки образцов обучающей выборки, а именно: отражение изображений по горизонтали и случайная обрезка, а также количество шагов обучения и размер батча. Блок «train\_input\_reader» содержит в себе информацию о тренировочных данных, а именно: путь к карте меток и путь к файлу TFRecord. Блок «eval\_config» описывает параметры оценивания работы модели. Блок содержит поле «metrics\_set». В этом поле указывается протокол оценки обнаружения объектов. В нашем случае используются показатели обнаружения COCO (Common Objects in Context). Показатели обнаружения COCO – это официальные метрики обнаружения, используемые для оценки соревнования COCO, они аналогичны показателям обнаружения Pascal VOC (которые обычно используются для оценки качества детекторов объектов), но имеют немного отличающуюся реализацию и предоставляют дополнительную статистику [8]. Блок «eval\_input\_reader» содержит в себе информацию об оценочных данных, а именно: путь к карте меток и путь к файлу TFRecord, а также признак необходимости перемешивания данных и количество эпох оценки.

После подготовки данных для обучения и оценки в формате TFRecord и конфигурации pipeline.config было произведено непосредственно обучение. Оно осуществлялось с помощью скрипта на языке Python из библиотеки TensorFlow Object Detection API. Скрипт принимает в качестве параметра путь к файлу конфигурации, а он в свою очередь уже содержит информацию о расположении тренировочных и оценочных данных. Также указывается выходная директория, где по результатам обучения будут сохранены точные значения всех параметров модели.

Следует дать определение понятиям шаг, батч и эпоха.

Шаг обучения – обучение модели на одном батче. Количество шагов – число батчей, необходимых для завершения одной эпохи.

Батч – партия данных для обучения. Размер батча – количество изображений для обучения в одном батче. Число батчей равно числу шагов.

Эпоха оценки – это проход всего набора данных через процесс обучения или оценивания.

В блоке «train\_config» количество шагов было установлено числом 50 000, а размер батча – числом 8. Это значит, что обучение было произведено на 400 000 изображений. А так как всего изображений в обучающей выборке 22500, то количество эпох обучения составило приблизительно 17,8.

Количество шагов обучения было определено эмпирическим путем как оптимальное на основе нескольких экспериментов. Примерно на сорокатысячном шаге скорость обучения начинает приближаться к нулю, и ситуация не изменяется в лучшую сторону даже спустя еще 20 000 шагов.

В процессе обучения вычислялись и записывались суммы значений потерь классификации и локализации. Потери классификации – это мера того, как сильно модель ошибается при распознавании глаза и фона, а потери локализации – это мера того, как сильно модель ошибается при локализации глаза.

Функция потерь измеряет разницу между выходным значением модели и целевым значением. На основании потери корректируются веса модели, что и является обучением. Для коррекции весов классификации использовалась сигмоидная функция потери фокуса (Sigmoid Focal Loss), а для коррекции весов локализации использовалась плавная функция потери локализации, также известная как функция потерь Хьюбера.

Потери в процессе обучения изменяются не строго по убыванию. Имеется скачки. Они объясняются тем, что на каждом шаге осуществляется коррекция весов, и она не всегда улучшает точность работы детектора. Но в целом динамика изменения потерь

отрицательная.

Для использования натренированной модели в производственных приложениях нужно произвести её экспорт в формат Saved model. Это осуществляется с помощью скрипта из библиотеки TensorFlow Object Detection API. Скрипт принимает на вход pipeline.config, натренированные контрольные точки обучения и выходную директорию.

Для запуска обнаружения зоны глаз на изображении был написан скрипт на языке Python с использованием библиотеки TensorFlow. Результатом работы скрипта являются выведенные входные изображения с выделенными на нем областями с глазами и процентами. Проценты обозначают степень соответствия найденных объектов набору признаков обнаружения модели.

В качестве метрики для модели обнаружения объектов используется значение IoU, что значит Intersection over Union. Оно обозначает отношение площади пересечения оригинальной рамки объекта на изображении и рамки объекта, найденной моделью, к площади области, полученной путем объединения этих рамок. Для оценки точности работы детектора объектов берется среднее IoU из отрезка [0,50; 0,95] с шагом 0,05. То есть среднее арифметическое долей обнаруженных объектов с IoU больше 50%, 55%, 60% и так далее до 95%.

В результате экспериментов модель показала в случае обучения с нуля значение равное 0,695, а в случае обучения с предтренированными слоями – 0,474. Для конкретных значений IoU точность обнаружения составила: для IoU 0,50 доля обнаружений составила 99,9%, для 0,55 – 99,5%, для 0,60 – 98,8%, для 0,65 – 97,4%, для 0,70 – 94,5%, для 0,75 – 89,8%. Согласно исследованиям [9, 10] оценка IoU больше 0,5 обычно считается хорошим результатом.

## Выводы

В ходе работы над задачей автоматического обнаружения глаз на фотографии человека была обучена эффективная модель с использованием архитектуры «SSD MobileNet V2 FPNLite 320×320». Эффективность подтверждается результатами оценки работы вычислительной модели.

## Литература

1. Valenti, R. Accurate eye center location through invariant isocentric patterns/Roberto Valenti, Theo Gevers//IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2012. – Vol. 34. – С. 1785-1798. DOI: 10.1109/TPAMI.2011.251.
2. Markuš, N. Eye pupil localization with an ensemble of randomized trees/Nenad Markuš, Miroslav Frljak, Igor S. Pandžić, Jörgen Ahlberg, Robert Forchheimer//Pattern Recognition. – 2014. – Vol. 47. – С. 578-587. DOI: 10.1016/j.patcog.2013.08.008.
3. Timm, F. Accurate eye centre localisation by means of gradients/Fabian Timm, Erhardt Barth//VISAPP 2011 – Proceedings of the Sixth International Conference on Computer Vision Theory and Applications, 5-7 марта 2011 г., Виламора. – 2011. – С. 125-130.
4. Swirski, L. Robust real-time pupil tracking in highly of-axis images/Lech Swirski, Andreas Bulling, Neil Anthony Dodgson//Proceedings of the 7th Eye Tracking Research and Applications Symposium. – 2012. – С. 173-176. DOI: 10.1145/2168556.2168585.
5. Araujo, G. Fast eye localization without a face model using inner product detectors/Gabriel M. Araujo, Felipe M.L. Ribeiro, Eduardo A.B. Silva, Siome K. Goldenstein//2014 IEEE International Conference on Image Processing, 27-30 октября 2014 г., Париж. – 2014. – С. 1366-1370. DOI: 10.1109/ICIP.2014.7025273.

6. Бурдуковский, С.О. Анализ и оценка программ глубинного обучения/С.О. Бурдуковский//Развитие интеллектуального потенциала молодежи Кубани – 2019: Материалы II Всероссийской научно-практической конф., 13-18 мая 2019 г., Анапа: Анапский филиал ФГБОУ ВО «МПГУ». – 2019. – С. 18-24.

7. TensorFlow 2 Detection Model Zoo [Электронный ресурс]. – URL: [https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object\\_detection/g3doc/tf2\\_detection\\_zoo.md](https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object_detection/g3doc/tf2_detection_zoo.md) (дата обращения 17.04.2022).

8. Supported object detection evaluation protocols [Электронный ресурс]. – URL: [https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object\\_detection/g3doc/evaluation\\_protocols.md](https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object_detection/g3doc/evaluation_protocols.md) (дата обращения 17.04.2022).

9. Maxwell, A. Accuracy Assessment in Convolutional Neural Network-Based Deep Learning Remote Sensing Studies – Part 1: Literature Review/Aaron E. Maxwell, Timothy A. Warner, Luis Andrés Guillén//Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13. – С. 1-27. – ISSN 2072-4292. DOI: 10.3390/rs13132450.

10. Zhang, X. How Well Do Deep Learning-Based Methods for Land Cover Classification and Object Detection Perform on High Resolution Remote Sensing Imagery?/Xin Zhang, Liangxiu Han, Lianghao Han, Liang Zhu//Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12. – С. 1-29. – ISSN 2072-4292. DOI: 10.3390/rs12030417.

УДК 004.021; 519.688

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА  
ЦЕПНЫХ ТРЕХПОЛЮСНЫХ СТРУКТУР**

**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL SUPPORT  
FOR ALGORITHMS FOR THE ANALYSIS  
OF THREE-POLE CHAIN STRUCTURES**

<sup>1</sup>Сухинец Ж.А., <sup>2</sup>Гулин А.И.,

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

<sup>2</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

Zh. A. Sukhinets<sup>1</sup>, A.I. Gulin<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Ufa State Aviation Technical University,

<sup>2</sup>Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

[gulin1940@gmail.com](mailto:gulin1940@gmail.com)

**Аннотация.** Преобразователи и устройства систем управления и вычислительной техники с однородной, неоднородной и распределенной цепной трехполюсной структурой (ЦТС) реализуют различные функции измерения и обработки информации, участвуют в организации каналов связи, регистрации и отображении информации. Высокая чувствительность, широкий предел изменения параметров, возможность регулирования уровня выходного сигнала, выполнение условий оптимального согласования входных и выходных сопротивлений, использование минимального

количества номиналов элементов в преобразователе, простота и возможность интегрального исполнения все это предопределяет широкое использование устройств для построения преобразователей различного назначения. В работе рассмотрен эффективный метод функций преобразования (ФП), разработанный авторами для анализа цепных трехполюсных структур. Полученные формулы ФП неоднородных и однородных ЦТС произвольной сложности позволяют записывать выражение ФП по виду структуры без решения громоздких уравнений. Установлен алгоритм записи и получена рекуррентная формула вычисления ФП неоднородных ЦТС позволяет программировать процесс анализа на ПЭВМ малым числом команд. Получены выражения входных и выходных иммитансов ЦТС и их частей. Рассмотрен пример анализа методом ФП шестиплечей ЦТС, являющейся фазирующей цепочки генератора синусоидальны колебаний, демонстрирующей эффективность метода.

**Abstract.** Converters and devices of control systems and computer technology with a homogeneous, heterogeneous and distributed three-pole chain structure (CTS) implement various functions of measuring and processing information, participate in the organization of communication channels, registration and display of information. High sensitivity, a wide range of parameter changes, the ability to adjust the output signal level, the fulfillment of the conditions for optimal matching of input and output resistances, the use of a minimum number of nominal elements in the converter, simplicity and the possibility of integral execution all this predetermines the widespread use of devices for building converters for various purposes. An effective method of conversion functions (OP) developed by by the authors for the analysis of three-pole chain structures. The obtained formulas for the FP of heterogeneous and homogeneous CTS of arbitrary complexity allow you to write the expression of the FP by the type of structure without solving cumbersome equations, a recording algorithm is established and a recurrent formula for calculating the FP of heterogeneous CTS is obtained, which allows programming the analysis process on a PC with a small number of commands. Expressions of the input and output immitances of the CTS and their parts are obtained. An example of analysis by the FP method of the six-arm CTS, which is a phasing chain of a sinusoidal oscillator, demonstrating the effectiveness of the method, is considered.

**Ключевые слова:** функция преобразования, цепная трехполюсная структура, преобразователь, иммитанс.

**Keywords:** conversion function, three-pole chain structure, converter, immitance.

Наиболее распространенной структурой, реализующей широкий класс преобразователей систем управления и устройств вычислительной техники (ВТ), является цепная трехполюсная структура (ЦТС). Это цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и первичные преобразователи с частотным и фазовым выходом, вторичные преобразователи частота-код и фаза-код, масштабные преобразователи и схемы замещения преобразователей с распределенными параметрами, модели электрохимических процессов, устройств различной физической природы и т. д.

Очевидно, что увеличение количества плеч устройств ЦТС и схем замещения преобразователей с распределенными параметрам (ПРП) позволяет расширить диапазон, увеличить точность преобразования и уменьшить методическую погрешность моделирования. Однако, анализ подобных структур при числе плеч более восьми традиционными методами затруднителен [1], а при использовании нелинейных элементов - практически невозможен. Преобразователи и устройства систем управления и вычислительной техники с однородной, неоднородной и распределенной ЦТС

реализуют различные функции измерения и обработки информации, участвуют в организации каналов связи, регистрации и отображении информации. Высокая чувствительность, широкий предел изменения параметров, возможность регулирования уровня выходного сигнала, выполнение условий оптимального согласования входных и выходных сопротивлений, использование минимального количества номиналов элементов в преобразователе, простота и возможность интегрального исполнения все это предопределяет широкое использование устройств для построения преобразователей различного назначения.

Общепризнано, что наиболее существенные классификационные признаки определяются, прежде всего, видом структурной схемы, которая отображает метод преобразования и дает возможность проведения широких обобщений, не связанных с особенностями конкретного схмотехнического исполнения отдельных устройств ВТ и преобразователей. Однако анализ известных методов исследования и проектирования устройств с ЦТС показал, что они в большинстве случаев не позволяют проводить в общем виде разработку устройств и преобразователей, имеющих в своем составе неоднородные и распределенные структуры, и получать аналитические выражения, связывающие значения элементов схем с активными величинами, входными и выходными иммитансами частей структуры. Использование метода функций преобразования (ФП) позволило устранить этот пробел. Рассмотрим физическую сущность метода функций преобразования (ФП) на примере измерительного преобразователя (ИП). Как известно назначение ИП преобразовывать входную величину в требуемую выходную и передавать ее далее по схеме. Следовательно, логично описывать его характеристики, да и последующих устройств, в направлении прохождения сигнала, а не обратными функциями (как это описывается в традиционной литературе) в виде коэффициента передачи или передаточной функции. Метод ФП, являющийся отношением входной активной величины  $A_0$  (ток или напряжение) к выходной активной величине, устанавливает логическую взаимосвязь между аналитическим описанием и физической сущностью работы ИП. В результате анализа процесса преобразования [2, 3] активных величин в ЦТС (рисунок 1) получены алгоритмы записи  $K_n$  ФП для неоднородных ЦТС без решения громоздких уравнений с четным числом плеч  $n$

$$K_n = 1 + \sum_{\substack{i=1 \\ k=i+1}}^n Z_i Y_k + \sum_{i=1}^{n-2} \sum_{\substack{p=k+1 \\ q=p+1}}^n Z_i Y_k Z_p Y_q + \dots, \quad (1)$$

где  $i = 2b - 1$ ;  
 $b = 1, 2, \dots, 0,5n$ ,

и алгоритмы для ЦТС с нечетным числом плеч  $n$

$$K_n = \sum_{i=1}^n Z_i + \sum_{\substack{i=1, \\ k=i+1}}^{n-1, n-2} \sum_{p=k+1}^n Z_i Y_k Z_p + \dots, \quad (2)$$

где  $i = 1, 2, \dots, 0,5(n + 1)$ .

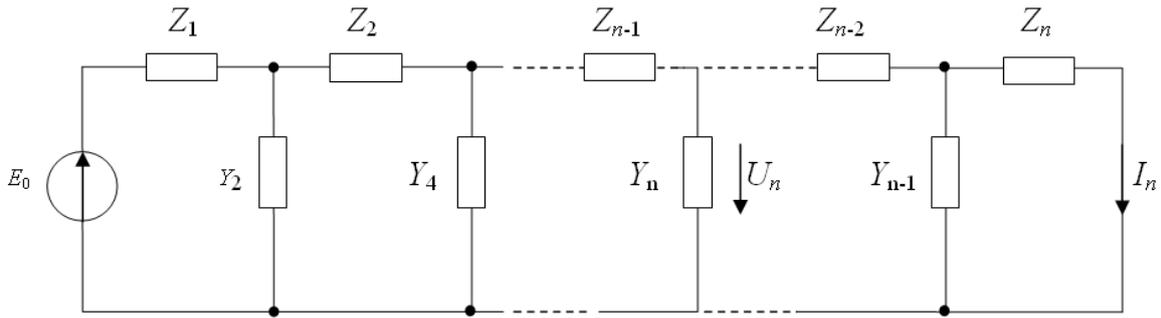


Рисунок 1. Обобщенная ЦТС с числом плеч  $n$

(2)

где  $i = 1, 2, \dots, 0,5(n + 1)$ .

Необходимо подчеркнуть, что полученные выражения, содержащие суммы произведений сомножителей-иммитансов, являются дальнейшим развитием теории метода континуант [4], весьма удобны для дальнейших исследований различных характеристик целого класса всевозможных измерительных преобразователей (ИП) ЦТС в общем виде.

Соотношения (1) и (2) приводят к рекуррентной формуле [5] для ФП

$$K_n = T_n K_{n-1} + K_{n-2},$$

где  $T_n$  – иммитанс  $n$  – го плеча (для нечетных  $n$  – сопротивление  $Z$ , а для четных  $n$  – проводимость  $Y$ ).

В таблице 1 приведены ФП цепных структур, имеющих число плеч  $n$  от одного до пяти, иллюстрирующие достоверность полученных формул (1) и (2).

Таблица 1 – Функции преобразования ЦТС с числом плеч  $n$  от 1 до 5

$n$	$K_n$
0	1
1	$Z_1$
2	$Z_1 Y_2 + 1$
3	$Z_1 Y_2 Z_3 + Z_1 + Z_3$
4	$Z_1 Y_2 Z_3 Y_4 + Z_1 Y_2 + Z_1 Y_4 + Z_3 Y_4 + 1$
5	$Z_1 Y_2 Z_3 Y_4 Z_5 + Z_1 Y_2 Z_3 + Z_1 Y_2 Z_5 + Z_1 Y_4 Z_5 + Z_3 Y_4 Z_5 + Z_1 + Z_3 + Z_5$

Необходимо подчеркнуть, что полученные выражения, содержащие суммы произведений сомножителей-иммитансов, весьма удобны для дальнейших аналитических исследований различных характеристик в общем виде, например, вычисление производных.

Нетрудно убедиться, что выражение для входного иммитанса (рисунок 2) равно

$$T_{\text{вх.1}} = \frac{K_n}{\partial K_n / \partial T_1}, \quad (3)$$

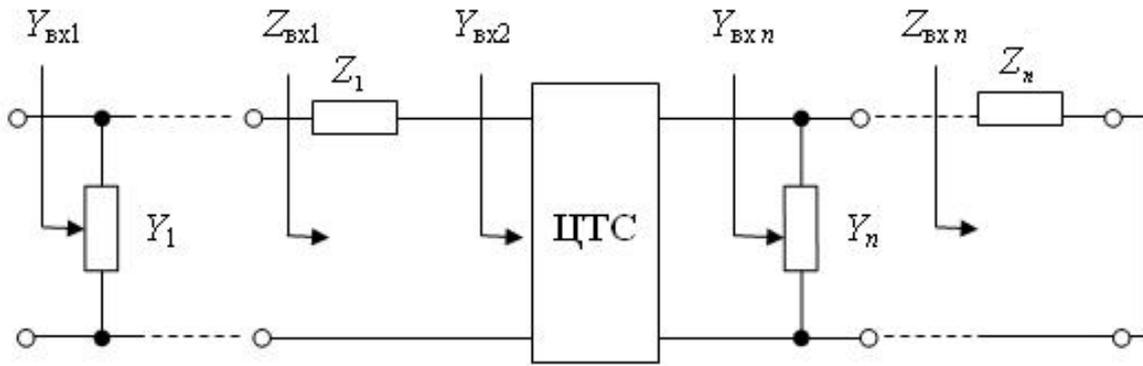


Рисунок 2. Входные иммитансы ЦТС

а входной иммитанс  $T_{ВХ.i}$  любой части структуры, начинающейся с плеча  $T_i$  можно найти из выражения

$$T_{ВХ.i} = \frac{K_n}{\partial K_n / \partial T_i}.$$

Использование принципа дуальности преобразования [2] дает возможность вывести выражение и для выходных иммитансов ЦТС (рисунок 3), которое будет

$$T_{ВЫХ.k} = \frac{K_n}{\partial K_n / \partial T_k}$$

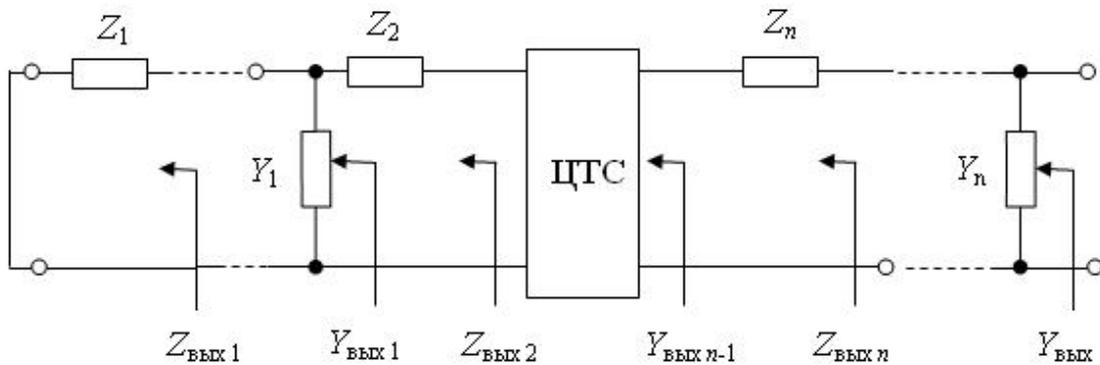


Рисунок 3. Выходные иммитансы ЦТС

При определении активных величин  $B_i$ , действующих в плечах ЦТС, можно воспользоваться выражениями, полученные в [2]

$$B_i = B_n K_{i/n} = \frac{K_{i/n}}{K_n},$$

где  $K_{i/n}$  – ФП части структуры, начинающейся с  $i$ -того плеча;

$B_n$  – активная величина, действующая в последнем плече.

Дуальные активные величины  $B_{di}$ , действующие в  $i$ -тых плечах ЦТС, определяются как

$$B_{di} = B_i T_i,$$

где  $T_i$  – иммитанс плеча, в котором действует активная величина  $B_i$ .

Рассмотрим, в качестве примера, ЦТС и найдем выражение ее ФП, определим входное сопротивление, токи и напряжения в плечах шестиплечей (трехзвенной) цепной структуры (рисунок 4).

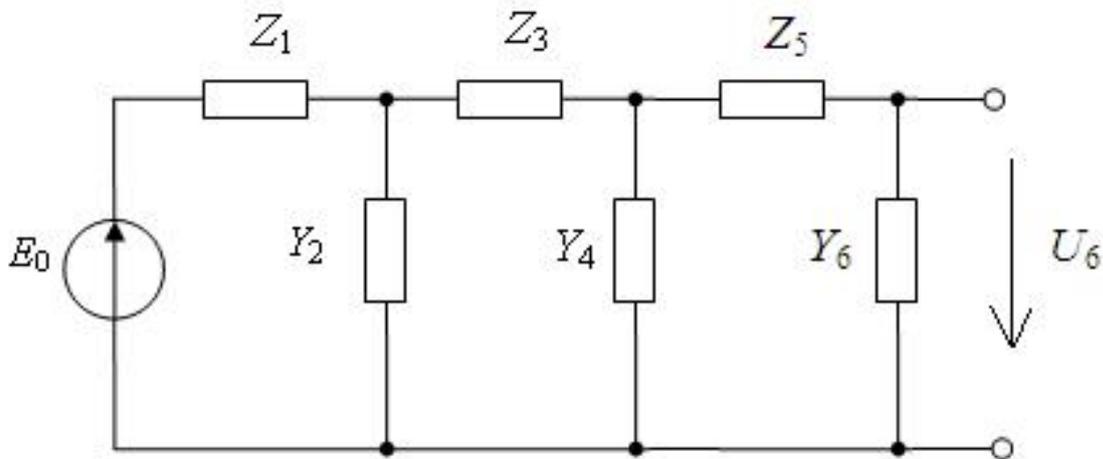


Рисунок 4. Шестиплечая ЦТС

В данном случае ЦТС имеет  $n = 6$  плеч и выражение для ФП состоит из четырех групп слагаемых из числа сомножителей. Единственное слагаемое первой группы - это произведение сопротивлений (проводимостей) всех шести плеч:

$$Z_1 Y_2 Z_3 Y_4 Z_5 Y_6.$$

Члены второй группы представляют собой произведения четырех сомножителей:

$$Z_1 Y_2 Z_3 Y_4 + Z_1 Y_2 Z_3 Y_6 + Z_1 Y_2 Z_5 Y_6 + Z_1 Y_4 Z_5 Y_6 + Z_3 Y_4 Z_5 Y_6.$$

Члены третьей группы являются произведениями двух сомножителей:

$$Z_1 Y_2 + Z_1 Y_4 + Z_1 Y_6 + Z_3 Y_4 + Z_3 Y_6 + Z_5 Y_6.$$

Четвертая группа представляется одним числом, равным единице. Сложив члены всех четырех групп, получаем выражение для ФП трехзвенной цепной схемы:

$$K_6 = Z_1 Y_2 Z_3 Y_4 Z_5 Y_6 + Z_1 Y_2 Z_3 Y_4 + Z_1 Y_2 Z_3 Y_6 + Z_1 Y_2 Z_5 Y_6 + Z_1 Y_4 Z_5 Y_6 + Z_3 Y_4 Z_5 Y_6 + Z_1 Y_2 + Z_1 Y_4 + Z_1 Y_6 + Z_3 Y_4 + Z_3 Y_6 + Z_5 Y_6 + 1.$$

Токи и напряжения в плечах цепной схемы определяются вычислением всех коэффициенты  $K_{i/6}$ :

$$K_{1/6} = Y_2 Z_3 Y_4 Z_5 Y_6 + Y_2 Z_3 Y_4 + Y_2 Z_3 Y_6 + Y_2 Z_5 Y_6 + Y_4 Z_5 Y_6 + Y_2 + Y_4 + Y_6;$$

$$K_{2/6} = Z_3 Y_4 Z_5 Y_6 + Z_3 Y_4 + Z_3 Y_6 + Z_5 Y_6 + 1;$$

$$K_{3/6} = Y_4 Z_5 Y_6 + Y_4 + Y_6; K_{4/6} = Z_5 Y_6 + 1; K_{5/6} = Y_6.$$

Далее находим активные величины, действующие в плечах ЦТС:

$$I_1 = E_0 \frac{K_{1/6}}{K_6}; \quad U_2 = E_0 \frac{K_{2/6}}{K_6} \text{ и т.д.}$$

Дуальные активные величины  $B_{Di}$ , действующие в плечах ЦТС, определяются, как и в [2].

Входное сопротивление определяется по выражению (3):

$$Z_{BX1} = K_6 / K_{1/6}.$$

В частном случае цепная схема может быть однородной, тогда  $Z_i = Z$ ,  $Y_i = Y$ . Если, например,  $Z_i = R$ ,  $Y_i = j\omega C$ , являющаяся фазирующей цепочкой RC-генератора, то ФП будет равна:

$$K_6 = -jR^3 \omega^3 C^3 - 5R^2 \omega^2 C^2 + j6R \omega C + 1.$$

Частота квазирезонанса  $\omega$  определяется из мнимой части ФП фазирующего четырехполюсника при обращении её в ноль, т.е.

$$-jR^3 \omega^3 C^3 + j6R \omega C = 0,$$

откуда

$$\omega = \frac{\sqrt{6}}{RC}.$$

Аналогичный результат (учитывая, что ФП – обратная величина передаточной функции) получен с гораздо большей трудоемкостью в работах [6, 7] для случаев каскадного соединения Г-образных RC-звеньев.

## Выводы

1. Полученные формулы ФП неоднородных и однородных ЦТС произвольной сложности позволяют записывать выражение ФП по виду структуры без решения громоздких уравнений,
2. Установленный алгоритм записи и полученная рекуррентная формула вычисления ФП неоднородных ЦТС позволяет программировать процесс анализа на ПЭВМ малым числом команд.

## Литература

1. Сухинец Ж.А., Гулин А.И. Обзор существующих методов анализа цепных структур и сравнительная оценка их трудоемкости//Проблемы автоматизации

технологических процессов добычи, транспорта и переработки нефти и газа: сб. тр. IV Всерос. НПИК – Уфа: УГНТУ, 2016. С. 38-46.

2. Гулин А.И., Сухинец Ж.А. Анализ и синтез цепных структур методом функций преобразования/Deutschland, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 199 с.

3. Sukhinets Zh.A., Gulin A.I. Analysis of Converters with Heterogeneous Three-Pole Chain Structure. Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium. – Rostov-on-Don: Russia, September 2013. – P. 283-286.

4. Чезаро Э. Элементарный учебник алгебраического анализа и исчисления бесконечно малых: Часть 1/Эрнесто Чезаро – М.: 2013. – 648 с.

5. Gulin A., Sukhinets Zh. Malfunctions Modeling of Converters and Homogeneous-chain Distributed Structure Devices//Proceedings of IEEE East-West Design&Test Symposium (EWDTS 2012), 14-17 September 2012, Kharkov, Ukraine. – Kharkov: KNURE, 2012 – P. 130-133.

6. Бондаренко В.Г. РС – генераторы синусоидальных колебаний. – М.: Связь, 1976. – 208 с.

7. Иванов В.В., Шакурский В.К. Генераторные, фазовые и частотные преобразователи и модуляторы. М.: Радио и связь, 2003. – 184 с.

УДК 004.62-51

## АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СТЕНДАХ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

## ANALYSIS OF DATABASES FOR PROCESSING AND STORING INFORMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Черникова М.А., Гладков Л.Г.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

M.A. Chernikova, L.G. Gladkov,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: lionardo96339@gmail.com

**Аннотация.** Вопрос обеспечения наиболее качественной выработки запасов нефти, на фоне истощения легко извлекаемых, дает стимул для развития технологий, позволяющих увеличить срок рентабельной разработки месторождения. Чтобы увеличить коэффициент извлечения нефти, а также площадь контакта пласта со скважиной, нефтегазовые компании активно реализуют разработку горизонтальных скважин. Но даже данные разработки не решают проблем из-за преждевременных прорывов, вызванные неоднородностью профилей притока. Решением указанных проблем может служить устройство контроля притока. Подключённая реляционная база данных (БД) может помочь автоматизировать процесс анализа потока и помочь определять состав поступающего флюида (нефть, газ, вода), принимая необходимые для преодоления проблемы решения. В работе рассматриваются различные виды существующих баз данных, применение которых при проектировании

интеллектуальных систем управления, а также в дальнейшем использовании при эксплуатации повысит качество управления процессом добычи нефти. В статье приведена схема взаимодействия БД со стендом, имитирующим работу нефтяной скважины. А также приведено сравнение СУБД, наиболее часто используемых при проектировании и разработки систем управления в нефтегазовой сфере.

**Abstract.** The issue requires the most high-quality development of oil reserves, on the limitation of easily recoverable ones, gives incentives for the development of technologies that allow increasing the period of oil recovery. An increase in the oil recovery factor, as well as the area of contact between the reservoir and wells, oil and gas companies are actively implementing the development of horizontal wells. But even these developments do not solve problems due to emergency breakthroughs caused by the inhomogeneity of the inflow profile. The decision to delay the problem can serve as an inflow control device. A connected relational database can help automate the process of analyzing the flow and determining the composition of the incoming fluid (oil, gas, water) needed to solve the solution problem. The paper considers various types of frequently encountered databases used in the design of intelligent control systems, as well as in the growing increase in operation will improve the quality of oil growth management. The article presents a diagram of the interaction of the database with a stand that simulates the operation of an oil well. A comparison of the DBMS, which is most often encountered when working with a database during the design and development of control systems in the oil and gas industry, is also given.

**Ключевые слова:** база данных, БД, реляционная база данных, система управления баз данных, СУБД.

**Keywords:** database, DB, relational database, database management system, DBMS.

Используемые для упорядоченного хранения информации БД, а также предоставляющие доступ к взаимосвязанным элементам данной информации называются реляционными. Реляционная модель, на которой основаны эти БД, представляет собой изображение всех данных в табличном виде, что позволяет наглядно проследить, какая содержится информация. Каждая строка в таблице имеет свой собственный идентификатор (по-другому называемый ключ), благодаря которому легко извлекать данные. Столбцы же таблицы имеют атрибуты, а каждая запись может содержать в себе значение для каждого атрибута, из-за чего легко устанавливать взаимосвязь между элементами данных.

Реляционная модель подразумевает собой логическую структуру данных: таблицы, представления, индексы [1]. Логическая структура отличается от физической структуры хранения, что предоставляет возможность управлять физической системой хранения, не меняя данных, которые содержатся в логической модели. В отличие от логических моделей, физическая модель данных связана со способами организации данных на носителях методами доступа к данным. Например, при изменении имени файла БД данные, хранящиеся в таблице, никак не изменятся.

Чёткое разделение между логической и физической моделями распространяется и на операции, проводимые с БД. Операции, проводимые на логическом уровне, предоставляют возможность приложениям определять требования к необходимому содержанию. Физические операции же определяют способ доступа к данным и выполнения задачи [2].

Важнейшим свойством реляционных баз данных является целостность хранимой информации, т.е. данные должны оставаться правильными в любой момент времени. Для реляционной БД выделяют 3 группы правил целостности [3]:

1. Целостность по сущностям. Правило, устанавливаемое для первичных ключей, где атрибут, который является первичным ключом, не может принимать неопределённые значения (*NULL*-значения);
2. Целостность по ссылкам. Правило, касающееся вторичных ключей, при котором вторичный ключ должен быть равен первичному, либо каждое значение атрибута, участвующего во внешнем ключе должно быть неопределённым;
3. Целостность, определяемая пользователем. В данном случае некоторые поля должны содержать только те значения, которые разрешил разработчик (диапазон значений, собственный набор значений, уникальность тех или иных атрибутов).

Для работы в компаниях обычно используют простую, но в то же время функциональную реляционную модель, которая применяется для разнообразных задач. Особенно себя зарекомендовали реляционные БД в сети Интернет, через которые проходят большие потоки информации. Также БД применяют для отслеживания товарных запасов, управлении большими объёмами критически важных для заказчика информацией. В том числе БД используют в нефтегазовой отрасли. Безопасное и надёжное управление данными, достигаемое благодаря правилам целостности, позволяет использовать реляционные БД для любых задач, которые необходимо исполнить.

В зависимости от нефтяных месторождений меняется характер добычи, качество добываемой нефти. Для добычи в месторождение заливается вода и происходит выкачка данной смеси. В БД может храниться информация о консистенции получаемой нефти: вода, нефть, шлак. В дальнейшем происходит обработка информации и на выходе можно получать необходимые данные для переработки нефти. На рис. 1 изображена диаграмма использования БД при работе полунатурного стенда, имитирующего работу нефтяной скважины. Взаимодействие полунатурного стенда и базы данной заключается в следующем: от пользователя (диспетчера) поступает загрузка первоначальных данных, подающихся на вход БД, далее идет обработка данных, которые поступают на вход стенда. После проведения испытаний, от стенда идет передача результатов работы в БД, из которой существует возможность выгрузки данных для использования пользователем.



Рисунок 1. Диаграмма использования

Основная задача взаимодействия полунатурного стенда и БД является тестирование алгоритмов систем технологического управления процессами объектов нефтегазовой отрасли. Стенд, использующий СУБД, поможет заранее оценить эффективность алгоритмов систем управления с соблюдением сроков пуско-наладочных работ и сокращением количества отказов во время эксплуатации системы.

К основным этапам разработки полунатурного стенда с использованием автоматизированных систем управления можно отнести:

- разработка и проектирование полунатурного стенда;
- автоматизация процессов управления стендом с использованием современных информационных подходов, включающих подготовку БД, выбор или разработка SCADA-системы;
- запуск полунатурного стенда.

Существует множество систем управления БД (СУБД), которые применяются для разных задач. В нефтегазовой отрасли популярным решением было применение *Oracle*. Данная СУБД занимает до 70% на российском рынке. Система управления обладает высокой надёжностью и высокой скоростью работы. Отмечается, что система может потребовать значительных ресурсов уже сразу после установки, что требует модернизации оборудования для внедрения. Также нововведённые санкции ограничивают работу с *Oracle*, что требует искать альтернативы [4].

Рассмотрим самые известные СУБД, которые могут как-то заменить «*Oracle*»: «*SQLite*», «*MySQL*», «*Microsoft SQL-server*» и «*PostgreSQL*».

«*SQLite*» – это простая в использовании СУБД, которая легко встраивается в использующее её приложение. Вся БД хранится в одном файле, из-за чего легко передать всю имеющую информацию в другое место, а излишняя простота идеально подходит для создания простых проектов и их тестирования. Для крупных проектов «*SQLite*» становится не так удобна, так как через СУБД проходит большое количество операций, как, например, в нефтяной отрасли, в которой может потребоваться оперативное выполнение тех или иных задач [5].

Одна из самых популярных из всех серверных БД – «*MySQL*», может лучше справиться с данной задачей. Широкий функционал и безопасность позволит реализовать необходимые для работы задачи, а благодаря своей серверной части можно управлять системой с другого устройства. Благодаря этому, СУБД используется во многих российских компаниях. Из плюсов можно выделить мощность и масштабируемость данных. Но некоторые операции в данной БД реализованы менее надёжно, чем в других БД [6].

Программный продукт «*Microsoft SQL-server*», выпущенный одноимённой компанией, также приспособлен для решения задач в нефтяной отрасли. Движок данной СУБД работает как на облачных серверах, так на локальных, при этом можно комбинировать типы применяемых серверов одновременно. Богатая информационная база от «*Microsoft*» и простота в использовании делает данный продукт очень привлекательным. Но официальное использование СУБД может оказаться не пригодным для использования из-за высокой цены для юридических лиц. Также использование «*SQL-server*» способно занять все доступные ресурсы, что губительно сказывается на производительности [7].

«*PostgreSQL*» – это СУБД, которая использует реляционную модель для своих БД и поддерживает стандартный язык запросов *SQL*. Используется как основная СУБД в крупнейших российских проектах, например, «*Avito*». В отличие от «*SQL-server*» имеет высокие характеристики по производительности. Помимо всего СУБД достаточно надёжная и предоставляет ряд различных возможностей для реализации продукта. Но, несмотря на высокую производительность, скорость работы может падать во время выполнения пакетных операций или выполнения запросов чтения, что может пагубно сказаться при выполнении задач, где требуется высокая оперативность [8].

В таблице 1 приведено сравнение вышеописанных СУБД, в которой выделяется тип СУБД, вид предоставляемой лицензии или открытый доступ, производительность,

стабильность работы системы, популярность использования и возможности поддержки, работающей системы управления.

На основе таблицы 1 можно сделать вывод, что реляционная БД «MySQL» обладает наилучшими качествами производительности, стабильности работы при различных воздействиях на работу системы, также можно отметить, что система является наиболее популярной среди пользователей, хотя поддержка осуществляется на платной основе.

Таблица 1 – Сравнительная таблица СУБД

СУБД	<i>Oracle</i>	<i>SQLite</i>	<i>MySQL</i>	<i>Microsoft SQL Server</i>	<i>PostgreSQL</i>
Тип	Реляционная	Реляционная	Реляционная	Реляционная	Объектно-реляционная
Лицензия	Коммерческая	Свободное и открытое программное обеспечение	GNU GPL и коммерческая	Коммерческая	Свободное и открытое программное обеспечение, разрешительная лицензия
Производительность	+	–	+	–	+/-
Стабильность	+	+	+	+	+
Популярность	+	+	+	+	–
Поддержка	Платная	Бесплатная	Платная	Бесплатная	Платная

## Выводы

В работе приведено описание и сравнение существующих БД, наиболее используемых при автоматизации управления производственными процессами в существующих или разрабатываемых полунатурных стендах для дальнейшего использования на производствах в нефтегазовой отрасли. Применение реляционной БД «MySQL» за счёт высокой производительности и стабильности работы становится оптимальным решением для решения существующих задач в области увеличения коэффициента извлечения нефти, а также площади контакта пласта со скважиной в нефтегазовой отрасли.

*Работа выполнена в рамках гранта Научного центра мирового уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты»*

## Литература

1. Кузнецов, С. Д. Основы баз данных/С.Д. Кузнецов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2017. – 488 с.
2. Целостность реляционной БД. *poisk-ru.ru*. 19.03.2022. URL:<https://poisk-ru.ru/s13303t1.html>
3. Что такое реляционная база данных? Oracle. 19.03.2022. URL:<https://www.oracle.com/ru/database/what-is-a-relational-database>
4. Нефтегазовая дилемма: в поиске альтернативных СУБД. Хабр. 20.03.2022. URL: <https://habr.com/ru/company/tmaxsoft/blog/360491/>
5. SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: A Comparison of Relational Database Management Systems.DigitalOcean. 20.03.2022. URL: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql-a-comparison-of-relational-database-management-systems>

6. Что выбрать: SQLite, MySQL или PostgreSQL? DarkHost. 20.03.2022. URL: <https://darkhost.pro/announcements/31>

7. Сравнение современных СУБД. Drach. 20.03.2022. URL: <https://drach.pro/blog/hi-tech/item/145-db-comparison>;

8. Что такое PostgreSQL? Плюсы и минусы бесплатной базы данных. Patches IT Community. 21.03.2022. URL: <https://oracle-patches.com/common/что-такое-postgresql>.

УДК 004.912

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ ФАРСИ  
(НА ПРИМЕРЕ КОНВЕРТАЦИИ ДАТ И ЧИСЛЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ)**

**IMPLEMENTING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE  
FOR PROCESSING AND CONVERTING DATA IN PERSIAN  
USING CONVERTING DATES AND NUMERICAL VARIABLES AS EXAMPLE**

Фаткулин Б.Г.,

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное  
ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище  
имени генерала В.Ф. Маргелова»  
Министерства обороны Российской Федерации,  
г. Рязань, Российская Федерация

B.G. Fatkulin,

Federal State State Military Educational Institution  
Higher Education «Ryazan Guards Higher Airborne  
Order of Suvorov twice Red Banner Command School  
named after General V.F. Margelov»  
Ministry of Defence of the Russian Federation,  
Ryazan, Russian Federation

e-mail: [bfatkulin@gmail.com](mailto:bfatkulin@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы и инструменты для обработки естественного языка на языке программирования Python. Язык Python используется для выполнения множества задач, в том числе и для автоматического конвертирования данных из одного формата в другой. Специалисты по языку Python постоянно наращивают функциональность языка посредством написания множества модулей, приспособленных для разных ситуаций. Объектом конвертации в статье являются данные на языке фарси (государственном языке Ирана). IT-сектор Ирана развивается опережающими темпами, в стране проходит цифровизация всех отраслей жизни, поэтому модули языка Python, дающие возможность работать с данными на фарси, приобретают все большую актуальность. Исследование сфокусировано на выполнении задачи по автоматическому переводу дат из календаря Джалали и календаря по Хиджре в европейский грегорианский календарь. Правильная конвертация дат очень важна для синхронизации данных при планировании поездок, встреч, мероприятий, бронировании

авиа- и ж.д. билетов, вычисления государственных праздников, выходных дней, годовщин торжественных событий и т. д. Статья написана на стыке востоковедения и информатики: раскрывается история создания и особенности функционирования календарных систем иранской и арабской цивилизаций, затем приводятся результаты апробации persiantools (программного модуля языка Python) и рекомендации по его применению.

**Abstract.** The article describes methods and tools for natural language processing in the Python programming language. The Python language is used to perform many tasks, including automatically converting data from one format to another. Python language experts are constantly expanding the functionality of the language by writing many modules tailored to different situations. The object of conversion in the article is data in Farsi (the state language of Iran). Iran's IT sector is developing at a faster pace, the country is undergoing digitalization of all sectors of life, so Python language modules that make it possible to work with data in Farsi are becoming increasingly relevant. The study is focused on the task of automatically converting dates from the Jalali calendar and the Hijri calendar to the European Gregorian calendar. Correct date conversion is very important for data synchronization when planning trips, meetings, events, booking air and railway tickets, calculating public holidays, days off, anniversaries of solemn events, etc. The article was written at the intersection of oriental studies and computer science including history of creation and features of the functioning of the calendar systems of the Iranian and Arab civilizations, thus the results of approbation of persiantools (a software module of the Python language) and recommendations for its use are given in the article.

**Ключевые слова:** Python, календарь Джалали, календарь по Хиджре, программный модуль, конвертация дат.

**Keywords:** Python, Jalali calendar, Hijri calendar, plugin, date conversion.

Исламская республика Иран (ИРИ) – крупное государство в Азии, которое обладает выгодным географическим расположением в центре континента с выходами к мировому океану и Каспийскому морю, находясь на пересечении исторически сложившихся транспортных коридоров Север-Юг и Восток-Запад. Страна располагает значительным объемом природных ресурсов, таких как: нефть, газ, уголь, медь, уран, марганец, железные, хромовые, титановые, свинцово-цинковые руды и др.

Вовлеченность Ирана в процессы, происходящие в регионе и в мире, существенно возрастает. На протяжении долгого периода времени Иран является союзником России на Ближнем и Среднем Востоке: боевое братство Ирана и России проявляется в том, что проиранские военные формирования плечом к плечу с российским контингентом помогают законно избранному правительству Сирийской Арабской республики в восстановлении конституционного порядка. Независимый Иран не присоединился к санкциям против России. Напротив, российско-иранское сотрудничество в военно-техническом и нефтегазовом секторах поступательно возрастает. Иран рассматривает возможность сотрудничества с Евразийским экономическим союзом (ЕАЭС) в качестве участника зоны свободной торговли и ключевого элемента международных транспортных коридоров «Север-Юг» и «Восток-Запад».

Вышеперечисленные факторы приводят ко все возрастающему поступлению в российское информационное пространство различных типов информации на языке фарси. Данная ситуация создает запрос на выработку эффективных методов компьютерной обработки данных, представленных на указанном языке. Овладение

такими методами помогает обмениваться с иранскими коллегами цифровым контентом, осознанно и ответственно использовать возможности цифровых технологий в подготовке кадров в области языка фарси и иранистики.

Существует ряд нетривиальных задач, которые возникают при обработке данных на языке фарси. Одной из этих задач является конвертация дат из иранского календаря, имеющего хождение в Иране и Афганистане, в европейский календарь, принятый в Российской Федерации. Правильная конвертация дат очень важна при планировании поездок, встреч, мероприятий, бронировании авиа- и ж.д. билетов, составления поздравительных писем по случаю праздников и т.д. Ошибка в датах может дорого стоить.

В 1074 году в правление султана Джалала ад-Дина Малик-шаха была создана комиссия для разработки более точного календаря. Руководил ею выдающийся персидский математик и астроном Омар Хайям (1048-1131). Главной задачей комиссии было добиться совпадения начала года с весенним равноденствием и закрепить за каждым мусульманским праздником один и тот же календарный день. Разработанный под руководством Омара Хайяма в 1079 году календарь действует в Иране и других странах Среднего Востока и по сей день. По имени султана его стали называть «Календарь Джалали» [5, с. 320].

Кроме задачи по переводу дат из календаря Джалали в грегорианский календарь, существует и задача по переводу дат из исламского календаря по хиджре. Исходной датой введения мусульманского календаря Хиджра (Hijra, арабск. – переселение) принято считать 16 июля 622 года по юлианскому календарю – день переселения пророка Мухаммеда и его приверженцев из Мекки в Медину. При халифе Омаре I в 637 году этот день объявлен началом мусульманской эры и с этого дня началось летоисчисление по мусульманскому календарю Хиджра [6, с. 208]. В связи с постоянными изменениями дат мусульманского календаря относительно общепринятого в мире григорианского календаря возникают практические проблемы точного, регулярного и простого определения чисел, месяцев и лет мусульманского календаря Хиджра.

Потребность в автоматизации различных задач, связанных с обработкой и анализом текстовых данных на языке фарси, испытывают как обычные пользователи, так и крупные организации. На этом пути эффективным инструментом является объектно-ориентированный язык программирования Python, имеющий множество полезных расширений (библиотек), которые содержат необходимый набор инструментов в виде программных модулей [2, с. 85]. Многие модули на языке Python уже написаны. В задачи специалиста по обработке данных на языке фарси входит в том числе и апробация готовых модулей, и их интеграция в процесс обработки персоязычных данных [4, с. 457].

Даты по календарю Джалали и даты по календарю по Хиджре могут быть конвертированы в даты грегорианского календаря с помощью пакета persiantools. Persiantools 3.0.0 устанавливается в командной строке Unix командой `pip install persiantools`. Автором пакета является иранский программист Маджид Хаджилу (<https://pypi.org/project/persiantools/>).

Пакет persiantools целесообразно использовать для решения следующих задач:

1. преобразование даты из иранского солнечного календаря в европейский грегорианский;
2. сравнение двух дат из иранского и грегорианского календарей с помощью операторов `==` и `=<` и `=>`;
3. преобразование арабских символов клавиатуры в персидские и наоборот;
4. преобразование чисел из персидского написания в европейское или арабское написания и наоборот.

Мы апробировали пакет `persiantools` в ходе создания учебно-методического пособия для курсантов РВВДКУ им. В.Ф. Маргелова, изучающих фарси как профильный язык, поскольку нам потребовался массив рандомных данных на языке фарси [3, с. 15]. Приведем содержимое созданного нами исполняемого файла `jalali.py`:

```
from persiantools.jdatetime import JalaliDate
import datetime
date1 = JalaliDate(datetime.date(1990, 9, 23))
date2 = JalaliDate.to_jalali(2013, 9, 16)
print("Дата 1990, 9, 23 преобразована в иранский солнечный календарь:", date1)
print("Дата 2013, 9, 16 преобразована в иранский солнечный календарь:", date2)
from persiantools.jdatetime import JalaliDate
import datetime
date = JalaliDate(1392, 6, 25).to_gregorian()
print("Дата 1392, 6, 25 преобразована в грегорианский календарь:", date)
from persiantools import characters, digits
nums = digits.en_to_fa("09013771746")
print("Число 09013771746 по-персидски пишется так:", nums)
from persiantools import characters, digits
nums = digits.fa_to_en("۰۹۰۱۳۷۷۱۷۴۶")
print("Число ۰۹۰۱۳۷۷۱۷۴۶ по-европейски пишется так:", nums)
from hijri_converter import Hijri, Gregorian
g = Hijri(1403, 2, 17).to_gregorian()
print("Из хиджры в грегорианский = ", g)
h = Gregorian(1982, 12, 2).to_hijri()
print("Из грегорианского в хиджру = ", h)
from persiantools import characters, digits
nums = digits.fa_to_ar("۰۹۸۷۶۵۴۳۲۱")
print("В переводе из персидского формата в арабский число пишется так: ", nums)
```

После компиляции файла посредством интерпретатора языка Python на выходе получаем следующий вывод [1, с. 13] результатов:

```
Python 3.8.10 (default, Mar 15 2022, 12:22:08)
[GCC 9.4.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
=====RESTART:/home/lisboa/jalali.py=====
Дата 1990, 9, 23 преобразована в иранский солнечный календарь: 1369-07-01
```

Дата 2013, 9, 16 преобразована в иранский солнечный календарь: 1392-06-25

Дата 1392, 6, 25 преобразована в грегорианский календарь: 2013-09-16

Число 09013771746 по-персидски пишется так: ۰۹۰۱۳۷۷۱۷۴۶

Число ۰۹۰۱۳۷۷۱۷۴۶ по-европейски пишется так: 09013771746

Из хиджры в грегорианский = 1982-12-02

Из грегорианского в хиджру = 1403-02-17

В переводе из персидского формата в арабский число пишется так: ۰۹۸۷۶۵۴۳۲۱

>>>

## Выводы

Исследование содержит результаты апробации программного модуля языка Python и рекомендации его применения. Модуль persiantools может быть интегрирован в программные продукты, нацеленные на использование в регионах Ближнего и Среднего Востока.

## Литература

1. Атаева, Г.И. Создание вывода скрипта Python/Г.И. Атаева, Л.С. Минич //Вестник науки и образования. – 2021. – № 1-2(104). – С. 12-14.
2. Кочетиллов, М.О. Python в современном мире/М.О. Кочетиллов, К.А. Ковалева //Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сборник статей XXV Международной научно-технической конференции, Пенза, 25-26 августа 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 84-86.
3. Пальмов, С.В. Исследование возможностей генерации данных средствами Python/С.В. Пальмов//Развитие науки, технологий, образования в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 марта 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 12-17.
4. Раков, И.Е. Научное программирование в Python/И.Е. Раков//Информационные и инновационные технологии в образовании: сборник материалов III-й Всероссийской научно-практической конференции, Таганрог, 01-02 ноября 2018 года. – Таганрог: Изд-во РГЭУ (РИНХ), 2019. – С. 457-458.
5. Терещенко, И.В. Непрерывные дроби и календарные системы/И.В. Терещенко//Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 2. – С. 316-325.
6. Французов, С.А. К уточнению ранних датировок по мусульманскому летоисчислению/С.А. Французов//Петербургский исторический журнал. – 2019. – № 1(21). – С. 205-212.

УДК 004.4

**РАЗРАБОТКА ПО ВНЕДРЕНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
ДЛЯ ПРОДАЖИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ В МЕССЕНДЖЕРЕ TELEGRAM**

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
FOR SALE IN RURAL AREAS IN THE TELEGRAM MESSENGER**

Хамидуллина А.И.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

A.I. Khamidullina,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: hamidullina1998@yandex.ru

**Аннотация.** В работе представлена разработка бота для продажи в интернете на платформе Telegram. Разработка проводилась для магазина «Рыболовной рай» в сельской местности. В работе приведено теоретическое обоснование выбора платформы для разработки, а также опрос жителей района о необходимости внедрения искусственного интеллекта в сельскую местность, в результате которого выявлено, что местные жители независимо от возрастной категории поддерживают идею бота для покупки товаров в любое удобное время. Итогом теоретического анализа является научная новизна работы, выраженная в классификации ботов в Telegram и кратким описанием функционала. Классификатор состоит из 4 видов. Чат-бот является новым инструментом на основе технологий искусственного интеллекта, и главной задачей ставится стимулирование внедрения в средний и малый бизнес, как в городской, так и в сельской местности. Разработка заключается в создании двух панелей бота: пользовательская и администратора. Особенность бота в том, что он работает без вмешательства разработчиков, все необходимые настройки выполняет администратор. Функции покупателя – приобретение товара, однако предусмотрены все возможные риски и создана круглосуточная поддержка.

**Abstract.** The paper presents the development of a bot for sale on the Internet on the Telegram platform. The development was carried out for the Fishing Paradise store in rural areas. The paper provides a theoretical justification for choosing a platform for development, as well as a survey of residents of the district about the need to introduce artificial intelligence in rural areas, as a result of which it was revealed that local residents, regardless of age category, support the idea of a bot to buy goods at any convenient time. The result of the theoretical analysis is the scientific novelty of the work, expressed in the classification of bots in Telegram and a brief description of the functionality. The classifier consists of 4 types. Chatbot is a new tool based on artificial intelligence technologies, and the main task is to stimulate the introduction of medium and small businesses, both in urban and rural areas. The development consists in creating two bot panels: user and administrator. The peculiarity of the bot is that it works without the intervention of developers, all the necessary settings are performed by the administrator. The buyer's functions are the purchase of goods, however, all possible risks are provided and round-the-clock support is created.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, разработка бота, торговля в интернете, мессенджер Telegram, классификация, цифровые технологии.

**Keywords:** artificial intelligence, bot development, Internet trading, Telegram messenger, classification, digital technologies.

## **Введение**

Общеизвестный факт, что с начала времен человеческое общество стремительно развивалось, и как показывает практика в своем развитии оно прошло три этапа: аграрный, в главенстве которого сельское хозяйство и ручной труд, индустриальный с преобладанием промышленности и постиндустриальный. В третье состояние перешли уже все развитые страны, которые характеризуются появлением информационных технологий и компьютеров.

Однако мир не стоит на месте, его дальнейшее развитие привело к тому, что ключевая роль в современном обществе перешла к информационным технологиям и сфере IT, которые однозначно упрощают механизм получения человеком какой-либо услуги. Появление Интернета и снижение стоимости доступа в глобальную сеть стали настоящей цифровой революцией, которая изменила жизнь человечества в целом.

Ни один человек во всем мире не может представить свою повседневную жизнь без машины, которая упростит его действия и сократит временные затраты. Все новейшие и новейшие технологии обретают жизнь и ни одно из них не обходится без компьютера. Если в недавнем времени человек заполнял всю документацию от руки, то сейчас это делает компьютер, если человек сам ходил за покупками, то теперь он может это сделать с помощью компьютера и глобальной сети Интернет [1].

В настоящее время набирает популярность торговля в Интернете. Абсолютно любой человек может начать продавать различную продукцию как свою собственную, так и брендовую. Наиболее интересны покупателям продукции собственного производства с креативной подачей. Однако сейчас продукция в интернете настолько популярна, что пользователям неинтересны постоянно выплывающие записи рекламного характера, следовательно, разработка программы виртуального собеседника актуальна, так как это новое направление в онлайн торговле, в которой практически не участвует менеджер. Она поможет сократить конкуренцию и отвечать потребностям клиента в любое время суток.

Целью работы является автоматизация процесса торговли через интернет при помощи бота в мессенджере.

## **Теоретический анализ**

Бот – это программа, имитирующая общение с реальным собеседником. В ряде вопросов машина вполне способна заменить менеджера.

Благодаря своему функционалу, чат-боты способны вывести бизнес на новый уровень. В основе программы лежит искусственный интеллект, поэтому возможности бота практически безграничны. Больше того: программа сама обучается в процессе общения. Боты такого вида самостоятельны и полностью заменяют менеджера. Они умеют воспринимать не только текстовые и голосовые сообщения, но и фотографии, видеофайлы и другие форматы. Такая машина способна провести сделку без участия человека [2].

Платформой для разработки выбран Telegram. Telegram – это мессенджер для обмена данными между пользователями. Основная функция приложения – предоставить

возможность вести диалог или создавать беседы, которые могут сопровождаться обменом файлов различных форматов. Главной особенностью приложения является приватность каждого пользователя. Никто не имеет доступа к личным файлам, а переписки видны только человеку и его собеседнику. А самое главное и важное – это создание и использование чат-ботов. В Telegram боты не требуют установки дополнительных программ, для работы будут использоваться ресурсы сторонних серверов, так что мощность устройства пользователя не будет задействована, а также безопасность, боты не могут использовать ваши личные данные, для них это не доступно [3].

### **Анализ потребности в продукте**

Пандемия и самоизоляция сыграла огромную роль в стремительном переходе на Интернет-торговлю. Однако переход наблюдался в большей части в городах, мегаполисах, а сельская местность осталась в стороне. Таким образом, объектом исследования стал магазин рыболовных принадлежностей – «Рыболовный рай», находящийся в районном центре Аургазинского района республики Башкортостан.

Магазин является единственным в районе и пользуется большим спросом. Жители села не всегда успевают приобрести товары до закрытия и остаются неудовлетворительны сервисом, когда нарушаются планы на вечер или выходные.

Проведен опрос жителей района о необходимости внедрения бота, который будет работать круглосуточно, принимая и выдавая заказы. В опросе принимали участие 40 человек в возрастной категории от 13 до 67 лет. Результаты опроса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Опрос жителей о необходимости цифровизации

Возрастная категория	Общее количество опрошенных	Ответили «да»	Ответили «нет»
10-20	8	8	0
20-30	10	8	2
30-40	7	5	2
40-50	8	5	3
50-60	5	4	1
60-70	2	2	0
Всего	40	34	6

Таким образом, можно сделать вывод, что население не против, а наоборот, поддерживает внедрения новых технологий искусственного интеллекта. Результатом проведенного опроса стало подписание технического задания на разработку бота в Telegram.

### **Научная новизна**

Боты в Telegram быстро набирающие популярность помощники. Фирмы, компании, заводы разнообразных профилей деятельности внедряют их в свою работу. При составлении теоретического анализа данной тематики выявлена научная новизна, которая представляет собой классификацию видов чат-ботов, используемых компаниями и выполняющие определенные функции. Классификация приведена в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Классификация ботов в Telegram

Название	Характеристика
Агрегатор	Своеобразная справочная служба, которая предоставляет информацию по запросу выбора определенной группы товаров или услуг. Данный вид может быть интересен организациям, которые предлагают услугу доставки еды или концертной кассы. Например, бот может подсказать, какие есть интересные мероприятия на заданную дату
Информационное бюро	Ответ на вопрос на определенную тематику, то есть работа по принципу интернет-поисковика. Сфера применения – предоставление услуг социальной сферы. Например, для медицинских учреждений, когда бот сможет дать ответ на часто задаваемые вопросы
Интернет-магазин	Функционал – продажа товаров, подбор гардероба, оформление заказа, расчет стоимости. Бот сочетает в данном случае работу консультанта и менеджера по продажам. На мобильных устройствах не всегда быстро загружаются базы данных с огромным количеством наименований, при использовании виртуального помощника можно выбирать товар без долгих ожиданий загрузки каталогов. Сфера применения – любая сфера деятельности, которая осуществляет функцию продаж
Целевой	Актуально для общения с ограниченным кругом людей, задействованных в одном мероприятии или, объединенных одной сферой интересов. Сфера применения – конференции, круглые столы, симпозиумы

Исходя из классификатора выше, для разработки бота продаж подходит вид интернет-магазин.

### Разработка

Функциональность бота заключается в продаже товаров. Для удобства созданы две панели: пользовательская и администратора [4, 5].

*Пользовательская панель.* Работа бота начинается с того, что клиент пополняет свой счет на любую сумму во вкладке «Профиль», также возможно просмотреть чеки с предыдущих покупок, хранятся последние 10 чеков. Далее клиент просматривает товары и совершает покупку, неизрасходованные денежные средства хранятся на счету. Также предусмотрена кнопка «Часто задаваемые вопросы», в которой прописаны условия выдачи товара. При возникновении проблем с оплатой или выбором товара, клиент может воспользоваться кнопкой «Поддержка». Переход осуществляется в диалог с администратором (рисунок 1).

*Панель администратора.* Панель значительно шире пользовательской панели.

Функции администратора заключаются в добавление, изменение или удаление товаров, а также управление платежными системами, то есть предоставляется выбор способа оплаты клиента и контроль пополнений.

Администратор вправе менять настройки, как самого бота, так и общих функций.

Общие функции – это поиск профиля по чеку покупки, рассылка информации клиентам, а также поиск чата с пользователем, обратившимся в поддержку.

Настройки бота – это кнопки, позволяющие менять «Часто задаваемые вопросы» и контакты «Поддержки».

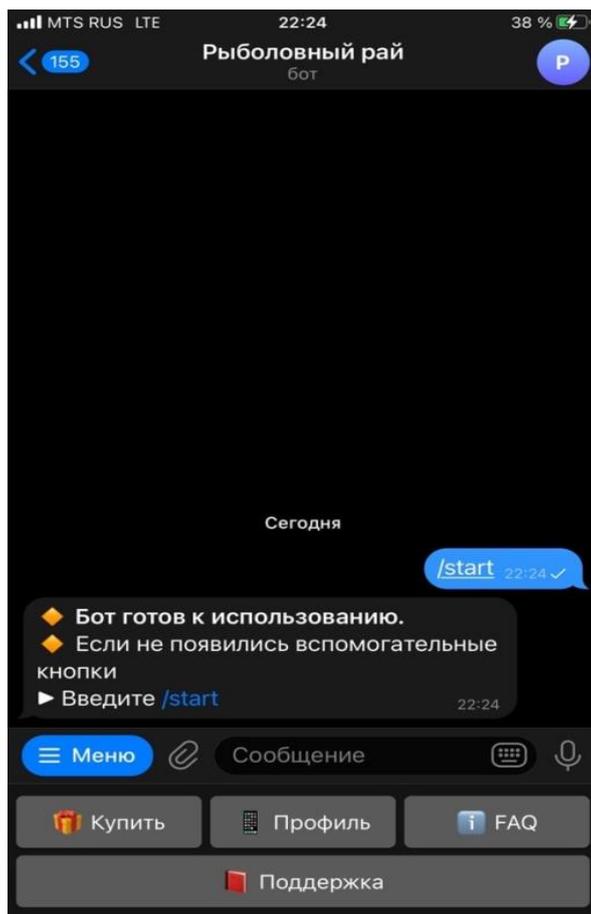


Рисунок 1. Интерфейс пользовательской панели

Главной особенностью является возможность отправки бота на технические работы и выключение покупок. В первом состоянии бот не функционирует полностью, а во втором клиент может просматривать товары, но совершение покупок недоступно (рисунок 2) [6].

Бот в Telegram внедрен в магазин «Рыболовный рай», на данный момент практикуется его использование, в 85% покупатели оставляют положительные отзывы.

*Панель администратора.* Панель значительно шире пользовательской панели.

Функции администратора заключаются в добавление, изменении или удалении товаров, а также управление платежными системами, то есть предоставляется выбор способа оплаты клиента и контроль пополнений.

Администратор вправе менять настройки, как самого бота, так и общих функций.

Общие функции – это поиск профиля по чеку покупки, рассылка информации клиентам, а также поиск чата с пользователем, обратившимся в поддержку.

Настройки бота – это кнопки, позволяющие менять «Часто задаваемые вопросы» и контакты «Поддержки».

Главной особенностью является возможность отправки бота на технические работы и выключение покупок. В первом состоянии бот не функционирует полностью, а во втором клиент может просматривать товары, но совершение покупок недоступно (рисунок 2) [6].

Бот в Telegram внедрен в магазин «Рыболовный рай», на данный момент практикуется его использование, в 85% покупатели оставляют положительные отзывы.

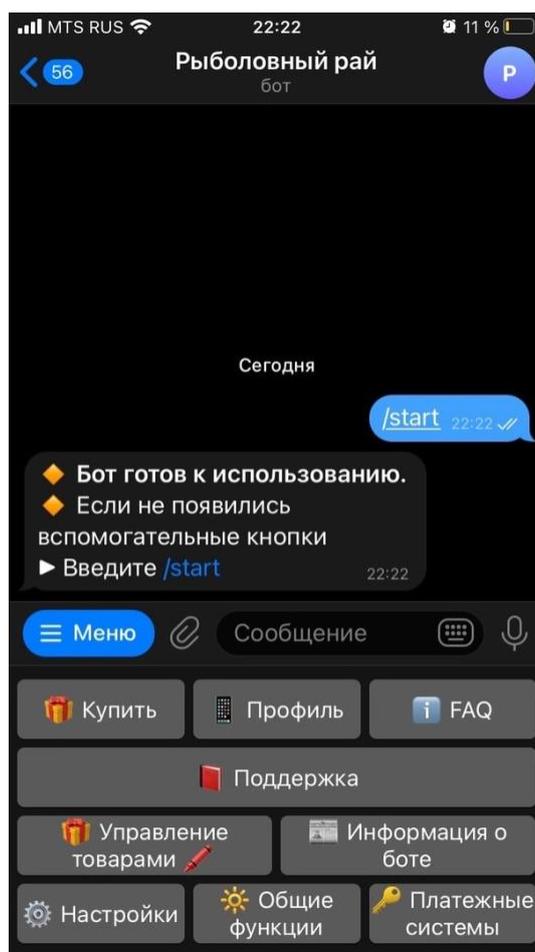


Рисунок 2. Интерфейс панели администратора

## Выводы

В работе приведены этапы процесса автоматизации торговли через интернет на платформе Telegram в сельской местности, следовательно, цель работы достигнута и бот запущен в эксплуатацию. Бот набирает популярность в продаже товаров для постоянных клиентов и практикуется для жителей района.

Практическая значимость заключается в стимулировании создания чат-ботов как виртуальных помощников на основе технологий искусственного интеллекта, которые будут решать важные проблемы каждого покупателя индивидуально.

Достигнута главная задача, которая заключается в стимулировании перехода к виртуальным помощникам компаний среднего и малого бизнеса в сельской местности.

## Литература

1. Хамидуллина, А.И. Боты в Telegram/А.И. Хамидуллина//Лучшая студенческая статья 2021: сб. статей. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2021. – С. 61-66.
2. Хамидуллина, А.И. Влияние внедрения чат-ботов на эффективность интернет-торговли/А.И. Хамидуллина//Актуальные вопросы современной науки и технологий: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 86-91.

3. Использование компонентной архитектуры в веб приложениях// [Электронный ресурс]: URL:<https://fwdays.com/en/event/js-frameworks-day2015/review/komponentnaia-arkhitektura-v-web-prilozheniiakn> (дата обращения: 23.03.22).

4. Архаков, Д. PHP: Делаем кнопки в Telegram API (inline- keyboards)//[Электронный ресурс]: URL: <https://archakov.im/post/nodejs-make-buttons-on-telegramapi.html> (дата обращения: 27.03.22).

5. Банокин П.И. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий: учебное пособие/П.И. Банокин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 92 с.

6. Матвеева Н. Ю., Технологии создания и применения чат-ботов [Электронный ресурс]/Н.Ю. Матвеева, А.В Золотарюк //Научные записки молодых исследователей. – 2018. – №1. – с. 28-30.//[Электронный ресурс]: URL:<https://cyberleninka.ru/article/v/tehnologii-sozdaniya-i-primeneniya-chat-botov> (дата обращения: 28.03.22).

УДК 004.622.276

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» В УГНТУ**

**COMPUTER TECHNOLOGIES IN TEACHING THE DISCIPLINE  
“INFORMATION TECHNOLOGIES” IN RESEARCH  
AND PRACTICE AT USPTU**

Каданцев М.Н., Михайловская И.М., Филиппов В.Н., Филиппова А.Г.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

M.N. Kadantsev, I.M. Mikhaylovskaya, V.N. Filippov, A.G. Filippova,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: [mail\\_im3435@mail.ru](mailto:mail_im3435@mail.ru)

**Аннотация.** Представленный в статье материал показывает роль и место современных информационных технологий в научно-исследовательской и практической деятельности. Выполнен краткий анализ содержания и методического обеспечения курса «Информационные технологии в научно-исследовательской и практической деятельности» для студентов IT-специальностей. Приведен краткий обзор существующих публикаций по информационным системам и информационным технологиям. Уточняется различие между понятиями информационная система, информационная технологи и компьютерная технология. Рассматриваются объекты компьютеризации: научно-исследовательской и практической деятельности и соответственно решаемые задачи. Описывается примерная структура и содержание дисциплины. Особое внимание уделено применению компьютерных технологий в оформлении результатов научных исследований. Приводится примерное распределение тем практических занятий. Отмечена возможность научно-исследовательской работы студентов по данной тематике, перспективы расширения программы курса с учетом новейших достижений в информационных технологиях. Обсуждаются возможности

совершенствования использования системы дистанционного обучения для методического обеспечения такой динамично изменяющейся дисциплины, какой в настоящее время является дисциплина «Информационные технологии в научно-исследовательской и практической деятельности». Для эффективного преподавания материалов дисциплины должны в полном объеме использоваться программно-технические средства компьютерных технологий. Особенностью материала, излагаемого в статье, является описание содержания научно-исследовательской и практической деятельности в сфере ИТ и решения соответствующих задач средствами компьютерных технологий.

**Abstract.** The material presented in the article shows the role and place of modern information technologies in research and practical activities. A brief analysis of the content and methodological support of the course “Information technologies in research and practice” for students of IT specialties is made. A brief overview of existing publications on information systems and information technologies is provided. The distinction between the concepts of information system, information technology and computer technology is clarified. The objects of computerization are considered: research and practical activities and, accordingly, the tasks to be solved. The approximate structure and content of the discipline is described. Special attention is paid to the use of computer technologies in the design of the results of scientific research. An approximate distribution of the topics of practical classes is given. The possibility of students research work on this topic, the prospects for expanding the course program taking into account the latest achievements in information technologies are noted. The possibilities of improving the use of the distance learning system for methodological support of such a dynamically changing discipline, which is currently the discipline “Information technologies in research and practice”, are discussed. For effective teaching of the discipline materials, the software and technical means of computer technologies should be fully used. A special feature of the material presented in the article is the description of the content of research and practical activities in the field of IT and the solution of relevant tasks by means of computer technologies.

**Ключевые слова:** информационные технологии, компьютерные технологии, образование, научно-исследовательская деятельность, практическая деятельность.

**Keywords:** information technology, computer technology, education, research activities, practical activities.

Разработка и внедрение компьютерных технологий требует обучения студентов в области современных информационных технологий. Для освоения этой дисциплины необходимо: расширенное взаимодействие между учебными программами общетехнических и специальных дисциплин и программой курса; обеспечить непрерывность и системность образования, а также раннюю профессиональную ориентацию; реализовать обучение практическим приёмам работы со средствами вычислительной техники.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать базовые информационные процессы, структуру, модели, методы и средства базовых и прикладных информационных технологий, методику создания, проектирования и сопровождения систем на базе информационной технологии;
- уметь применять информационные технологии при решении функциональных задач в различных предметных областях, а также при разработке и проектировании информационных систем;

Известна аналогичная публикация в преподавании курса «Информационные системы» [1]. Анализируя содержание указанной работы уточним различие между информационными системами (ИС), информационными технологиями (ИТ) и компьютерными технологиями (КТ).

Информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нее основной средой. Между ИТ и ИС должно проводиться четкое различие.

Информация не существует сама по себе, она проявляется в информационных процессах (ИП), а информационные процессы всегда протекают в каких-либо системах.

ИП определяется как совокупность последовательных действий (операций), производимых над информацией (в виде данных, сведений, фактов, идей, гипотез, теорий и пр.), для получения какого-либо результата (достижения цели).

Наиболее обобщенными ИП являются три процесса: сбор, преобразование, использование информации. Каждый из этих процессов распадается, в свою очередь, на ряд процессов, причем некоторые из них являются общими, т.е. могут входить в каждый из выделенных «укрупненных» процессов (рисунок 1).

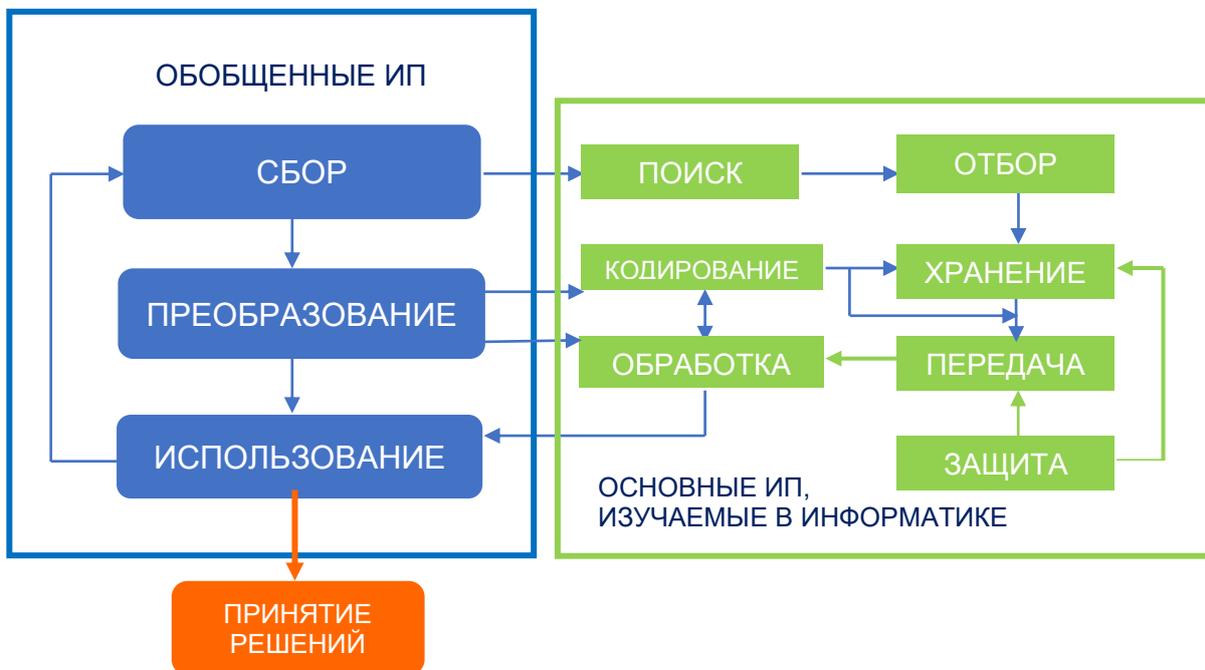


Рисунок 1. Схема взаимосвязи информационных процессов

Человек всегда стремится автоматизировать выполнение рутинных операций и операций, требующих постоянного внимания и точности. То же справедливо и по отношению к информационным процессам.

Универсальными средствами для автоматизированного выполнения информационных процессов в настоящее время являются: компьютер, вычислительные системы и сети.

ИС является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства связи.

Основная цель информационной системы – организация хранения и передачи информации.

Информационная система представляет собой человеко-компьютерную систему обработки информации [2, 3]. ИС являются инструментом реализующие такие функции: поиск, хранение, обработка информации; визуализация информации; анализ информации.

Таким образом, можно сказать, что ИС, как средство информационного обмена, отвечает на вопросы: какую информацию необходимо получать извне, какие преобразования над ней проделать и что получить на выходе – одним словом, вопрос «что?».

ИТ отвечает на вопрос «как»: как осуществлять интерпретацию информации, полученной из внешней среды, какие алгоритмы обработки использовать, как кодировать информацию на выходе и т.п.

Для того, чтобы в материальном мире происходили обмен информацией (И), ее преобразование и передача, должны быть использованы источник информации, передатчик, канал связи, приемник и получатель информации.

Среда передачи объединяет источник и получателя информации в информационной системе (см. рисунок 2).



Рисунок 2. Информационная система

Основным инструментом эффективного достижения целей и решения поставленных задач является применение программно-технических средств компьютерных технологии в таких предметных областях как наука, образование и производство.

Компьютерные технологии (КТ) являются частью информационных и отвечают за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров.

Приведем в качестве примера, иллюстрирующего использование компьютерных технологий в различных сферах научно-исследовательской и практической деятельности рисунок 3.

Виды профессиональной информационной деятельности человека поддерживаются следующими техническими средствами:

- телекоммуникации,
- компьютеры,
- компьютерные сети,
- информационные системы,
- устройства ввода и отображения информации,
- аудио и видеосистемы,
- системы мультимедиа.

Также обеспечиваются такими информационными ресурсами: Интернет, электронная почта, библиотеки, архивы, информационные хранилища, БД, БЗ, экспертные системы, музеи вычислительной техники.

## Информационные технологии

### По степени централизации технологического процесса

- Централизованные (единый центр обработки данных)
- Децентрализованные
- Комбинированные

### По степени охвата задач управления

- Автоматизированная обработка данных
- Автоматизация функций управления
- Поддержка принятия решения
- Электронный офис
- Экспертная поддержка

### По типу обслуживаемой предметной области

- АСУТП
- Бухучет
- Налоговый учет
- Страховая деятельность
- Банковская деятельность
- Аудит
- Медицина

### По классам реализуемых технологических операций

- Текстовый редактор
- Табличные процессоры
- СУБД
- Графические редакторы
- Мультимедийные системы
- Гипертекстовые системы

### По типу пользовательского интерфейса

- Пакетные
- Диалоговые
- Сетевые
- Глобальные

### Способ построения сети

- Локальные
- Многоуровневые (иерархические)
- Распределенные
- Облачные хранилища

### По реализации в АИС

- Традиционные
- Современные

Рисунок 3. Компьютерные технологии в различных сферах научно-исследовательской и практической деятельности

На рисунке 4 показана взаимосвязь элементов системы информационные и компьютерные технологии.



Рисунок 4. Взаимосвязь элементов системы информационные и компьютерные технологии

Для дисциплины «Информационные технологии в научно-исследовательской и практической деятельности» объектом компьютеризации являются такие виды деятельности как: научно-исследовательская и практическая.

Объектом применения средств и ресурсов информационных технологий является научно-исследовательская деятельность. Здесь рассматриваются такие задачи научных исследований:

- исследование объектов прикладных и информационных процессов, обобщение результатов исследования, нахождение общих закономерностей путем обработки и интерпретации опытных данных, использование и разработка методов формализации и алгоритмизации информационных процессов;

- расширение результатов исследования на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований, изучение объекта, недоступного для непосредственного исследования, повышение надежности экспериментального исследования объекта (обоснования параметров и условий наблюдения, точности измерений);

- изучение теоретических основ, технологий, операций, практических методов и приемов проведения научных исследований, приемов поиска, анализа, экспериментирования, обработки научно-технической информации.

Объектом применения средств и ресурсов информационных технологий являются практическая деятельность.

Объектами практической деятельности являются: данные, информация, знания; прикладные и информационные процессы; прикладные информационные системы.

Задачи практической деятельности по дисциплине:

- умение выполнять поиск, анализировать и обобщать необходимую информацию;

- получение практических навыков по проектированию и построению информационных систем в прикладных областях;

- моделирование прикладных информационных процессов, разработку требований к созданию и развитию ИС и ее компонентов;

- разрабатывать мероприятия для решения прикладных задач, процессов создания, организации и управления эксплуатацией ИС [2].

Студенты обеспечены как теоретическим материалом, позволяющим сформировать представление о месте научной и практической деятельности в новых информационных технологиях и познакомиться с современными программно-техническими средствами компьютерных технологий, так и набором заданий для проведения практических занятий. Также предусмотрены информационные ресурсы для контроля и обеспечения самостоятельной работы студентов.

Материал для практических занятий подобран таким образом, чтобы студенты могли освоить теоретический материал, выполнить контрольные задания.

Промежуточный и итоговый контроль полученных знаний и приобретенных практических навыков и умений выполняется с применением балльно-рейтинговой системы.

Теоретический материал содержит четыре лекции по четырем темам.

Примерная структура и содержание дисциплины описывается в представленных ниже разделах [5]:

– в разделе № 1 выполняется введение в курс «Информационные технологии в научно-исследовательской и практической деятельности». Рассматривается появление и развитие информационных технологий. Приводятся основные определения в объеме необходимом для понимания всего последующего материала. Приводится обоснование применения компьютерных технологий на этапах сбора и предварительной обработки информации. Здесь рассматриваются такие вопросы: виды научно-технической информации (НТИ), автоматизация ее обработки; сети ЭВМ и их использование, локальные и глобальные компьютерные сети;

– в разделе №2 рассматриваются возможности информационных технологии в научно-исследовательской деятельности, а именно состав и методы теоретических исследований (ТИ) и соответствующая компьютерная поддержка ТИ, опирающаяся на современное программное обеспечение;

– в разделе №3 рассматривается, каким образом осуществляется применение компьютерных технологии в научном эксперименте, моделировании и обработке результатов научных исследований (НИ). Центральное место здесь занимают задачи и состав экспериментальных исследований (ЭИ). Рассматривается содержание этапа обработки результатов НИ. В зависимости от уровня подготовки студента используются те или иные программные средства НИ. Например, могут быть использованы в обработке научных исследований такие программные средства (ПС) как: табличный процессор Excel, математический пакет MathCad [4]. На этапе обработки результатов НИ используется математическая статистика, которая в основном занимается изучением случайных величин и случайных событий по результатам наблюдений с применением модуля «Планирование эксперимента»: в пакете STATISTICA, в пакете STATGRAPHICS;

– в разделе № 4 изучается применение компьютерных технологий в оформлении результатов научных исследований. Детально содержание этого раздела может быть представлено следующим образом:

1) рассматривается процесс оформления научных работ и используемые программные средства. Результаты НИ могут быть представлены в виде отчета, доклада, статьи и т.п., в оформлении которых в настоящее время широко используются средства вычислительной техники. Обычно процесс создания научного документа включает: подготовку текстовой части, содержащей формулы и спецсимволы; формирование таблиц и их графическое отображение; подготовку иллюстраций в виде схем, рисунков, чертежей, графиков, диаграмм; грамматический и лексический контроль; импорт рисунков и графических изображений из других систем; прямой и обратный переводы; форматирование документа и печать.

Поддержка выполнения обеспечивается в основном текстовыми и табличными процессорами общего назначения, системами грамматического контроля, автоматизированного перевода, а также комплексными и интегрированными системами.

Подготовка научных работ, насыщенных математическими, химическими формулами решается использованием специальных редакторов для научных документов.

2) активно используется компьютерная графика в научных исследованиях [8, 10].

Для закрепления теоретического материала предусмотрен цикл практических занятий – при этом студенты могут работать в двух режимах: удаленного доступа с использованием сервисов локальной вычислительной сети кафедры и в режиме дистанционного обучения с использованием ряда сервисов проведения видеоконференций.

## **Выводы**

Изучение информационных технологий в сфере научно-исследовательской деятельности с последующим применением результатов этого этапа в практической деятельности диктует необходимость использования средства компьютерных технологий для непрерывного повышения эффективности учебного процесса по качественным и количественным показателям. Актуальной становится задача динамического формирования информационного материала для учебно-методического комплекса дисциплины с целью развития навыков логического вывода и критического анализа информационного пространства объектов реального мира.

Дисциплина «Информационные технологии в научно-исследовательской и практической деятельности» для IT-специальностей обеспечивает знакомство студентов с базовыми и прикладными информационными технологиями в научной и практической деятельности, а также закладывает фундамент для создания комплекса взаимосвязанных моделей информационных процессов, совместимых параметрам и предъявляемым критериям и разработки методов, позволяющих автоматизировано конструировать оптимальные конкретные информационные технологии. Реализация перечисленных мероприятий позволит создать основу для построения информационных систем в будущем.

Динамическое развитие методов компьютерных технологий обработки информации предопределяет столь же динамичное изменение содержания и программы упомянутой выше дисциплины. Отсюда вытекает необходимость обновления методического обеспечения в реальном времени, что реализуется с использованием системы дистанционного обучения.

Основной функцией дистанционных обучения, которые в обозримом будущем будут являться частью традиционных учебных курсов, является именно предоставление студентам хорошо структурированной тщательно отобранной информации, необходимой и достаточной для изучения соответствующей дисциплины, что обеспечивает качественную основу и руководство для освоения предмета.

## **Литература**

1. Каданцев, М.Н. Информационные технологии в преподавании курса информационных систем в УГНТУ/М.Н. Каданцев, В.Н. Филиппов, Т.Р. Хабибуллин//Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа, 2016. – Т. 1 (3). – С. 109-115.

2. Филиппова А.Г., Белозёров Е.С., Филиппов В.Н., Белозёров А.Е., Султанова Е.А. Разработка типизированной методики проектирования унифицированных пользовательских интерфейсов//Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2013. № 4. С. 488-509.

3. Filippova A.G., Belozyorov E.S., Filippov V.N., Belozyorov A.E., Sultanova E.A. Development method of designing a typed unified user interface//Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2013. № 4. С. 510-528.

4. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учебное пособие для аспирантов/Е.В. Луценко, В.И. Лойко, В.Н. Лаптев; под общ. ред. Е.В. Луценко. – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 229 с.

5. Филиппов В.Н., Трушкин О.Б. Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве: учебное пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. – 168 с.

6. Каданцев М.Н. Использование среды программирования VBA при проектировании информационных систем: учеб. пособие/М.Н. Каданцев, В.Н. Филиппов, Т.М. Левина, Л.Р. Имаева. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – 87 с.

7. Габитов Р.Н., Габитова Я.А., Гиниятуллин В.М., Филиппов В.Н. Электронный ключ защиты с функциональностью троичного сопроцессора//Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2015. № 2. С. 385-396.

8. Гиниятуллин В.М., Ермолаев Е.В., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А. Анализ семантической близости критериев оценивания рабочих программ дисциплин//Современные наукоемкие технологии, 2021. № 9. С. 56-61.

9. Гиниятуллин В.М., Ермолаев Е.В., Салихова М.А., Хлыбов А.В., Чурилов Д.А., Чурилова Е.А. Исследование структуры и содержания компетенций с помощью языковой модели ELMO//Современные наукоемкие технологии, 2021. № 8. С. 58-65.

УДК 004

## **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИНФОРМИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ INFORM-ME**

### **MOBILE APP FOR INFORMING STUDENTS INFORM-ME**

Каримова А.Ф., Гайфуллин В.Р., Дружинская Е.В.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

A.F Karimova, V.R. Gayfullin, E.V. Druzhinskaya,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

anzhela\_moon@mail.ru

**Аннотация.** В статье предложено одно из решений проблемы своевременной и точной передачи информации внутри организационных групп. Актуальность обусловлена постоянной потерей важной информации в ходе её передачи от узкого круга

информаторов внутри сообществ. Целью проекта является решение основной проблемы потери важной информации путём внедрения специального сервиса обмена сообщениями внутри групп. Вариантом решения проблемы выбрана разработка современного приложения, способного предоставить удобный интерфейс для обмена важными сообщениями в сообществах с чётким разделением прав для пользователей. Базой тестирования выбрана структура студенческой самоорганизации внутри учебных групп и их взаимодействие с управляющими структурами образовательной организации на примере IT-института УГНТУ. Созданное Android-приложение способно превратить поток сообщений и обсуждений в налаженную коммуникацию от ограниченного круга информаторов с четко изложенными данными, которые не теряются в информации, не несущей ценности. Решение, описанное в статье, является прототипом и ещё находится на стадии тестирования, дальнейшие шаги по расширению функционала и покрытию всевозможных современных устройств обмена информацией будут предприняты по получении результатов.

**Abstract.** The article proposes one of the solutions to the problem of timely and accurate transmission of information within organizational groups. Relevance is due to the constant loss of important information in the course of its transmission from a narrow circle of informants within communities. The goal of the project is to solve the main problem of losing important information by introducing a special messaging service within groups. A solution to the problem was chosen to develop a modern application that can provide a convenient interface for exchanging important messages in communities with a clear separation of rights for users. The structure of student self-organization within the study groups and their interaction with the managing structures of the educational organization was chosen as the testing base on the example of the USPTU IT Institute. The created Android application is able to turn the flow of messages and discussions into an established communication from a limited circle of informants with clearly stated data that are not lost in information that does not carry value. The solution described in the article is a prototype and is still at the testing stage, further steps to expand the functionality and cover all kinds of modern information exchange devices will be taken upon receipt of the results.

**Ключевые слова:** мобильное приложение, коммуникация, мессенджер, сообщения, студенты.

**Keywords:** mobile application, communication, messenger, messages, students.

На данный момент взаимодействие информаторов с организационными группами реализовано не структурированно и имеет много недостатков, таких как спам, потеря внимания и избыток источников данных. С целью упрощения взаимодействия внутри учебных структур создано классическое клиент-серверное приложение, которое состоит из серверной части и мобильного клиента на Java. Серверная часть написана на языке программирования PHP и реализована по паттерну MVC (Model-View-Controller), в качестве ORM используется RedBeenPHP. Для выполнения функций веб-сервера используется Apache. Также сервер имеет внешние интеграции: сервис Firebase, с помощью которого отправляются уведомления и база данных MySQL, СУБД которого phpMyAdmin. Готовая версия приложения расположена на удалённом виртуальном хостинге от компании Beget. Клиентское приложение на Java поделено на три раздела: авторизации, основной части приложения и отдельных групп. Данные логические разделы поделены на пакеты, в которых в сумме расположено порядка 50 классов.

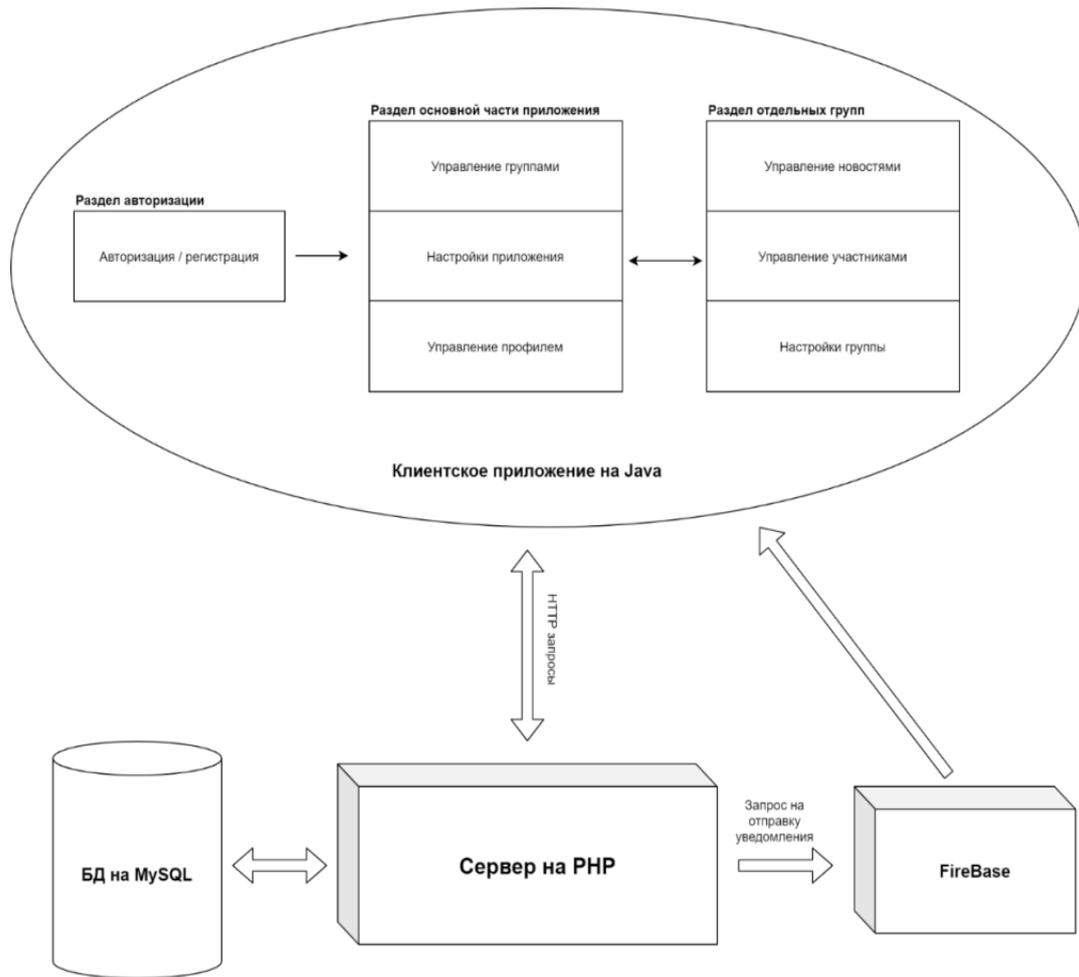


Рисунок 1. Архитектура системы

Работа приложения состоит в следующем: управляющие структуры передают информацию ответственным лицам (информаторам), а они в свою очередь передают ее группе через приложение (рис. 2).

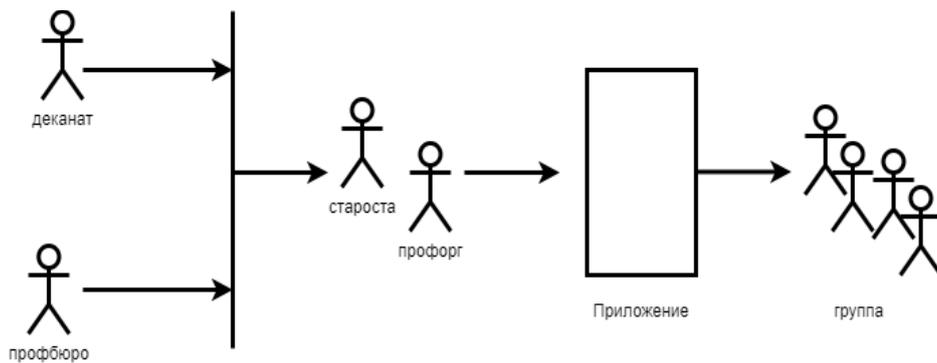


Рисунок 2. Схема работы приложения

Все клиенты по использованию обладают функционалом: регистрация, авторизация, редактирование профиля и работа с группой.



Рисунок 3. Диаграмма использования

После запуска приложения у пользователей есть выбор – войти в аккаунт, если он есть, или зарегистрироваться, если профиля нет.

В окне регистрации необходимо заполнить данные (имя, фамилию, почту, пароль и его подтверждение) и нажать кнопку «зарегистрироваться».

Для входа необходимо ввести почту или телефон и пароль. (рис.4)

После входа открывает главная страница, на которой наблюдаются списки групп.

Если пользователь не состоит в группах, вместо списка стоит надпись: «Вы не состоите ни в одной группе».

Также в данном окне есть кнопки для создания групп, присоединения к ним по ярлыку или ссылке, настройки и профиля.

Пользователю, который создал группу, присваивается статус «Администратор группы». (рис.5)

В группах есть возможность открывать список участников, просматривать их вместе или по отдельности.

У простых пользователей есть возможность просматривать новости, а у пользователей со статусом «Администратор группы» есть возможность их добавлять, редактировать и удалять, а также редактировать данные группы, получать пригласительные ссылки на них, изменять должности участников и удалять группу. (рис. 6).

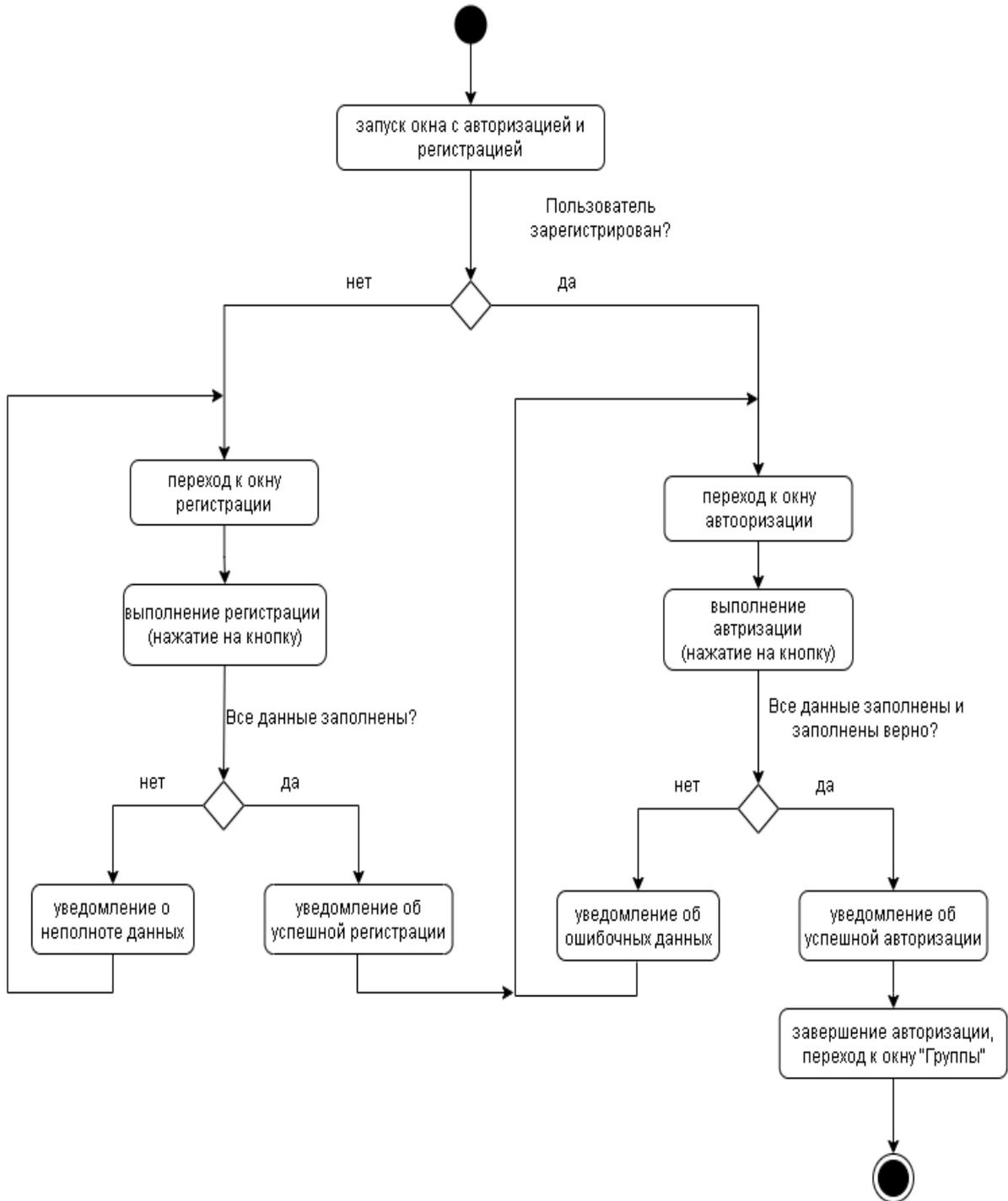


Рисунок 4. Запуск приложения

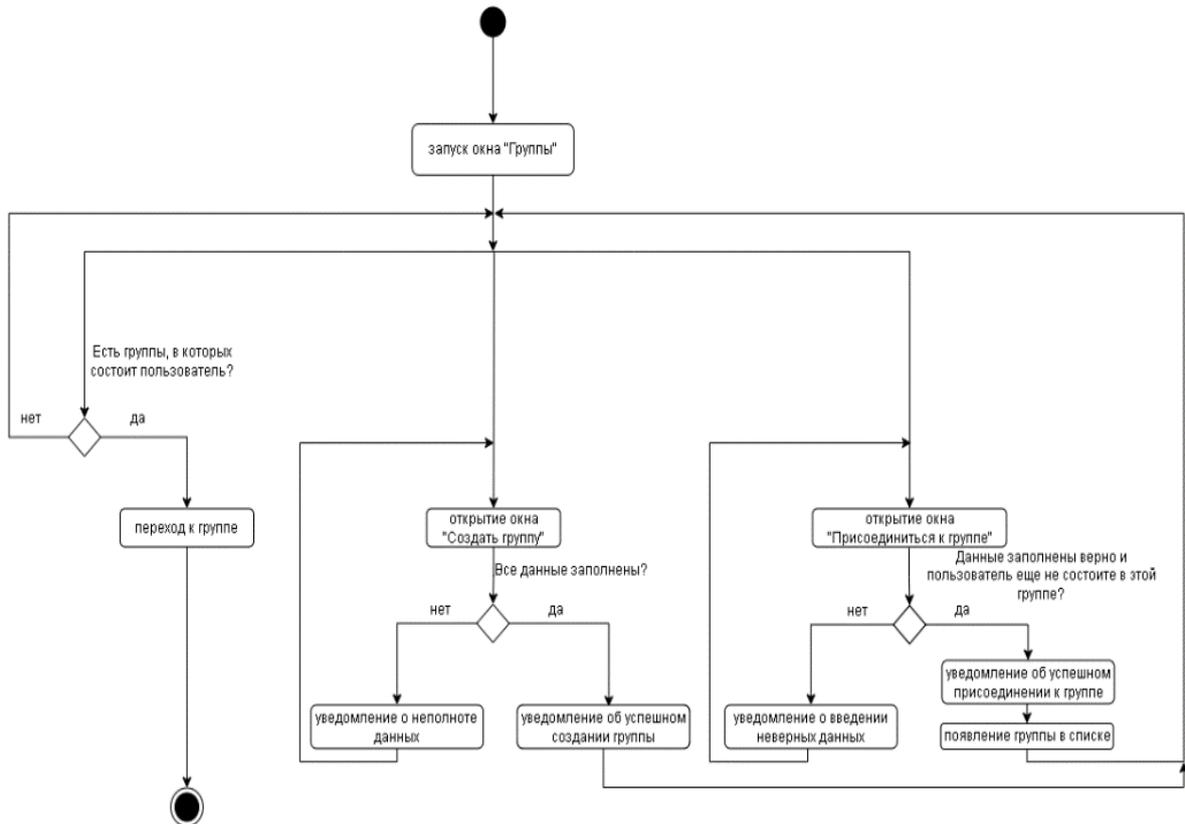


Рисунок 5. Работа с группами

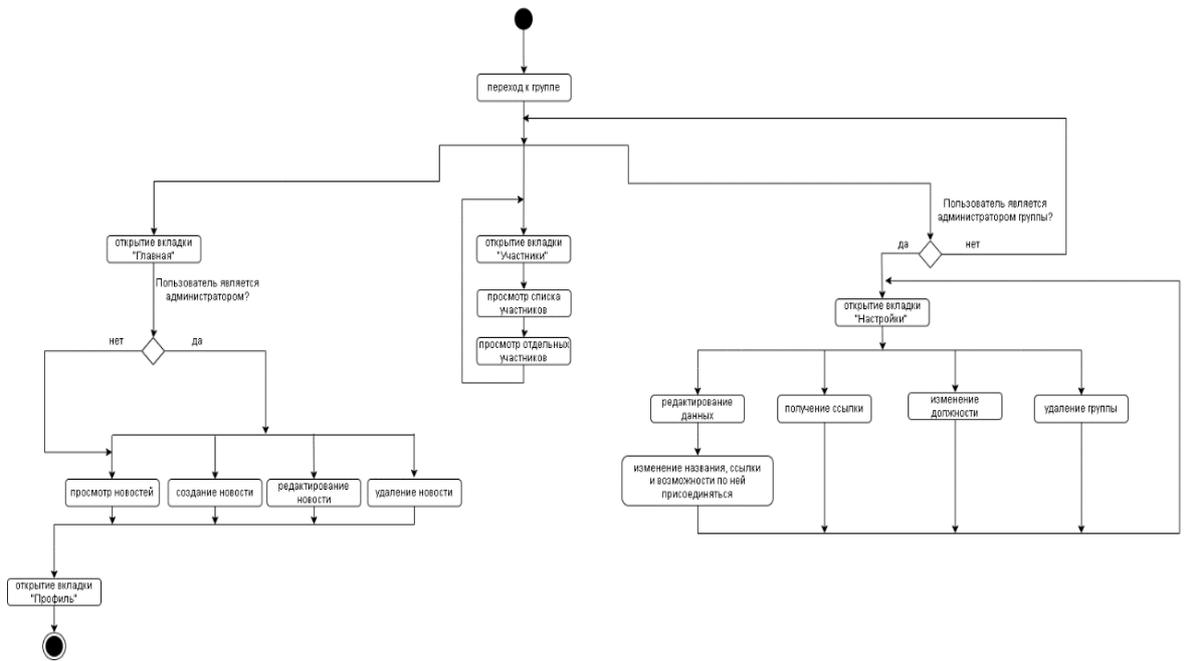


Рисунок 6. Функционал группы

В профиле есть возможность увидеть имя, количество новостей в группах; количество групп, в которых состоит пользователь, зайти в настройки (есть возможность сменить пароль, почту и выйти из профиля), а также нажать кнопку «редактировать»

профиль»: в данном разделе пользователь может изменить имя, фамилию, телефон, логин и информацию о себе (рисунок 7).

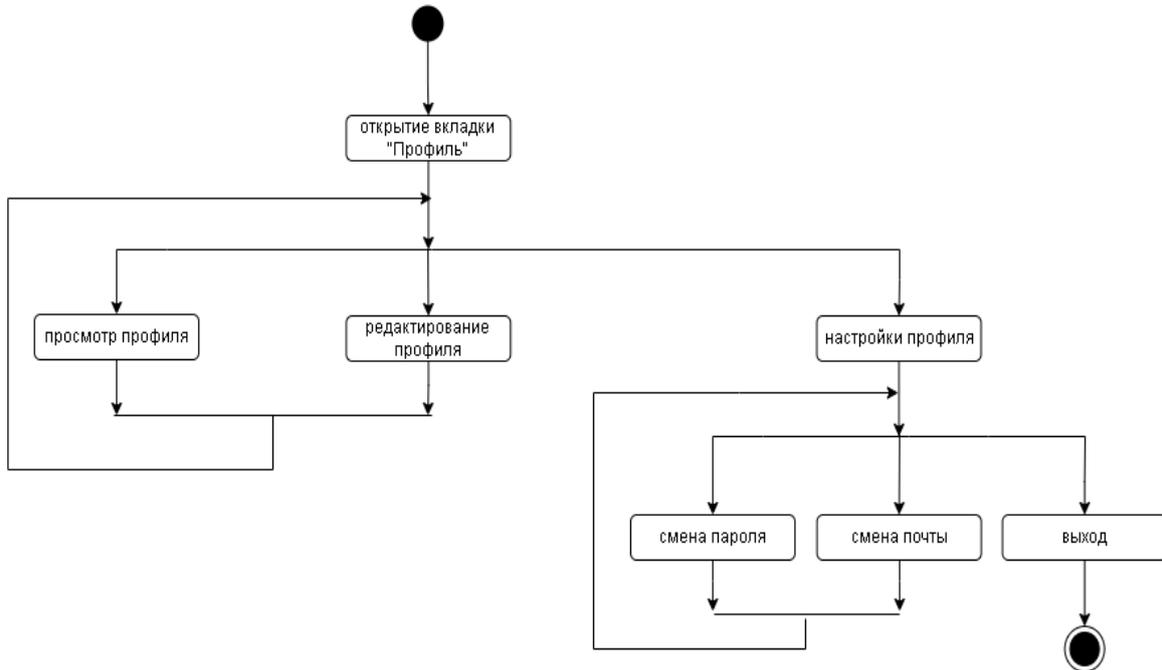


Рисунок 7. Редактирование профиля

Эскизы мобильного приложения (рис.8) выполнены с соблюдением рекомендаций библиотеки Material Design.

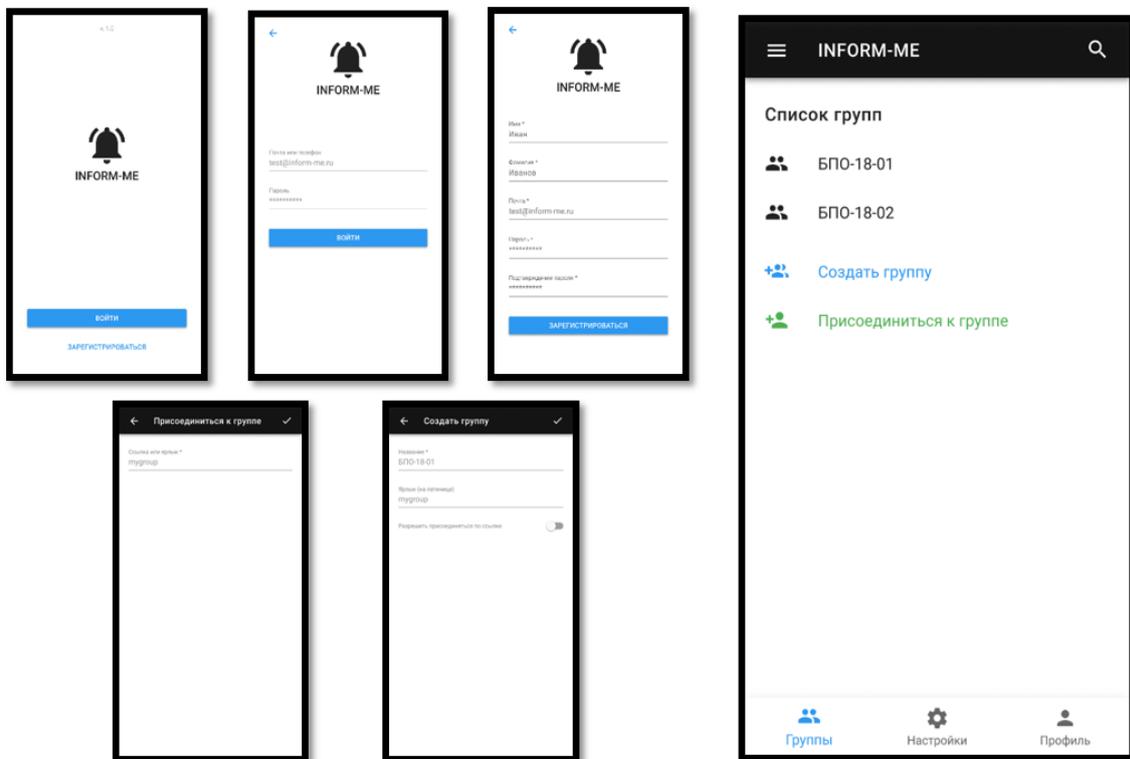


Рисунок 8. Эскизы мобильного приложения

## **Выводы**

Разработка Android-приложения с функционалом, позволяющим доносить информацию в едином формате, с отсутствием спама является решением проблемы передачи информации в организационных группах. Приложение позволяет создавать новости, звонить пользователям, присоединяться к существующим группам и передавать права администратора группы. Информлируемые не имеют возможности создавать новости, не несущие ценности; приложение не имеет развлекательного контента, что дает возможность сконцентрироваться лишь на важных данных.

## **Литература**

1. Соглашение между администрацией ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный нефтяной технический университет» и коллективом студентов и аспирантов университета. 2019. – С. 13.
2. Институт цифровых систем, автоматизации и энергетики (IT-институт) [Электронный ресурс]. – URL: <http://fapp.rusoil.net/ru/> (дата обращения: 24.04.2022).
3. MaterialDesign [Электронный ресурс]. – URL: <https://material.io/components?platform=android> (дата обращения: 24.04.2022).

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ

УДК 004.78:338.24; 338.9; 330:115: 381.3

### RESEARCH OF RISKS AND THREATS OF USING CRYPTOCURRENCY AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN THE DIGITAL ENVIRONMENT

### ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ И УГРОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИПТОВАЛЮТ И ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ

A.G. Aliyev,  
Institute of Information Technology  
of Azerbaijan National Academy of Sciences,  
Baku, Azerbaijan

Алиев А.Г.,  
Институт информационных технологий  
Национальной академии наук Азербайджана  
Баку, Азербайджан

e-mail: alovsat\_qaraca@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the study of the risks and dangers that may arise with the regular use of cryptocurrencies and blockchain technologies in the digital environment. As a result of improving the management of economic and business processes on the basis of modern ICT, a digital economic environment with new non-traditional technological features is being formed. As a result of the widespread use of digital technologies, the formation and development of cryptocurrency and blockchain technologies have been shown to be one of the most pressing issues in the modern era. The application of cryptocurrencies and blockchain technologies in economic structures and processes has been explored. The security features of blockchain technology and the working mechanism of cryptocurrency are explained. The differences between cryptocurrency and traditional money are explained, and the existence of different approaches to cryptocurrencies in the international arena is shown. Cryptocurrency risks and threats were analyzed in the digital environment. The dangers of the use of cryptocurrencies in the existing traditional financial system have been identified. The problems of legal regulation of cryptocurrencies in the world have been analyzed. Recommendations on the risks and dangers of using cryptocurrencies and blockchain technologies in the digital environment in the 4.0 Industrial Platform were given. It was noted that although the use of such technologies poses risks and threats in modern financial markets and cryptocurrency exchanges, they can create new opportunities and prospects for the future development of the country's economy in the digital environment.

**Аннотация.** Статья посвящена изучению рисков и опасностей, которые могут возникнуть при регулярном использовании криптовалют и технологий блокчейн в цифровой среде. В результате совершенствования управления экономическими и бизнес-процессами на основе современных ИКТ формируется цифровая экономическая среда с новыми нетрадиционными технологическими особенностями. В результате широкого использования цифровых технологий формирование и развитие технологий

криптовалюты и блокчейна стало одной из самых актуальных проблем современности. Исследовано применение криптовалют и технологий блокчейн в экономических структурах и процессах. Объясняются особенности безопасности технологии блокчейн и механизм работы криптовалюты. Объяснены отличия криптовалюты от традиционных денег, показано существование разных подходов к криптовалютам на международной арене. Криптовалютные риски и угрозы были проанализированы в цифровой среде. Выявлены опасности использования криптовалют в существующей традиционной финансовой системе. Проанализированы проблемы правового регулирования криптовалют в мире. Даны рекомендации по рискам и опасностям использования криптовалют и технологий блокчейн в цифровой среде в Промышленной платформе 4.0. Отмечено, что хотя использование таких технологий создает риски и угрозы на современных финансовых рынках и криптовалютных биржах, они могут создавать новые возможности и перспективы для будущего развития экономики страны в цифровой среде.

**Keywords:** digital transformation, digital economic environment, bitcoin cryptocurrency, blockchain technology, digital currency, risks and dangers of use.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, цифровая экономическая среда, криптовалюта биткойн, технология блокчейн, цифровая валюта, риски и опасности использования.

## Introduction

Modern ICT management of economic and business processes creates a digital economic environment with new features. Although this environment is global in concept and application, it has national and regional characteristics.

With the creation of the Digital Commerce Portal, the country's position as a Digital Trade Hub [1] has been strengthened. Other relevant measures are being taken to expand foreign trade operations in this area. In addition, the fact that Azerbaijan is one of the first countries in the Asia-Pacific in terms of cross-border trade has made a positive contribution to further improving the country's position in foreign trade in the global arena.

It should be noted that according to the United Nations (UN) Global Report on Facilitation of Digital and Sustainable Trade [2] for 2021, Azerbaijan leads the region in Southern and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia with a score of 86% according to certain criteria. Compared to 2019, in 2021 the transparency indicator increased by 7% and achieved maximum results. Azerbaijan has made significant progress on the report's cross-border paperless trade indicator, an increase of 33%.

The impact of e-business and e-commerce on economic development already covers all spheres of society [2]. One of the key issues is the increasing focus on information, digital, e-economy, cryptocurrency, blockchain concepts, and technologies as a result of the widespread use of digital technologies in recent decades. At present, the opportunities for the application of cryptocurrencies and blockchain technologies in economic processes in the high-level management processes of advanced countries are increasing. Therefore, the issue of coordinated action for the use of cryptocurrency and blockchain technology is one of the most pressing issues of our time. For this reason, it is important to study the impact of the application of cryptocurrencies and blockchain technologies on economic and business processes and to investigate potential gaps, threats, and risks. Currently, the development and use of various cryptocurrencies are becoming more dynamic, and in recent years, these trends have significantly affected the development of the digital economy.

*The object of research* is the characteristics of the application and use of cryptocurrencies in the new digital environment, which is formed as a result of the digital transformation of regional and national economies.

*The subject of research* includes the dangers, risks, and other trends that will be created by the use of cryptocurrencies with new commodity and currency qualities in the emerging digital environment.

*The methodology and methodological bases of the research* were systematic approach and analysis methods, statistical analysis methods, correlation, and component analysis, synthesis, and generalizations. In the research process, scientific works of many researchers, priorities, laws, other normative-legal acts, methodological materials of relevant research institutes, and centers were used in studying and generalizing the features of theoretical-methodological approaches in the existing field.

### **Problem statement and research situation**

There is a serious need in the relevant regulatory authorities to study the characteristics of the use of cryptocurrencies in the Information and Digital Economy, formed as a result of the digital transformation, and to systematically generalize the potential threats. The aim of the study was to study this problem. To achieve this goal, a comprehensive study of such issues as the study of basic scientific works on cryptocurrencies, the role of currencies in the digital economic environment, the characteristics, advantages, differences of cryptocurrencies, the dangers of their use, risks, etc. were given.

In connection with the study of the problem, it should be noted that over the past decade, research and discussions on blockchain technology and cryptocurrencies around the world have attracted the serious interest of international financial institutions, the scientific community, and public and private institutions [3]. These processes are affected by various factors such as global instability of economic relations, the dominance of certain reserve currencies over national currencies, global digitalization of the economy and the violation of borders, the crisis of confidence in existing financial and payment systems, and so on. In such a situation, it is difficult to study the characteristics of cryptocurrencies and the risky consequences of their application. Research in this area is mainly aimed at identifying prospects for the introduction of cryptocurrencies, which are digital money and increasing their sustainability. In principle, the problems of the application of cryptocurrencies have been studied to some extent by a number of foreign and local researchers [4-6].

In this research, the formation and use of digital currencies, as well as their legal regulation at the global and regional levels are involved in the research process. However, there are significant obstacles to solving the problems that arise in the use of cryptocurrencies. It is especially important to identify potential opportunities to address them and focus on the problem-solving process.

### **Blockchain technology and cryptocurrencies**

Recently, blockchain technologies and cryptocurrencies have become a global phenomenon. Blockchain technologies and digital currencies, which are met with interest by countries, international organizations, and giant companies, are widely studied. New mechanisms are being formed for the application of these technologies.

Distributed ledger technology was known with Blockchain. Although blockchain was created in the beginning, with the formation of alternatives, DLT began to be used to generalize them. DLT technology allows any database to be stored in multiple sources, almost all users, rather than in a single source. In this case, any operation is performed by all users, and after

execution, the information is updated in each directory. Even if any user changes the information, the system checks this indicator with the indicators of other users and does not allow the operation.

Blockchain technology is one of the applications of DLT. Blockchain technology is a booklet that records various types of transactions automatically and online. The history of this technology dates back to 2008, when the first cryptocurrency, Bitcoin, was created.

### **Features of blockchain technology**

Blockchain is a technology that does not have a centralized control system. Copies of the recorded data are stored on the computers of miners around the world and form a blockchain. When a new operation is performed, the previous data is not deleted and added to the existing blockchain. Because the data is copied and stored in the memory of all computers, it is not possible to delete them at the user level. The information collected here is accessible to users. However, other outsiders do not have access to the information. Therefore, the safety of the technology is guaranteed.

One of the advantages of the new technology is that there is no need for intermediaries in the implementation of operations. Thus, the two parties wishing to conduct an operation between them can carry out the operations they want without the intervention of a third party or organization.

### **The working mechanism of cryptocurrency**

Cryptocurrencies are digital currencies that are designed to keep exchanges secure and, in most cases, anonymous. Cryptocurrencies are based on cryptography.

The first digital currency was Bitcoin, created in 2008. Along with Bitcoin, Ripple, Ethereum, Blackcoin, Litecoin, etc. such as digital currencies are available. Ripple is the name of both the cryptocurrency and the DLT on which it is exchanged. The main feature of this system is that it allows users to make transfers in both electronic and real currencies. In 2018, the number of cryptocurrencies exceeded 1,300.

Cryptocurrencies have nothing to do with the central bank or official bodies. Thus, digital currencies allow users to make secure payments and investments without going to the bank.

As a result of the application of algorithms for solving complex mathematical problems, computer computing power, and other capabilities are used to generate money in a virtual environment. Such activity is called mining, and those engaged in this activity are called miners. Users can get their money from brokers (intermediaries) and then use it to spend or collect their money in a secure way through encrypted transactions.

### **Risks and threats of cryptocurrency in the digital environment**

The widespread use of cryptocurrencies is increasingly threatening the existing traditional financial system. This confirmed the views of international financial institutions on the creation of conditions for the gradual expansion of the crypto-economy. The globalized payment mechanism will allow for more efficient cross-border transfers and the development of the information economy. It should be noted that there is still no unified approach and methodology in the world for the recognition of virtual currency as a means of payment and the regulation of its circulation.

The future development of cryptocurrency in the world requires a deeper understanding of the nature and risks of its use, as well as the definition of its role in the modern economic

system. For this reason, the main goal of many researchers is to study in detail the nature and principle of operation of cryptocurrency in the information economy, as well as the opportunities and prospects of its use in the national economic and financial system, to develop relevant recommendations [3]. As a result, the identification of innovative features of cryptocurrencies and prospects for their application has become a necessary and urgent issue.

There is a need for research on the development of foreign legislation in the field of combating criminal activity using cryptocurrency [7]. For the normal functioning of law enforcement agencies around the world, it is necessary to consider the problems of the legal regulation of cryptocurrencies. The scale of the spread of cryptocurrency and the increase in crime associated with its widespread use is also increasing.

In 2018, hackers stole \$ 1.1-1.7 billion worth of cryptocurrencies, of which \$ 960 million were obtained from cryptocurrency exchanges and payment systems. The number of such cases has increased 3.5 times compared to 2017 and 7 times compared to 2016. 56% of crypto thefts took place on the exchanges of South Korea and Japan. The biggest thefts in 2018: \$ 532 million from Coincheck; \$ 60 million from the weak; \$ 40 million from Coinrail; \$ 31 million from Bithumb [7].

At the 13th meeting of the G20 (Buenos Aires, Argentina) in 2018, the Declaration on “Creating a Consensus for Fair and Sustainable Development” was adopted. It was noted that the regulation of cryptocurrency markets in the context of an open financial system is important for sustainable development. In 2020, the Fifth EU Directive entered into force. This directive developed new rules and tightened the requirements for cryptocurrency platforms. Cryptocurrency exchanges, cryptocurrency wallet providers, and data providers were required to register with a local regulator, submit suspicious activity reports and conduct customer due diligence [7].

The issues of protection of electronic information in the information system from its illegal users are related to changes in the interaction between people and organizations. The fight against terrorism and money laundering is now significantly more difficult. It is very important for organizations that can secretly prepare nuclear, radiation, chemical, and biological terrorist acts to be able to get money from non-transparent sources without the attention of governments.

Digital currencies are also used by such groups and networks. They use modern information technology to conduct complex financial transactions in the digital space using cryptocurrency. The creation of bitcoins as a virtual analog of cash has implemented the idea of direct payments among Internet users, which virtually eliminates the possibility of tracking the transfer of funds from one person to another. The anonymity of the Bitcoin system makes it possible to almost eliminate the dependence of the shadow economy in the world on legitimate economic structures.

A number of cryptocurrencies (Dash, Monero, Zcash, etc.) provide good anonymity. In order to increase efficiency and conceal their criminal activities, terrorist organizations try to manage their socio-political and economic systems on the basis of a distributed registry. Criminal organizations used sophisticated cyber tools to attract cryptocurrency donations from all over the world. The results of the operation have shown that the activities of various terrorist groups have been adapted to the modern conditions of the cyber era. Each group uses cryptocurrency and social networks to raise funds in the interests of terrorist organizations. U.S. authorities have seized millions of dollars, more than 300 cryptocurrency accounts, and blocked several criminal websites and Facebook pages under a court order. Experts also use gray sites linked to terrorist organizations to detect and identify gray schemes that collect donations in bitcoins.

A report published in 2019 by the Center for International Security and Defense Policy of the American corporation RAND noted the technical and organizational difficulties of

terrorists in the use of cryptocurrencies and identified potential threats. According to the center, terrorists sometimes refuse to use cryptocurrencies for fear of hacking and anonymity. Experts believe that digital assets are not as dangerous as a means of financing international terrorism. Rand Corporation's research shows that none of the known cryptocurrencies can meet all the financial needs of terrorist organizations, such as anonymity, usability, security, and reliability. Bitcoins can be attractive to use in fundraising. There is also evidence that terrorist organizations can use cryptocurrencies for this purpose. Some experts say the predictions of terrorists' use of cryptocurrencies are exaggerated. They believe that terrorists are not ready to use new technologies to organize criminal proceeds [8]. Analyzes show that as the use of cryptocurrencies expands and their operational infrastructure develops, the virtual currency will become increasingly used to finance terrorism.

Terrorist organizations have sophisticated information technology. They also use cryptocurrencies in their activities. Terrorist activities can also be funded by individual states and organizations in their own interests. Terrorists are increasingly using electronic payment systems and cryptocurrencies. They use these opportunities to transfer funds from certain countries and organizations that support the global terrorist network. Observers note the widespread use of encrypted Internet communications, cryptocurrencies, remote control of terrorist activities, and its financing schemes. The use of cryptocurrencies by terrorists can sometimes outweigh state and interstate reactions. Because the attitude of states to this tool is unstable. They are slowly adapting to new cyber threats in terms of national legislation, organizational and technical tools, and methods.

### **Findings**

The diversified and sustainable development of the regional economy, including cyber resilience, is conditioned by the current state of ICT infrastructure and modern information technologies, as well as the technical and technological sovereignty of the region [9]. Investigating, systematizing, and taking into account the dangerous trends and risks posed by the use of digital assets, digital currencies, and cryptocurrencies created by the digital economic environment in such a situation allows for determining economic orientations and priorities.

Based on research and analysis, it can be assumed that in the medium term, financial and economic structures and trade organizations will be able to achieve the mass dissemination of potential opportunities inherent in blockchain technology and cryptocurrencies. From this point of view, it can be predicted that certain dangers and risks will arise during their traditional use. Taking into account the pros and cons, risks, and innovations of cryptocurrencies, it is possible to make progress in the management of economic processes and correct decision-making and protect against certain threats and risks.

### **References**

1. Decree of the President of the Republic of Azerbaijan on Digital Trade Hub. Baku, February 23, 2017. <https://president.az/az/articles/view/22892>
2. Digital and Sustainable Trade Facilitation: Global Report 2021. United Nations. 73 p.
3. Zeynel'gabdin A.B., Akhmetbek Ye.Ye. Kriptovalyuta i tekhnologiya blokcheyn – novyye realii sovremennoy ekonomiki. *Ekonomika: strategiya i praktika*, 2020 g., №3(15), s. 111-125.
4. García C., et al. A bibliometric review of cryptocurrencies: how have they grown? *Financial Innovation*, 2022, 8:2, pp.1-31.

5. Fan F., Carmine V., et al. Cryptocurrency trading: a comprehensive survey. *Financial Innovation*, 2022, 8:13, pp.1-59.
6. Imamverdiyev Y.N. Blockchain technology: Components, applications and problems. *Problems of Information Society journal*, 2019, №2, pp.18-32.
7. Pinkevich T.V. Zarubezhnyy opyt protivodeystviya prestupnoy deyatelnosti s ispol'zovaniyem kriptovalyuty. *Nauchnyy portal MVD Rossii*, 2020, №3(51), s. 87-93.
8. Metel'kov A.N. Kriptovalyuta: finansirovaniye terrorizma i zashchita tsifrovogo koda. *Naukosfera*, 2021, №7-1, s. 274-279.
9. Aliyev A.G. Research of problems of formation of information economy sectors and assessment of innovative perspectives. Abstract of the doctoral dissertation. Baku, 2021.

УДК 004

**ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ  
МАЛОПОДВИЖНОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ ПЕРСОНАЛА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧКОВ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

**PREVENTION OF DISEASES  
OF SEDENTIAL LIFESTYLE FOR STAFF  
USING MIXED REALITY GLASSES**

Головина Е.Ю., Сулейманов И.И.,  
Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Салавате,  
ул. Губкина, 22 б, г. Салават, Республика Башкортостан,  
Россия, 453250

E.Y. Golovina, I.I. Suleymanov.,  
Institute of Oil Refining and Petrochemistry FSBEI HE USPTU in Salavat,  
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,  
453250, Russia

e-mail: [ilnaz\\_suleymanov@mail.ru](mailto:ilnaz_suleymanov@mail.ru)

**Аннотация.** В современном мире на предприятиях не исчерпаны такие возможности, как улучшение производства и др., а уровень здоровья, как фактор производительности труда откладывают на второй уровень, заменяя его материальным стимулированием. В последнее десятилетие работодатели начали осознавать, что нетрудоспособность и неявка на работу дорого обходятся даже в тех случаях, когда их причина напрямую не связана с производством. Беря в пример офисных сотрудников есть возможность изменить их малоподвижный образ жизни, для этого предлагается использовать очки смешанной реальности. Использование очков смешанной реальности необходимо для повышения эффективности и интереса выполнения упражнений на соответствующем рабочем месте для каждого сотрудника. За счет программного приложения будет возможность выбора выполнения эффективных упражнений, слежения за статистикой выполнения физических упражнений сотрудников. Применение новой технологии и соответствующего программного приложения, для профилактики сидячих заболеваний позволит снизить издержки предприятия по больничным листам, то есть сотрудник будет реже брать лист нетрудоспособности по причине болезней, которые вызваны сидячей работой. Следовательно, уменьшает

вероятность появления некоторых профессиональных заболеваний, например, гиподинамия.

**Abstract.** In the modern world, enterprises have not exhausted such opportunities as improving production, etc., and the level of health as a factor in labor productivity is put on the second level, replacing it with material incentives. In the past decade, employers have begun to realize that disability and absenteeism are costly, even when the cause is not directly related to work. Taking office workers as an example, there is an opportunity to change their sedentary lifestyle, for this it is proposed to use mixed reality glasses. The use of mixed reality glasses is necessary to increase the efficiency and interest of doing exercises at the appropriate workplace for each employee. Due to the software application, it will be possible to choose to perform effective exercises, track the statistics of employees' physical exercises. The use of new technology and an appropriate software application for the prevention of sedentary diseases will reduce the company's sick leave costs, that is, the employee will be less likely to take a sick leave due to illnesses caused by sedentary work. Consequently, it reduces the likelihood of some occupational diseases, such as physical inactivity.

**Ключевые слова:** здоровье сотрудника, очки смешанной реальности, физические упражнения, малоподвижный образ жизни, смешанная реальность, заболевания, программное приложение.

**Keywords:** employee health, mixed reality glasses, exercise, sedentary lifestyle, mixed reality, diseases, software application.

Как многим известно, что работа в офисе не требует больших физических источников и не предусматривает доплаты, как за вредность на производстве. Она не связана с рисками и токсинами. На первый взор, кажется, что сотрудники офиса находятся в безукоризненных трудовых условиях.

Кажущиеся совершенными обстоятельства имеют свои скрытые проблемы. Монотонность исполняемой работы в помещении, долгое сидение за компьютером в одной позе, надобность непрерывно трудиться с клавиатурой и мышкой, неестественное освещение, хронический стресс приводят к численным расстройствам и профессиональным болезням, которые только усугубляются со временем. Самые распространённые из них: синдром сухого глаза, боль в спине и суставах, варикозное развитие вен, туннельный синдром запястья, обезвоживание, гастрит, депрессия и гиподинамия [1].

Малоподвижный образ жизни, уменьшает продуктивность умственной работы, это подтверждено в процессе эксперимента, результаты которого были опубликованы в «The Journal of Comparative Neurology». Согласно результатам этого эксперимента, в одном из отделов мозга при отсутствии физической активности деформируются нейронные связи. Ко всему прочему этот же отдел контролирует кровяное давление посредством сужения сосудов. Из-за этого сидячий образ жизни – это верный путь к сердечно-сосудистым заболеваниям. Эта проблема, как никогда актуальна для офисных сотрудников [2].

Для того чтобы избежать неприятностей связанных со здоровьем сотрудника нужно время от времени делать простые упражнения на своем рабочем месте. Для улучшения и поднятия интереса к этой задаче предлагается новую технологию, как смешанная реальность [3].

Смешанная реальность – это сочетание физического и цифрового миров, обеспечивающее взаимодействие между человеком, компьютером и средой. Такая новая

реальность стала возможной благодаря развитию систем компьютерного зрения, графической обработки, технологий для дисплеев, систем ввода и облачных вычислений [4].

Здоровье персонала всегда отодвигался на второй план, так как не исчерпаны такие возможности, как улучшение производства, сокращение объемов выбросов вредных веществ и др. В последнее десятилетие руководители начали осознавать, что сохранение здоровья сотрудников – это не только предпосылки для высокой производительности труда, улучшение благосостояния, но и залог устойчивой социально-экономической развития предприятия и даже страны.

За счет технологии смешанной реальности открываются новые возможности и новые взгляды на заботу о здоровье сотрудников. В ней можно связать упражнения с мини-играми и замотивировать сотрудников выполнять упражнения для физической активности.

Задачами физкультминутки в смешанной реальности являются:

- коррекция привычного положения головы и сегментов туловища;
- разработка движений в суставах позвоночника и конечностей;
- повышение работоспособности и снятие эмоционального напряжения;
- повышение продуктивности сотрудников.

Смешанная реальность была выбрана по четырем критериям:

- возможность взаимодействия с реальным миром;
- окружение, которое окружает непосредственного человека использующие очки/шлем;
- присутствие человека в реальном мире, с виртуальными объектами;
- тактильные восприятия как виртуальных, так и реальных объектов.

Сравнение возможностей виртуальной, дополненной и смешанной реальности для выполнения упражнений разных возрастных классификаций на рабочем месте представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение возможностей виртуальной, дополненной и смешанной реальности для выполнения упражнений.

	VR	AR	MR
Взаимодействие с внешним миром	Нет	Нет	Да
Окружение	Цифровое	Сочетание цифры и реального мира	Сочетание цифры и реального мира
Присутствие	В виртуальном мире	В реальном мире с наложениями цифры	В реальном мире одновременно с цифровыми объектами
Восприятие объектов	Как полностью виртуального объекта	Как виртуального объекта, присутствующего в реальности	Как полностью реального объекта

Исходя из таблицы можно сделать вывод о том, что смешанная реальность позволяет взаимодействовать по-новому с цифровыми объектами, как объектами реального мира. Преимущество в том, что смешанная реальность совмещает реальный и цифровой мир и из-за этого невозможно теряться в пространстве, как в виртуальной реальности, где можно потерять ориентацию [5].

Для каждой из технологий есть своя сфера применения, где они лучше адаптируются. Но и в сферах тоже бывают свои исключения, в которых несколько технологий могут показать хорошие результаты.

Если смотреть на разрабатываемое приложение, то можно сказать, что одним из минусов виртуальной реальности можно назвать нарушение вестибулярного аппарата, а это отвечает за наш внутренний орган балансировки, он позволяет сохранять равновесие. Из-за нарушения вестибулярного аппарата можно получить травмы во время нахождения в цифровом мире, чтобы избежать от этого то нужны специальные помещения. А минусом дополненной реальности является то, что можно только смотреть на цифровые объекты в определенном месте и невозможно взаимодействовать с внешним миром, следовательно, остается смешанная реальность.

Делая вывод можно сказать то, что смешанная реальность лучший вариант для разрабатываемого приложения. В смешанной реальности человек находится в реальном мире с виртуальными объектами и не теряется в пространстве, кроме этого есть возможность взаимодействия с цифровыми объектами.

На рисунке 1 представлен процесс «Управления здоровьем персонала» в нотации BPMN.

Как видно из рисунка, каждый сотрудник обязан проходить медосмотр.

Если после медосмотра обнаружат предпосылки заболевания, то потом конкретизирует заболевание и после этого решают дальнейшую занимаемую должности по результатам медосмотра.

Есть два пути после обнаружения заболевания, допустить на то рабочее место, где он может работать, не повредив своему здоровью или не допустить на рабочее место, так как заболевание сильно развилось.

Каждый сотрудник должен будет выполнять упражнения, если сотрудник не выполняет упражнения, то будут применяться мероприятия по мотивации сотрудников, например, проведение семинаров-тренингов, создание «уголков здоровья», проведение тематических викторин касательно малоподвижного образа жизни.

К тому же будет вестись статистика сотрудников по выполнению упражнений, корректироваться упражнения, добавляться новые упражнения или же удаляться.

Все упражнения будут выполняться непосредственно с использованием очков смешанной реальности, где будет возможность выбора упражнений и категорий для отдельных частей тела.

Процесс показа упражнения будет сделан в 3D модели человека, который будет зацикленной анимацией на некоторое время.

Уведомление про перерыв на физкультминутку будут приходят непосредственно на компьютер.

Программное приложение будет уведомлять сотрудников, работающих за компьютером, каждые 2 часа о том, что нужно сделать перерыв по 5-10 минут на физкультминутку для выполнения соответствующих упражнений.

Помимо этого, программное приложение собирает информацию по выполнению упражнений каждого сотрудника, эти данные будут использоваться для построения детального графика динамики выполнения упражнений.

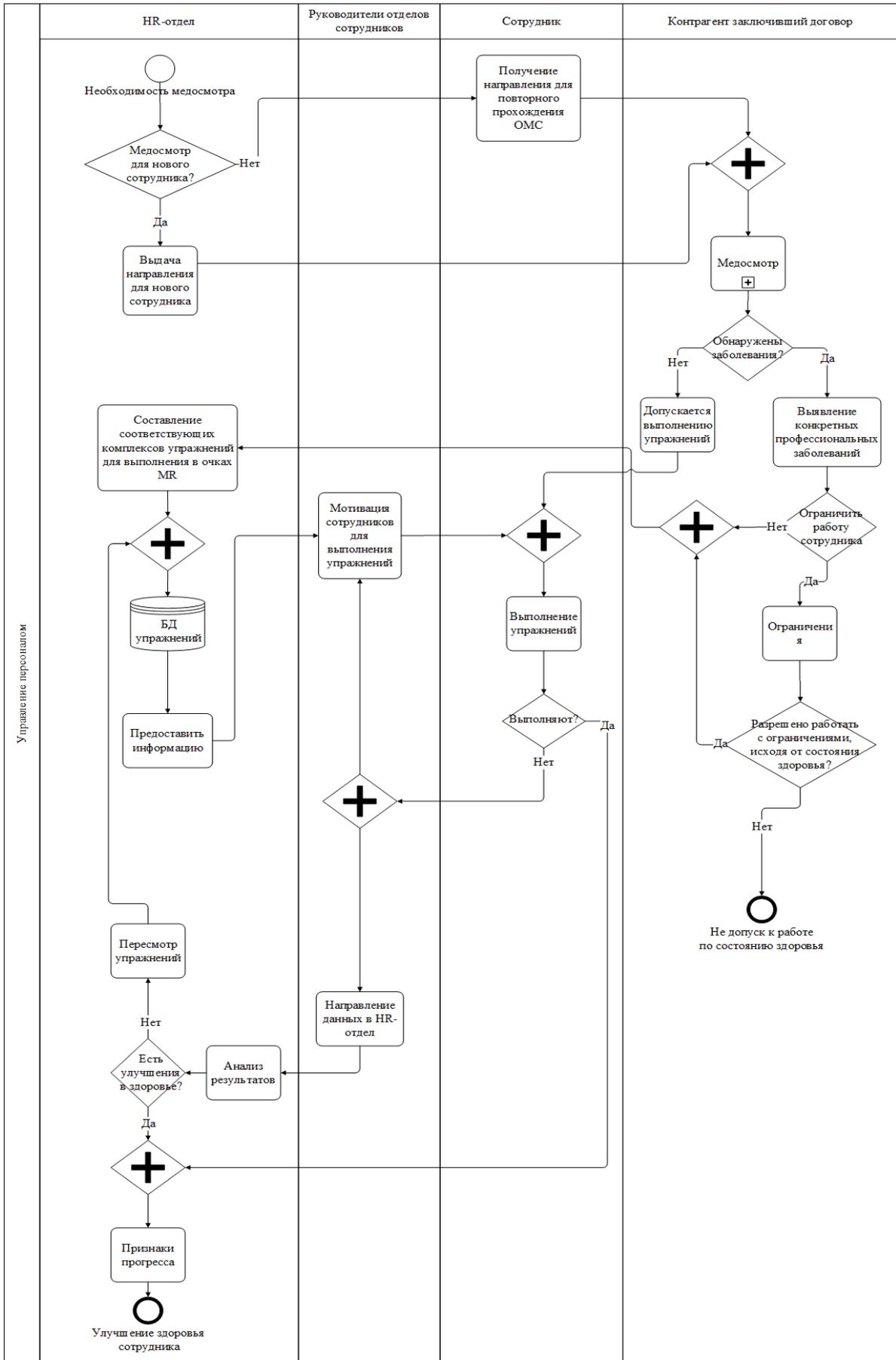


Рисунок 2. Процесс «Управление здоровьем персонала» в нотации BPMN

## Выводы

В статье была предложена технология смешанной реальности, как инструмент решения проблем со здоровьем сотрудников, ведущих малоподвижный образ жизни.

## Литература

1. Болезни офисных работников. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fbuz04.ru/index.php/deyatelnost/zdorovuj-obraz-zhizni/bolezni-ofisnykh-rabotnikov> (дата обращения: 30.03.2022)
2. Влияние гиподинамии на продуктивность работы офисных сотрудников. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gipodinamii-na-produktivnost-raboty-ofisnyh-sotrudnikov/viewer> (дата обращения: 30.03.2022)
3. Влияние сидячего образа жизни на организм профилактические методы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sidyachego-obraza-zhizni-na-organizm-i-profilakticheskie-metody/viewer> (дата обращения: 31.03.2022)
4. Смешанная реальность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality> (дата обращения: 31.03.2022)
5. Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженин А.В., Богатырев В.А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2018. – 59 с.

УДК 004

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

### DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT MODULE FOR THE PRODUCTION SYSTEM

Кувайцев К.Н., Габитова Т.Н.,  
Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Салавате,  
ул. Губкина, 22 б, г. Салават, Республика Башкортостан,  
Россия, 453250

K.N. Kuvaitsev, T.N. Gabitova,  
Institute of Oil Refining and Petrochemistry FSBEI HE USPTU in Salavat,  
Gubkin Str., 22b, Salavat, Republic of Bashkortostan,  
453250, Russia

e-mail: kirill.kuvaitsev@mail.ru

**Аннотация.** В рамках рыночной экономики наиболее актуальным является проблема возрастающего количества критериев, необходимым для принятия решений, непрерывным изменением и неполнотой данных об экономической конъюнктуре [1]. В задачах, имеющих многокритериальный характер, с увеличением числа критериев возрастает нагрузка на лицо принимающее решение и в какой-то момент сложность

становится непосильной среднестатистическому человеку. В этих условиях интеллектуальные возможности человека могут войти в противоречие с объемом и сложностью информации, которую необходимо осмыслить и переработать в ходе управления разнообразными технологическими процессами. Вследствие этого возрастает опасность срыва управления. В рамках рыночной экономики это наиболее актуально, так как приводит к потере прибыли или даже убыткам. Для предотвращения таких ситуаций используются системы поддержки принятия решений (ССПР). Эти системы предназначены для формирования рекомендаций возможных решений и предоставлению их пользователю. В работе описан процесс управления установкой гидроочистки, для которой разрабатывается поддержка принятия решений. Управление установкой заключается в поддержании температурных режимов в регламентируемых пределах. Внедрение поддержки принятия решений позволит облегчить принятия решений пользователя, что снизит ошибки, приводящие к убыткам.

**Abstract.** Within the framework of market economy, the problem of increasing quantity of criteria necessary for decision-making, continuous change and incompleteness of the data about economic conjuncture is the most actual [1]. In the tasks having multicriteria character, with increasing quantity of criteria the load on the person making the decision grows and at some moment complexity becomes to the average person beyond his power. In these circumstances, the intellectual capacity of man may come into conflict with the volume and complexity of the information that must be comprehended and processed during the management of a variety of technological processes. As a consequence, the risk of management failure increases. In a market economy this is most relevant, as it leads to loss of profits or even losses. Decision support systems (DSS) are used to prevent such situations. These systems are designed to form recommendations of possible solutions and provide them to the user. This paper describes the process of controlling a hydrotreating unit, for which the decision support is developed. The management of the unit is to maintain the temperature conditions within the regulated limits. Implementation of decision support will facilitate the decision-making of the user, which will reduce errors that lead to losses.

**Ключевые слова:** система поддержки принятия решений, машинное обучение, математическая модель, оптимальные параметры, временные ряды.

**Keywords:** decision support system, machine learning, mathematical model, optimal parameters, time series.

По способам поддержки СППР можно разделить на [1]:

- 1) модельно ориентированные (используют в работе доступ к статистическим, экономическим или иным моделям);
- 2) основанные на коммуникациях (имеют доступ к временным рядам организации);
- 3) ориентированные на данные (имеет доступ к временным рядам организации);
- 4) ориентированные на документах (манипулируют неструктурированной информацией);
- 5) ориентированные на знания (предоставляют специализированные решения, основанные на фактах).

Предлагаемое решение относится к методам, ориентированным на данные. Полученные из системы временные ряды за определенный период анализируются, при

помощи машинного обучения формируется модель, на основе которой находятся рекомендуемые параметры.

Разрабатываемый модуль ППР показан на примере работы установки ГО-4. На рисунке 1 представлен черный ящик бизнес-процесса.

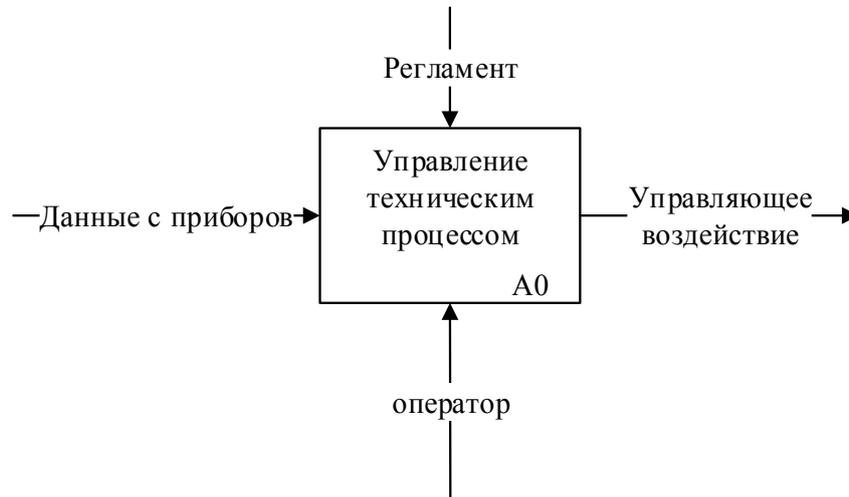


Рисунок 1. Черный ящик рассматриваемого процесса

На рисунке 2 представлена декомпозиция бизнес-процесса, «как есть», в нотации IDEF0.

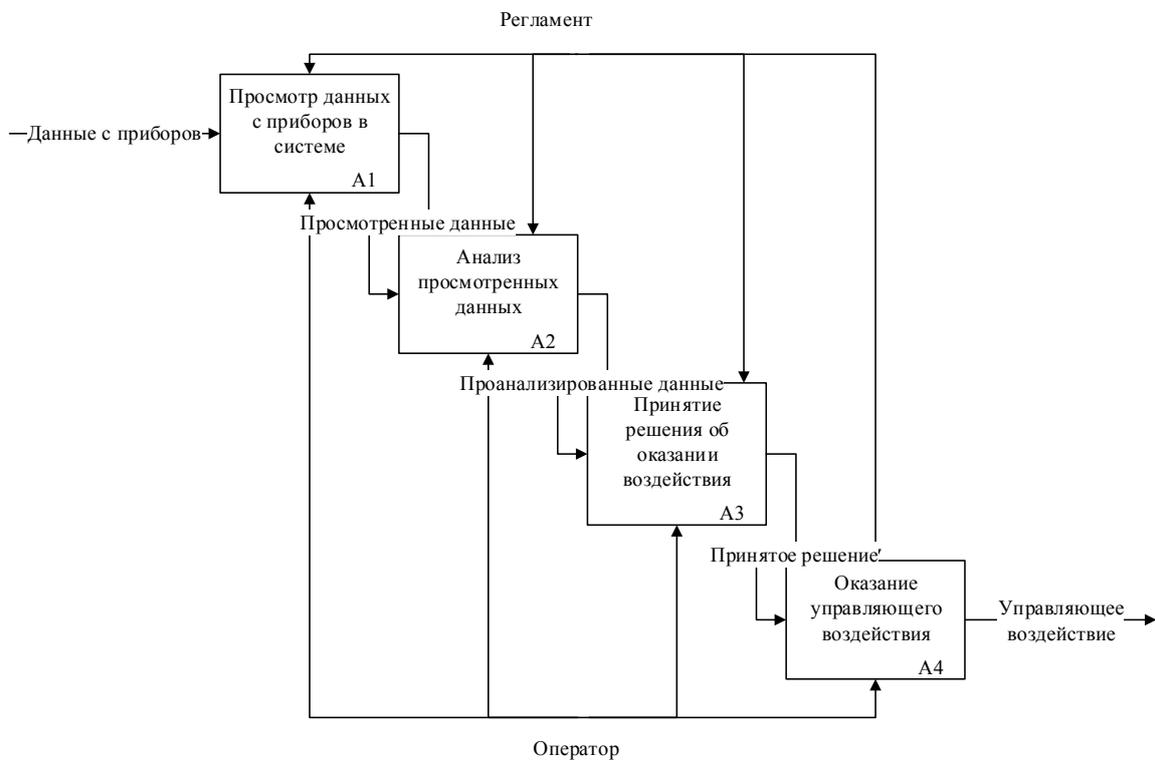


Рисунок 2. Декомпозиция «как есть»

На рисунке 3 представлена декомпозиция бизнес-процесса, «как будет», в нотации IDEF0.

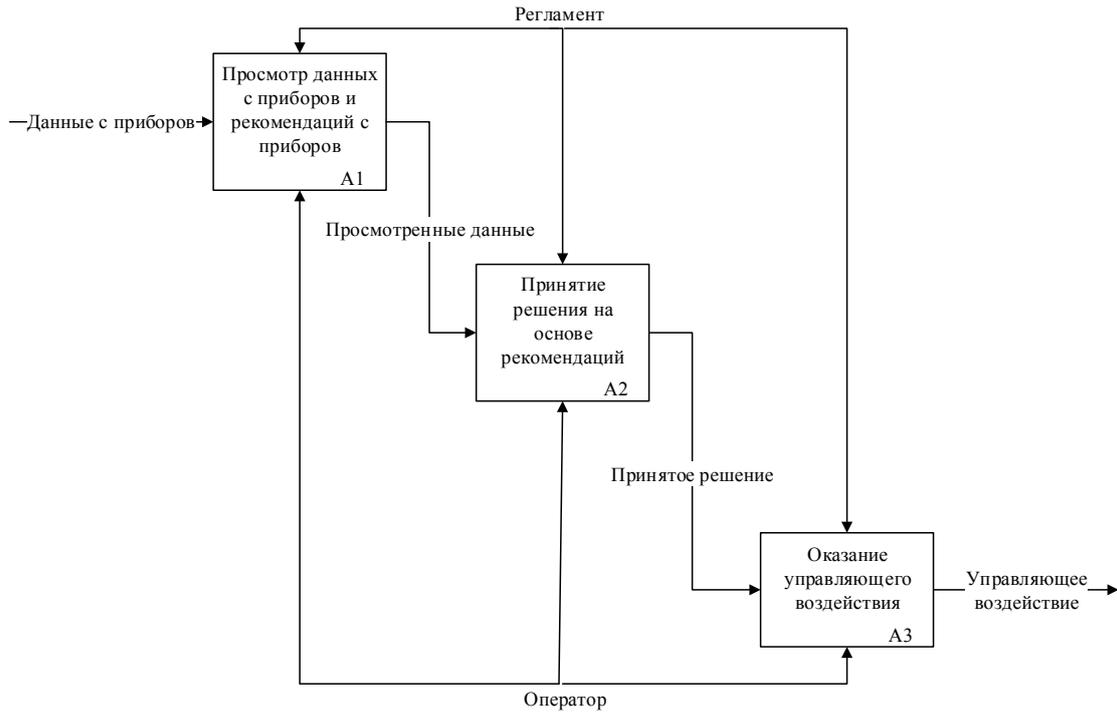


Рисунок 3. Декомпозиция «как будет»

Внедряемый модуль предоставит оператору рекомендации, на основе которых он сможет принять решение по управлению техническим процессом.

На рисунке 4 представлена архитектура программного решения. Данные с АСУТП поступают в систему, после чего направляются пользователю и модулю как фактические, также пользователь может отправить запрос для получения рекомендаций.

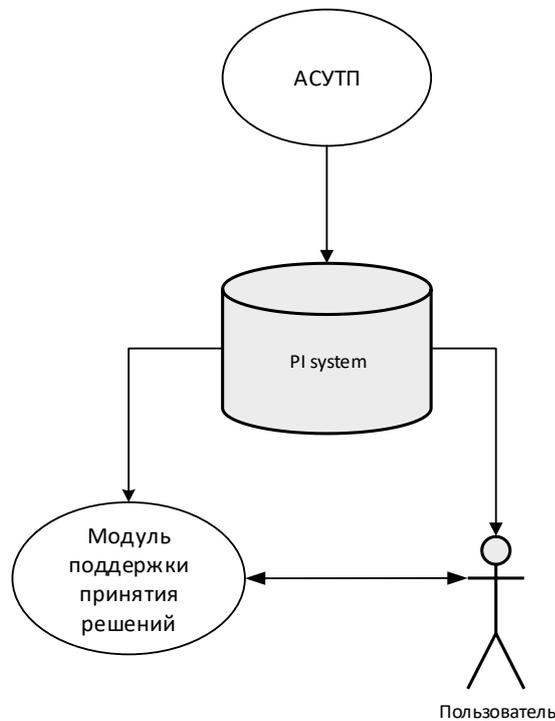


Рисунок 4. Архитектура

На рисунке 5 представлена диаграмма вариантов использования UML.



Рисунок 5. Диаграмма вариантов использования

Исторические данные представлены временными рядами температур, процентным соотношением фракций  $C_4$ ,  $C_5$  и  $C_6$  на входе, а также выходным значением фракции  $C_6$  выгруженные из системы в формате .xlsx (рис. 6)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Date	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	c4	c6	c5	y
2	10.06.2019 9:00:00	188,7	97,8	196,4	140,3	114,4	86,9	139,1	91,3	0,39	16,24	46,73	97,82
3	10.06.2019 10:30:00	188,7	96,9	196,1	139	113,9	87,3	138,1	93,7	0,37	17,46	44,56	98,12
4	10.06.2019 12:00:00	185,2	96,6	194,7	137,1	113,1	87,2	137,8	97,3	0,34	17,15	43,84	98,78
5	10.06.2019 13:30:00	185	95,4	193,6	134,6	112,3	82,1	137,8	96,9	0,36	15,4	47,43	98,98
6	10.06.2019 15:00:00	186,7	97,1	195,3	136,8	111,4	80,8	137,1	98	0,45	11,67	56,17	98,89
7	10.06.2019 16:30:00	187,3	97,3	196,5	137,3	110,1	80,3	136,3	97,8	0,63	7,24	68,42	99,26
8	10.06.2019 18:00:00	186,4	95,8	196,9	136,4	110	82,4	136,6	98,3	0,55	8,72	65,27	99,28
9	10.06.2019 19:30:00	187,4	96,3	199,3	138,1	110,6	83,8	136,8	96,5	0,49	10,45	61,01	99,22
10	10.06.2019 21:00:00	190,1	100,7	193,2	135,8	115,3	89,6	137,3	91,8	0,47	11,24	59,81	98,76
11	10.06.2019 22:30:00	190,7	101,2	192,2	136,2	115	89,9	137,5	89,4	0,35	15,33	51,4	98,76
12	11.06.2019 0:00:00	191	101,4	191,5	135,7	113,9	88,9	136,5	90,6	0,32	19,24	42,74	98,61
13	11.06.2019 1:30:00	189,5	99	188,2	133	112,4	86,7	135,5	91,7	0,35	19,85	41,2	98,53
14	11.06.2019 3:00:00	189	99,1	185,2	130	109,9	83,2	135,4	92,2	0,36	20,2	40,83	98,01
15	11.06.2019 4:30:00	186,4	97,2	192,4	136,1	116,3	88,7	135,7	90,9	0,38	19,22	42,14	97,52
16	11.06.2019 6:00:00	186,6	96,8	193,8	136,6	112,1	84	136,5	85,7	0,29	21,47	38,44	97,16
17	11.06.2019 7:30:00	186,4	97	193,6	136	113,2	84,3	136,3	87,9	0,34	20,12	41,12	97,61
18	11.06.2019 9:00:00	185,4	96,9	193	135,9	113,5	85,5	137,4	92,2	0,44	14,96	49,4	97,47
19	11.06.2019 10:30:00	186,5	97,9	195,5	138,3	113,2	85,3	138,1	93,3	0,48	14,29	50,57	97,6
20	11.06.2019 12:00:00	187,8	97,7	194,9	138,5	114,4	84,4	138,7	96	0,56	12,02	55,2	98,48
21	11.06.2019 13:30:00	187,9	97,9	194,3	137,4	113,4	81,4	137,6	97,1	0,56	10,51	57,2	98,79
22	11.06.2019 15:00:00	187,9	97,1	191,9	136	111,2	84,9	137,8	97,8	0,56	9,25	59,77	98,62

Рисунок 6. Данные для формирования модели

Для формирования модели используется регрессионный метод машинного обучения, в таблице 1 представлено сравнение методов доступных в разрабатываемой среде [2].

Таблица 1 – Сравнение методов

Название	R <sup>2</sup>
LightGbnRegression	0,52
FastForestRegression	0,45
LbfgsPoissonRegressionRegression	0,32

Так как метод LightGbnRegression [3] показал наибольшую точность, он использовался для составления модели.

Были взяты фактические входные данные за другой исторический период и промоделирован результат (рис.7).



Рисунок 7. Сравнение фактических и смоделированных данных

В таблице 2 представлено фактическое и смоделированное значение выработки.

Таблица 2 – Сравнение фактических и смоделированных данных

Дата	Фактическое значение выработки фракции С6, %	Смоделированное значение выработки фракции С6, %
10.06.2020 10:30:00	98,16	98,12
10.06.2020 12:00:00	97,80	97,78
10.06.2020 13:30:00	98,98	98,67
10.06.2020 15:00:00	99,11	99,07
10.06.2020 16:30:00	99,04	99,02
10.06.2020 18:00:00	98,97	99,02
10.06.2020 19:30:00	99,05	99,11
10.06.2020 21:00:00	98,93	99,08
10.06.2020 22:30:00	99,27	99,11
11.06.2020 0:00:00	99,18	99,18
11.06.2020 1:30:00	99,25	99,13
11.06.2020 3:00:00	99,24	99,12
11.06.2020 4:30:00	98,14	98,58
11.06.2020 6:00:00	98,89	98,84
11.06.2020 7:30:00	97,69	97,97
11.06.2020 9:00:00	98,59	98,14
11.06.2020 10:30:00	97,72	97,59
11.06.2020 12:00:00	97,02	96,93
11.06.2020 13:30:00	97,18	97,19
11.06.2020 15:00:00	96,72	96,69

Таким образом, на основе этой модели можно найти оптимальное значение и сформулировать рекомендации для ведения технологического процесса.

Оптимальные значения находятся перебором смоделированных значений на допустимом регламентом диапазоне температур.

### **Выводы**

Использование модуля позволит облегчить принятия решений оператору, что снизит ошибки и уменьшит издержки.

### **Литература**

1. Стародубцев А.А. Система поддержки принятия решений//Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2016. №12. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy> (дата обращения: 25.03.2022).

2. Методы моделирования [Электронный ресурс]: URL:<https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/machine-learning/how-to-choose-an-ml-net-algorithm> (дата обращения: 26.03.2022).

3. Метод lightgbm [Электронный ресурс]: URL:<https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/microsoft.ml.trainers.lightgbm.lightgbmregressiontrainer?view=ml-dotnet> (дата обращения: 26.03.2022).

UDC 004.9

## **MODELS OF INNOVATIVE PRODUCT MANUFACTURING, PLANNING AND DEVELOPMENT ISSUES OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN SCIENCE AND INDUSTRY TECHNOPARKS**

## **МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ, ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОПАРКАХ**

R.O. Shahverdiyeva,  
Institute of Information Technology of Azerbaijan  
National Academy of Sciences,  
Baku, Azerbaijan

Шахвердиева Р.О.,  
Институт информационных технологий  
Национальной Академии наук Азербайджана,  
Баку, Азербайджан

e-mail: shahverdiyevr@gmail.com

**Abstract.** The article is devoted to the development of models and digital technologies that can be used in the planning of innovative products manufacturing of science and industry technoparks. The importance of digitalization and expanding the application of innovations in economic and business operations is justified. The areas of production of science-based digital innovation products have been shown to have a special advantage in the real sectors of the

world economy in accordance with the 4.0 Industrial platform. The importance of science and industry technoparks in the development of the digital economy was commented and their organizational structures were analyzed. The importance of the formation of an integrated trio of “science-education-business” in the production of innovative products in science and industry technoparks was noted. Indicators and criteria for evaluation of science and industry technoparks have been developed. The directions of application of the best industrial digital technologies in their activity are defined. Application features of technologies such as industrial robots, artificial intelligence, machine learning technologies, Industrial Internet of Things, Blockchain technologies, virtual reality tests, development of prototype of products/services with systems based on “Digital Twins” technology have been identified in the activities of scientific-industrial enterprises with innovative product manufacturing. Mathematical stages of modeling innovative resource-dependent product-service manufacturing plans in technoparks are given. Methodological approaches have been developed to assess the efficiency of the activity of technoparks. The information model of science and industry technoparks has been developed in the multi-level form of a system of composite indicators and indices. Relevant recommendations were given on the development and application of mathematical models, digital technologies in the planning of innovative products manufacturing of science and industry technoparks.

**Аннотация.** Статья посвящена разработке моделей и цифровых технологий, которые могут быть использованы при планировании производства инновационной продукции научно-промышленных технопарков. Обоснована важность цифровизации и расширения применения инноваций в экономике и бизнесе. Показано, что области производства научно обоснованных цифровых инновационных продуктов имеют особое преимущество в реальных секторах мировой экономики в соответствии с промышленной платформой 4.0. Была прокомментирована важность научно-промышленных технопарков в развитии цифровой экономики и проанализированы их организационные структуры. Отмечена важность формирования интегрированного трио «наука-образование-бизнес» при производстве инновационной продукции в научно-промышленных технопарках. Разработаны показатели и критерии оценки научно-промышленных технопарков. Определены направления применения лучших промышленных цифровых технологий в их деятельности. В деятельности научно-промышленных предприятий с производством инновационной продукции выявлены особенности применения таких технологий, как промышленные роботы, искусственный интеллект, технологии машинного обучения, Промышленный Интернет вещей, технологии блокчейна, тесты виртуальной реальности, разработка прототипов продуктов/услуг с системами на основе технологии “цифровых двойников». Приведены математические этапы моделирования инновационных ресурсозависимых планов производства продукции и услуг в технопарках. Разработаны методические подходы к оценке эффективности деятельности технопарков. Разработана информационная модель научно-промышленных технопарков в многоуровневой форме системы сводных показателей и индексов. Были даны соответствующие рекомендации по разработке и применению математических моделей, цифровых технологий при планировании производства инновационной продукции научно-промышленных технопарков.

**Keywords:** digital economy, science and industry technoparks, innovative products, composite index system, information model, mathematical modeling, 4.0 Industrial platform.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, научно-промышленные технопарки, инновационные продукты, сводная индексная система, информационная модель, математическое моделирование, промышленная платформа 4.0.

## **Introduction**

In modern times, characterized by new geopolitical conditions and dynamic change, the economy is characterized by the application of more knowledge, new technologies, and innovations. Countries around the world are launching new initiatives to expand the application of digitalization and innovation. More attention is paid to the integration of science and industry technoparks. The production of science-based digital innovation products has become a major technological sector of the world economy in response to the challenges of the 4.0 Industrial Revolution that has emerged in recent years. The formation of a knowledge-based intellectual society, the development of science and innovation technology parks, and science and education centers are among the priorities and current goals of the whole world. The expansion of high-tech industries and the formation of innovative products and services are important issues to ensure sustainable and sustainable development. In order to reduce the dependence of regional and national economies on material resources and raw materials, develop import-substituting sectors, gain competitive advantages in export markets, to increase participation in global value chains, a number of intensive works are being carried out in science and industry technoparks.

In order to digitize the economy, the ICT infrastructure must be improved and the potential of the ICT industry must be increased. At present, the main condition is to achieve sustainable and sustainable economic development. High-tech parks and science-technology parks are the main driving force for the transition to a digital or innovative economy. In the development of ICT technologies, it is very important to improve regulatory mechanisms and create a healthy competitive environment. Their implementation is one of the main goals (<https://president.az/articles/53407>).

At the same time, in the formation of innovative economic development in modern times, the identification of areas for improving the efficiency of scientific and industrial technology parks is one of the current issues. Therefore, a comprehensive analytical analysis of the methods, technologies, and problems of improving the efficiency of technopark structures on the platform of the 4.0 Industrial Revolution should be carried out. Much modern international research [1-6] has addressed these issues to some extent. However, the regional and sectoral features and technological aspects of the problem must be fully analyzed. The article presented for this purpose is devoted to the issues of planning models of innovative product production and the development of digital technologies in science and industry technoparks.

## **The importance of the structures of science and industry technoparks in the development of the innovation economy**

Innovative technology parks play an important role in the economic development of the world. As the basis of the infrastructure of the innovation and knowledge economy is technoparks [4, 6], their creation, and organization of effective activities is one of the main goals of the country's economy.

Technoparks include organizational and legal forms such as science and technology parks, technology parks, research parks, business incubators, technology incubators, industrial technology parks, commercial parks, etc. As a rule, industrial parks unite enterprises located in a certain area, as well as in different directions, by providing them with convenient transport,

land, and tax benefits. With the state support of industrial parks, both regional developments are achieved, and the production of new innovative products is achieved through the development of certain areas of production and technology [7].

The management mission of science and industry technoparks is to create conditions for the formation of an integrated trio of "science-education-business" in order to accelerate the development and application of scientific, technical, and technological achievements in the production of high-quality innovative products and services [1]. According to the official data of the International Association of Scientific Parks, more than 64% of technoparks are ICT and communication, 35% biotechnology, 31.6% computer science and hardware, 29.1% electronics, 29% software, 27.4% e -activity in medical fields (*www.iasp.ws*).

### **Indicators and criteria for evaluating the performance of science and industry technoparks**

A number of requirements such as the flexible, complex system of indicators, the dynamic system of efficiency indicators, ie the ability to review the development process under the influence of internal and external factors, to reflect the results of technical and organizational improvement of production are set for the indicators and criteria that characterize the activities of science and industry technoparks.

In addition, the following effective management indicators should be taken into account for a comparative assessment of the performance of technoparks:

- 1) tax and customs benefits,
- 2) scientific-innovative and educational activities,
- 3) scientific-technical, technological and resource potential,
- 4) financial and investment sources,
- 5) level of development of residents, higher education and research institutions,
- 6) level of integration of scientific research and educational institutions,
- 7) compliance of the specialization of the technopark with the priorities of regional policy,
- 8) best practices in technology commercialization, etc. [2, 6].

Investments, loans, number of innovation infrastructure entities, benefits, the cost structure of innovation projects, production of innovative products and services, budget funds and other payments, jobs, salaries, total funding of technoparks from the budget, number of resident companies, number of jobs created, volume of products and services produced by residents, personnel and technical potential, ICT potential, activity on commercial and other services, consulting, practical-practical, production activity, etc. could be entered in indicators characterizing the activity of science and industry technoparks.

In the management of innovative activities of enterprises in the digital economy, it is necessary to pay attention to some indicators that characterize it [8]:

- 1) systems that make up the enterprise's digital platform,
- 2) equipment and systems equipped with Internet of Things sensors,
- 3) employees connected to a single enterprise system via mobile platforms,
- 4) technical staff who can use additional reality tools,
- 5) level of enterprise robotization and digitization and so on.

### **Directions for improving the efficiency of science and industry technoparks in the case of the transfer of digital innovations**

*The application of the best industrial digital technologies in the activities of science and industry technoparks is a very important issue. (<https://issek.hse.ru/news/494926896.html>). The*

research has allowed us to determine the range of the most important digital technologies used or applied in the Russian industry. The most effective digital technologies are rapidly being applied in modern industrial enterprises.

*Regarding the trends of digital technologies in the industry*, it can be noted that the field of artificial intelligence has developed rapidly in recent years and is one of the most important new technologies in the management of many technical and technological means. Artificial intelligence technologies will continue to fully automate production processes and optimize the performance of all industries.

*Machine learning technologies* have begun to be used in situations where the use of human resources is dangerous, impossible, or inefficient. Computer vision-based methods and solutions are used for adaptive control of *robot operations*. *Computer vision technology* also helps to monitor the actions of personnel in terms of compliance with safety requirements. *The Commodity Industry Internet*, one of the technologies used to significantly increase *production efficiency*, significantly reduces the time lost in the production of products/services.

*Blockchain technologies, smart contracts, and electronic operations* are used to expand scientific and industrial cooperation. Using virtual reality tests, new products can be developed in less time and cost (<https://issek.hse.ru/news/494926896.html>). Enterprises currently use systems based on “*digital twins*” technology to accelerate the creation of a prototype of a product/service in the production process and its marketing. Modern technologies such as *artificial intelligence* components, the *Internet of Things*, sensors, and wireless technologies are also used here. Such systems help to optimize the operation of enterprises during operation, minimizing failures and downtime. According to the International Organization for Economic Cooperation and Development, “*digital twins*” technology can predict the response of equipment to loads with 95% accuracy and reduce maintenance costs for complex industrial complexes by 5-10%. From 2020 to 2026, the digital twin market will grow at an annual rate of about 60% (*according to Markets and Markets*). Digital technologies have applications in the industry, such as reducing costs, increasing productivity and product quality, launching, and reducing time.

### **Modeling of resource-dependent innovative product and service manufacturing plans in technoparks**

For the implementation of this process, first of all, methodological approaches should be developed to assess the efficiency of science and industry parks. An integral part of the activities of technoparks is the innovation process, which over time covers the entire period of transformation of scientific knowledge, scientific ideas, discoveries, and inventions into new products/services, in other words, innovation.

In parallel, a system of composite indicators for comparative assessment of the activities of science and industry technoparks should be developed. On the basis of the composite index, a method of comparative assessment of the complex activity of the technopark was developed [6]. Here is a generalized mathematical model for the effective organization of the management and operation of technoparks in an incomplete information environment. Of particular importance is the development of multifactor mathematical-statistical models of science and innovation-intensive product/service manufacturing of technoparks. The world market for science-intensive products is about two trillion dollars [3]. Since it is necessary to use multidimensional optimization in the process of building a complex model of effective management of science and industry technoparks, it is expedient to fill the vacancies and form the decision-making problem in the form of a vector problem of mathematical programming.

*The general picture of this issue can be given on the condition that the activity of any technopark depends on the parameters, each of which is located within certain limits. These*

parameters characterize the physical infrastructure, financial-investment (venture) resources, scientific and technological level, innovative environment, impact factors:

$$X = \{x_i, i = \overline{1, N}\}, \quad x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}, i = \overline{1, N} \quad (1)$$

The results of the work of science and industry technoparks can be described by a set of criteria that functionally depend on them [6]:

$$F(X) = (f_1(X), f_2(X), \dots, f_k(X)) \quad (2)$$

The mathematical model of the science and industry technopark as a whole, which allows solving the problem of choosing an effective management decision in an innovative environment, can be described as follows:

$$F(X) \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$G(X) \leq 0, \quad (4)$$

$$X^{\min} \leq X \leq X^{\max}, \quad (5)$$

where –  $G(X) = (g_1(X), g_2(X), \dots, g_m(X))$  is a vector-function of restrictions on the work of the technopark. They are determined by the technological and other similar processes taking place in the technopark and can be described by such functional limitations:

$$f_k^{\min} \leq f_k(X) \leq f_k^{\max}, k = \overline{1, K}. \quad (6)$$

Formulas (2) - (5) form a generalized mathematical model of the technopark's activity. It is required to find such a  $X^0 \in S$  vector that the vector-function  $F(X)$  takes a minimum value.

Methods based on the normalization of criteria can be used to address this issue. They allow solving this problem both in the case of equal values and in the given priority of the criterion.

Based on this approach, initial indicators for the establishment of a multifactor mathematical-statistical model for the analysis of innovation and science-based product/service manufacturing in the activities of science and industrial parks were first identified. The integrated efficiency criterion of the science-industrial technopark ( $TIS$ ) can be defined as a function of the relevant criteria. So that,

$$TIS = F(K_1, K_2, \dots, K_n),$$

$$K_i = F_i(K_1^i, K_2^i, \dots, K_{L_i}^i), \quad (i = \overline{1, n}) \quad (7)$$

In a particular case, if we define the functions  $F$  and  $F_i$  as a linear functions defined by the values of the relevant criteria as the product of their relative significance coefficients, then the result can be defined as follows:

$$TIS = \sum_{i=1}^n k_i K_i$$

or the *i-th* criterion, the result is defined separately as follows:

$$K_i = \sum_{l_i=1}^{L_i} k_{l_i}^i K_{l_i}^i, \quad (i = \overline{1, n}) \quad (8)$$

### Information model of science and industry technoparks

The structure of the Composite Indicators and Index System (CIT), which forms the basis of this model, is proposed in a multi-level form. The main level integrally reflects all the lower levels that follow it, and the parameter that characterizes it is called the composite index of the technopark (CIT) [6]. The composite index is formed as a result of the assessment and has a leading position in the comparative analysis. Thus, as a result of this price, the technopark receives an appropriate rating. The value of the composite index can vary on a scale of (0.100). The calculation of the CIT can be functionally stated as follows:

$$CIT = FI (SIS, INF, FBE, IMR, IPA, HRS, SEI, IPS, ETC, SED) \quad (9)$$

Here indices are expressed such as SIS-Significance and scalability index, INF-Infrastructure and information provision index, FBE-Feasible business environment, IMR-Investment-financial reserves and materialtechnical resources index, IPA-Innovative potential, activeness environment index, HRS-Human resources and professional staff training index, SEI-Scientific-research, experimental developments and innovative projects index, IPS-Innovation products and services index, ETC-Effective management and creative results index, SED-Socio-ecological development index.

In order to determine the impact (weight) coefficients when calculating the composite index, the expert group should achieve the following sequence by comparing the indices in pairs, based on the importance and significance of the indices:

$$K_1^* \geq K_2^* \geq K_3^* \geq K_4^* \geq K_5^* \geq K_6^* \geq K_7^* \geq K_8^* \geq K_9^* \geq K_{10}^* \quad (10)$$

If in this process significant differences and contradictions between the assessments of experts are revealed, such cases are eliminated on the basis of the intervention and recommendation of decision-makers.

### Findings

The current period is characterized by the application of high technologies in all areas. The countries of the world are entering a new development environment and putting forward new initiatives in the direction of digitalization.

The development of the world's fastest-growing Internet of Things, 5G, robotics, supercomputers, and artificial intelligence makes it necessary to develop and apply the high-tech sector. Areas of production of digital innovative technology products have become one of the main trends in the world economy in accordance with the challenges of the 4.0 Industrial Revolution. This requires solving the problem of increasing the efficiency of science and industry technoparks structures, where innovative technologies are produced and have a special

role in the formation of innovative economic development. Science and industry technoparks have a special role in the production of innovative, high-capacity products and services, which are concentrated in the high-tech sector. One of the main goals and objectives of the economic development of society is the formation and application of digital technologies in the development of science and industry technoparks in the development of regional and national economies. The development of prototypes of products/services in innovative enterprises and science-industrial technoparks with systems based on “digital twins” technology and the application of modern digital technologies in their activities can make an effective contribution to the future development of the economy.

### References

1. Lecluyse L. et al. The contribution of science parks: A literature review and future research agenda. *Journal of Technology Transfer*, 2019, volume 44, issue 2, pp. 559-595.
2. Entringer T.C., da Lacopo S.L. Critical success factors in science and technology parks: A bibliographic review and analysis. *Independent Journal of Management & Production*, 2020, vol.11, issue 2, pp.343-359.
3. Polyanin A.V., Golovina T.A. Kontsepsiya upravleniya innovatsionnoy deyatel'nost'yu promyshlennykh sistem na osnove tekhnologii tsifrovogo dvoynika. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki*, 2021, Tom 14, №5, s. 7-23.
4. Zav'yalova N.B., Saginov YU.L. Metodologicheskiye aspekty upravleniya razvitiyem tekhnoparkov. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo*, 2020, Tom 10, №2, s. 225-240.
5. Beata S.G. Management of science and technology parks in terms of innovative aspects. *Management and Production Engineering Review*, 2020, volume 11, №4, pp.56-67.
6. Aliyev A.G., Shahverdiyeva R.O. Application of mathematical methods and models in product – service manufacturing processes in scientific innovative technoparks. *International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC)*, 2018, vol.4, No. 3, pp.1-12.
7. Sapir Ye.V., Karachev I.A. Industrial'nyye parki v Rossii i za rubezhom: kontsepsiya i modeli upravleniya. *Ekonomika: teoriya i praktika*, 2020, 3(59), str.32-39.
8. Zaytsev I.A., Gorokhova A.Ye. Metody otsenki innovatsionnoy deyatel'nosti malogo predpriyatiya v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki. *Drukerovskiy vestnik*, 2021, №4, s. 150-162.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

УДК 004.75

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ЗАЯВОК  
НА ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩИХ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ****THE MODELLING OF CHANGE REQUIREMENTS  
REQUEST FLOW  
FOR EVOLUTIONAL CYBERPHYSICAL SYSTEM**

Логинов И.В.,  
Академия ФСО России,  
г. Орел, Российская Федерация

I.V. Loginov,  
The Academy of the Federal Guard Service of the Russian Federation  
Orel, Russian Federation

e-mail: loginov\_iv@bk.ru

**Аннотация.** В работе рассматривается проблема моделирования потока заявок на изменение эволюционирующих киберфизических систем. Непрерывное изменение предприятий, технологических и управленческих процессов, целей и задач автоматизации приводит к изменению функционального назначения киберфизической системы в процессе функционирования. Новые требования в автоматизации образуют поток заявок на изменение функционального назначения системы. Анализ типовых перестраиваемых автоматизированных киберфизических систем показывает значительное ускорение процессов изменения условий применения и высокую величину их неопределенности, что в рамках исследования вероятностно-временных характеристик киберфизических систем требует наличия моделей потоков. Моделирование потока заявок для таких систем реализуется с использованием аппарата цепей Маркова, что позволяет представить групповой дважды стохастический поток заявок на сервисы автоматизации в виде управляющего процесса, задаваемого пространством состояний и матрицей вероятностей переходов в производящей форме. На основе аппарата цепей Маркова определена функция распределения интервалов времени между поступления соседних групп требований и расчетные выражения для основных характеристик группового потока: математическое ожидание интервала времени между поступления групп заявок; коэффициент вариации интервала времени между поступления групп заявок. Приведены оценки интенсивности поступления заявок на изменение функционального назначения от количество функциональных компонентов киберфизической системы и времени их морального устаревания.

**Abstract.** The paper considers the problem of modeling the requests flow of for changing evolutional cyberphysical systems. The continuous change of enterprises, technological and managerial processes, goals and objectives of automation leads to a change in the functional purpose of the cyber-physical system in the process of functioning. New requirements in automation form a requests flow for changing the functional purpose of the

system. The analysis of typical automation cyberphysical systems shows a significant acceleration of the processes of changing the conditions of use and a high amount of their uncertainty, which requires flow models in the framework of the study for analyze probabilistic and temporal characteristics of cyberphysical systems. Modeling of the requests flow for such systems is implemented using the Markov chain apparatus, which makes it possible to represent a group doubly stochastic requests flow for automation services in the form of a control process defined by the state space and transition probabilities matrix. Based on the Markov chain apparatus, the distribution function of time intervals between the receipt of neighboring groups of claims and calculation expressions for the main characteristics of the group flow are determined: the mathematical expectation of the time interval between the receipt of groups of applications; the coefficient of variation of the time interval between the receipt of groups of applications. Estimates of the intensity of receipt of requests for changing the functional purpose of the many of functional components of the cyberphysical system and the time of their obsolescence are given.

**Ключевые слова:** киберфизическая система, моделирование, функциональное назначение, система массового обслуживания, заявка, требование.

**Keywords:** cyberphysical system, modelling, functional purpose, queuing system, request, requirement.

В работе рассматривается проблема потока заявок на изменение эволюционирующих киберфизических систем. В настоящее время сформировался класс крупномасштабных киберфизических систем. Под такой киберфизической системой в работе понимается автоматизированная система, объединяющая в себе множество целевых функциональных, предназначенных, например, для сбора данных о функционировании крупномасштабных природно-технических объектов (систем, сред) в автоматизированном режиме. В качестве примеров систем указанного класса могут быть рассмотрены: системы мониторинга производственных объектов, системы мониторинга объектов общественной безопасности типа «безопасный город», системы мониторинга транспортной безопасности транспортной инфраструктуры. Другим вариантом крупномасштабной киберфизической системы являются автоматизированные системы управления, интегрированные системы безопасности зданий. Непрерывная эволюция автоматизируемого объекта, целей и задач автоматизации приводит к изменению функционального назначения киберфизических автоматизированных систем в процессе их функционирования [3].

Анализ типовых вариантов построения и отдельных примеров, перестраиваемых автоматизированных киберфизических систем показывает значительное ускорение процессов изменения условий применения и высокую величину их неопределенности [1]. Результаты анализа систем подобного класса показывают, что для них характерно непрерывное изменение функциональных требований к сервисам автоматизации [3]. Основными причинами изменения требований мониторинга являются следующие факторы [2,4]: изменение объекта; внешние условия (изменение требований рынка и регуляторов); изменение организации, эксплуатирующей систему киберфизическую систему (различного рода организационно-штатные и нормативные изменения, процессы слияний и поглощений); переосмысление проекта модернизации (изменение технологических процессов организации, включая эксплуатации и технического обслуживания); спецификация требований к системе (переосмысление требований автоматизации, приведении требований в соответствие с реальными технологическими процессами); возможности и ограничения автоматизации (влияние технических и

технологических решений, возможностей поставщиков, разработчиков и системных интеграторов в области комплексирования и перестроения киберфизических систем).

Результаты анализа факторов показывают, что изменение функционального назначения и соответствующего изменения системы требований [5-7] связано не только с изменением самих требований (это изменение показывает динамику изменения назначения автоматизируемой системы или технологических процессов организации), а также с устранением неточностей формализации требований. Такие процессы относятся к области совершенствования процесса управления требованиями киберфизических систем. В соответствии с работами [6-7] показано, что наибольший вклад в процесс уточнения требований вносят следующие факторы: сложность требований, каскадное влияние на процессы автоматизации, размер системы требований, затрачиваемые усилия, приоритеты и взаимоотношение с заказчиком.

Рассмотрим поток заявок на изменение требований назначения систем природно-технического мониторинга. Поток заявок на изменение требований (поток изменений функционального назначения)  $\lambda_N$  представляет собой групповой поток неоднородных событий поступления заявок на новые функциональные возможности киберфизической автоматизированной системы:

$$\lambda_N = \langle \lambda(y, t), \{f_k\} \rangle,$$

где  $\lambda(y, t)$  – интенсивность наступления групп событий,

$\{f_k\}$  – набор вероятностей наступления  $k$  событий в группе,

$$\sum f_k = 1.^1$$

Групповой характер поступления заявок на модернизацию функций природно-технического мониторинга обуславливается возможностью одновременного извлечения нескольких новых (уточненных) требований в рамках выполнения процесса управления мониторинга.

Поток поступления заявок на функции мониторинга может быть  $\lambda_N$  определен функцией плотности распределения между моментами поступления заявок на функции автоматизации  $\varphi_n(t)$  и огибающей интенсивности изменений функционального назначения  $\lambda_N(t)$  – и в общем случае является дважды стохастическим частично наблюдаемым потоком:

$$\lambda_N = \langle \varphi_n(t), \lambda_n(t) \rangle: \sum_k \lambda_k(y, t) = \lambda_N(t). \quad (1)$$

Такой поток заявок на изменение функционального назначения киберфизической системы в соответствии с [9] моделируется управляющим процессом  $v_t, t \geq 0$  с пространством состояний  $\{0, 1, \dots, w, \dots, W\}$  и матрицей переходов в производящей форме:

<sup>1</sup> Например, функция акустического контроля в системах «безопасный город», или функция геодинамического контроля в системах строительного комплекса.

$$D(z) = \sum_{k=0}^{\infty} D_k z^k, |z| < 1, \quad (2)$$

где  $D_k, k \geq 1$  задает мгновенные интенсивности переходов управляющего процесса  $v_t, t \geq 0$  из состояния  $v$  в состояние  $r$  реализуемых с вероятностью  $p_{vr}^{(k)}$

При этом генерируется  $k$  требований на изменение автоматизации функций киберфизической системы:

$$D_k = \left( d_{vr}^{(k)} \right)_{v,r=0,\overline{W}}, \quad (3)$$

такие, что  $d_{vv}^{(0)} = -\lambda_v, d_{vr}^{(0)} = \lambda_v p_{vr}^{(0)}, d_{vr}^{(k)} = \lambda_v p_{vr}^{(k)}$ .

При этом с вероятностью  $p_{vr}^{(0)}$  управляющий процесс  $v_t, t \geq 0$  переходит из состояния  $v$  в состояние  $r$  без генерации заявок. В соответствии с [9] основные характеристики группового потока могут быть определены следующим образом:

– функция распределения интервалов времени между поступления соседних групп требований:

$$F_n(t) = \int_0^{\infty} \varphi_n(t) dt = 1 - \frac{1}{\lambda_K(t)} \bar{\theta}(-D_0) e^{D_0 t} \mathbf{1}, \quad (4)$$

где  $\lambda_K(t) = \sum_k \lambda_k(t) = \bar{\theta}(-D_0) \mathbf{1}$ .

– математическое ожидание интервала времени между поступления групп заявок:

$$\bar{t} = \frac{1}{\lambda_K(t)}; \quad (5)$$

– коэффициент вариации интервала времени между поступления групп заявок (квадрат):

$$k_{\text{вар}}^2 = 2 \lambda_K(t) \bar{\theta}(-D_0) \mathbf{1} - 1. \quad (6)$$

Входной поток заявок (на решение задач автоматизации) представляет собой сумму единичных потоков однотипных заданий:

$$\Lambda = \sum_{j=0}^J \lambda_{a,j}, \quad (7)$$

где  $\lambda_{a,j}$  – поток заявок к функциональным компонентам киберфизической системы.

Типовой закон распределения интенсивности поступления потока заявок на функции автоматизации с учетом изменения функционального назначения киберфизической системы имеет ступенчатый вид с переходными процессами:

$$\lambda_{a,j}(t) = \begin{cases} 0, & t \leq T_{j,\text{нач}} \\ \frac{t - T_{j,\text{нач}}}{\eta_{\text{нач}} T_j} \lambda_{a,j,\text{max}}, & 0 \leq t < T_{j,\text{нач}} + \eta_{\text{нач}} T_j \\ \lambda_{a,j,\text{max}}, & (T_{j,\text{нач}} + \eta_{\text{нач}} T_j) \leq t < (T_{j,\text{нач}} + (1 - \eta_{\text{ок}}) T_j) \\ \frac{t - T_{j,\text{нач}}}{\eta_{\text{нач}} T_j} \lambda_{a,j,\text{max}}, & T_{j,\text{нач}} + (1 - \eta_{\text{ок}}) T_j \leq t < T_j \\ 0, & t > T_{j,\text{нач}} + T_j \end{cases} \quad (8)$$

где  $T_{j,\text{нач}}$  – момент времени возникновения потока заданий;

$T_j$  – продолжительность времени существования потока заданий;

$\eta_{\text{нач}}$  и  $\eta_{\text{ок}}$  – относительные величины времен переходных процессов;

$\lambda_{a,j,\text{max}}$  – максимальная интенсивность поступления заданий к автоматизированной киберфизической системе.

Изменения интенсивности поступления заявок на изменение функционального назначения от факторов количество функциональных компонентов и время их морального устаревания приведено на рисунке 1. Для киберфизических систем отдельных классов количество функциональных подсистем может превышать нескольких сотен. Соответственно интенсивность изменения требований назначения может превышать величину 0,3-0,6 от размера системы требований в год.

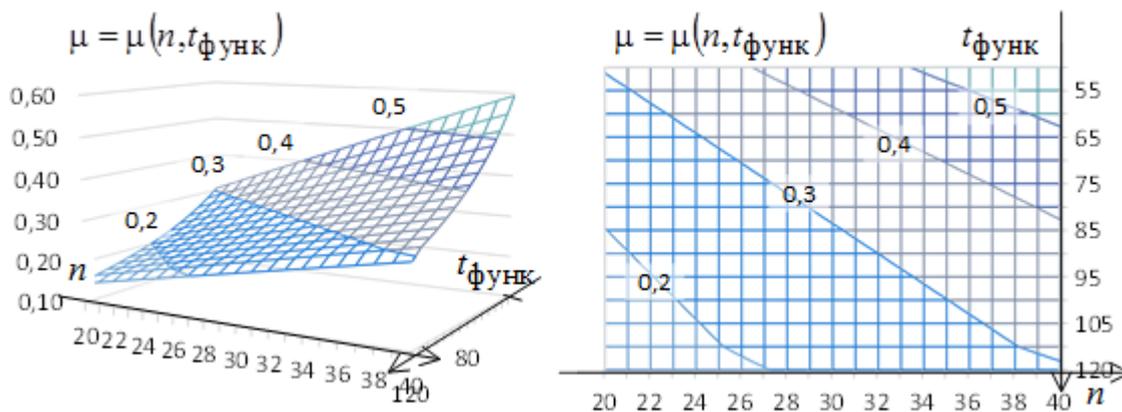


Рисунок 1. Интенсивность изменения функционального назначения киберфизической системы

Для поддержания системы требований функционального назначения киберфизических систем в актуальном состоянии и выявления новых требований в организациях должен выполняться процесс управления требованиями. В рамках

исследования предлагается его организовывать на основе развития положений ГОСТ 59194-2020. В рамках соответствующего процесса задают основные цели, задачи и принципы управления требованиями на всех стадиях жизненного цикла многофункциональной системы природно-технического мониторинга. С учетом изменения требований назначения, автоматизированная кибернетическая система должна подстраиваться под изменения условий применения, то есть обладать свойством перестраиваемости или адаптивности и быть способной к управляемому развитию, например, на основе методов [1, 8].

## Выводы

В работе рассматривается проблема моделирования потока заявок на изменение эволюционирующих киберфизических систем. Непрерывная эволюция объекта автоматизации, его технологических и управленческих процессов, целей и задач автоматизации деятельности приводит к изменению функционального назначения киберфизической системы в процессе функционирования. Моделирование потока заявок в таких системах реализуется с использованием аппарата цепей Маркова, с использованием чего в работе представлены выражения для расчета основных характеристик потока заявок.

## Литература

1. Loginov I.V., Eremenko V.T., Eremenko S.V., Kuzichkin O.R., Vasilyev G.S., Surzhik D.I. The decision making method for reconfiguration of adaptive infocommunication systems//Advances in Dynamical Systems and Applications. 2021. Vol. 16. No. 1. P. 335-353.
2. Jayatilleke Sh., Lai R. A Systematic Review of Requirements Change Management. Information and Software Technology. 2018. Vol 93. Pages 163-185. ISSN 0950-5849. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.09.004>.
3. Гришаков В.Г., Логинов И.В. Управление динамической реконфигурацией ИТ-инфраструктуры в меняющихся условиях//Информационные системы и технологии. 2016. № 3 (95). С. 13-22.
4. Dasanayake S., Aaramaa S., Markkula J., Oivo M. Impact of requirements volatility on software architecture: How do software teams keep up with ever-changing requirements? Journal of Software: Evolution and Process. 2019, 31:e2160. <https://doi.org/10.1002/smr.2160>.
5. Akbar M. A., Mahmood S., Huang Zh., Khan A. A., Shameem M. Readiness model for requirements change management in global software development. Journal of Software: Evolution and Process. 2020; 32:e2264. <https://doi.org/10.1002/smr.2264>.
6. Jayatilleke S., Lai R., Reed K. A method of requirements change analysis. Requirements Eng. 2018, Vol 23, pp. 493–508. <https://doi.org/10.1007/s00766-017-0277-7>.
7. Loucopoulos P., Kavakli E., Chechina N. Requirements Engineering for Cyber Physical Production Systems. International Conference on Advanced Information Systems Engineering. CAiSE 2019. pp. 276-291, Lecture Notes in Computer Science, 2019, vol 11483. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21290-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21290-2_18).
8. Логинов И.В., Гришаков В.Г., Дементьев Д.Н., Верижников М.В. Метод планирования развития системы административного управления телекоммуникационной сетью//Программные продукты и системы. 2015. № 3. С. 143-149.
9. Клименок В.И. Стационарные характеристики ненадежной системы массового обслуживания с групповым Марковским потоком//Информатика. 2019. Т. 16, № 3. С. 69-78.

УДК 004.852

**РАНЖИРОВАНИЕ ЗАПИСЕЙ  
НОВОСТНОЙ ЛЕНТЫ ГЕОСОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ****RANKING OF RECORDS  
OF THE NEWS FEED OF THE GEOSOCIAL NETWORK**

Тляумбетов М.С.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

M.S. Tlyumbetov,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: t.muratt@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе описан подход к алгоритмическому формированию новостной ленты геосоциальной сети на основе ранжирования записей с применением инструментов машинного обучения. Ключевой целью алгоритмического формирования новостных лент в геосоциальной сети является обеспечение ее пользователей релевантной информацией, что позволит повысить их вовлеченность в использовании геосоциальной сети. В статье даны определения ключевым понятиям и терминам рассматриваемой проблемы формирования лент новостей в геосоциальных сетях. Произведено сравнение подходов к формированию лент новостей, а также выделены их основные преимущества и недостатки. Определены признаки ранжирования записей новостной ленты геосоциальной сети, были выделены реакции пользователей на записи ленты как прогнозируемые результаты обучения логистических регрессий. Обучены 4 модели логистических регрессий, а именно классификаторы записей на принадлежность к классам реакций «просмотр», «лайк», «комментарий», «репост». В работе также приведена итоговая формула расчета релевантности записей ленты. Представлены результаты обучения моделей логистических регрессий на синтетически сгенерированных наборах данных. Полученные результаты обучения моделей классификации – классификаторы записей на отношение к классам реакций пользователей были развернуты и использованы в реализации REST-апи сервиса.

**Abstract.** This paper describes an approach to algorithmic formation of a geosocial network's news feed based on the ranking of records using machine learning tools. The key goal of the algorithmic formation of news feeds in the geosocial networks is to provide its users with relevant information, which will increase their involvement in the use of the geosocial network. The article defines the key concepts and terms of the considered problem of forming news feeds in geosocial networks. A comparison of approaches to the formation of news feeds is made, and their main advantages and disadvantages are highlighted. The signs of ranking the records of the news feed of geosocial networks were determined, user reactions to feed records were identified as predicted learning results of logistic regressions. 4 models of logistic regressions were trained, namely classifiers of records for belonging to the classes of reactions "view", "like", "comment", "share". The paper also provides the final formula for calculating the relevance of feed records. The results of training logistic regression models on synthetically

generated datasets are presented. The obtained results of training classification models - classifiers of records in relation to classes of user reactions were deployed and used in the implementation of the REST-api service.

**Ключевые слова:** геосоциальные сети, социальные сети, новостная лента, ранжирование, машинное обучение, классификация, оценка релевантности.

**Keywords:** geosocial networks, social networks, news feed, ranking, machine learning, classification, relevance assessment.

## **Введение**

Социальные сети уже давно вошли в повседневную жизнь миллионов пользователей. Помимо привычных социальных сетей также выделяют геосоциальные сети. Геосоциальными сетями называют социальные сети, которые включают в себя передачу информацию о местоположении среди общего контента [1].

Одним из основных инструментов для распространения и обмена информацией в современных социальных сетях являются новостные ленты. Цель ленты новостей – выделить сообщения, которые пользователи считают наиболее актуальными, что позволяет повысить вовлеченность пользователя. Это достигается, в первую очередь, с помощью ранжирования, которое определяет порядок, в котором появляются записи. Ленты новостей в социальных сетях были разработаны как средство объединения недавних действий друзей в удобный список [2].

Объем действий и контент, создаваемый пользователями социальных сетей огромен, поэтому обеспечение пользователей актуальными и релевантными новостями – это постоянная проблема для разработчика социальных сетей. Таким образом, персонализация записей новостной ленты была предложена как решение проблемы с «ненужной» информацией в социальных сетях, она должна помочь пользователям идентифицировать части релевантной информации во входящих избыточных потоках сетевой активности в ленте [3].

Формирование новостных лент пользователей геосоциальной сети может выполняться с учетом особенностей данного класса социальных сетей с использованием информации о местоположении.

## **Анализ подходов к формированию новостных лент**

Существуют различные способы формирования лент. Простейшим способом формирования лент является обычное отображение записей в хронологическом порядке, примером использования такого подхода является социальная сеть Twitter. Данный подход имеет ряд существенных недостатков, к ним следует отнести отсутствие учета интересов пользователя, а также высокую вероятность потери пользователем важной информации [3]. Несомненным плюсом являются прозрачность способа формирования ленты и простота реализации. Другим подходом является алгоритмическое формирование новостной ленты. При использовании данного подхода каждая запись оценивается некоторым ранжирующим алгоритмом, в том числе с применением инструментов машинного обучения. К недостаткам данного подхода часто относят непрозрачность и неясность работы алгоритмов формирования ленты для конечного пользователя. К плюсам следует отнести персональный подход к формированию ленты каждого пользователя, что позволяет повысить интерес пользователя к использованию новостной ленты.

Актуальность исследования обусловлена тем, что формирование новостной ленты позволит обеспечить высокую вовлеченность пользователей геосоциальной сети.

Таким образом, данное исследование посвящено проблеме формирования новостных лент на основе предсказания реакции пользователя на записи ленты.

### Обучение модели ранжирования новостной ленты

На этапе выделения признаков для обучения модели были выделены группы признаков о пользователе (для которого формируется лента), об авторе записи, о самой записи, о взаимодействии пользователя и автора записи. По причине различий данных о пользователе и об истории взаимодействия пользователей, одна и та же запись будет иметь различные оценки для новостных лент разных пользователей. Таким образом, на этапе отбора признаков был выделен 21 признак ранжирования. признаки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Признаки ранжирования записей новостной ленты пользователя

№	Название признака	Описание признака
1	co_gender	Совпадение указанных полов
2	age_diff	Разница в возрасте между пользователем и автором в полных годах
3	co_location	Совпадение указанного места жительства автора и пользователя
4	friends_num	Число друзей у опубликовавшего запись пользователя
5	mutual_friends_num	Число общих друзей
6	is_repost	Является ли запись репостом
7	has_photos	Наличие у записи фотографии
1	has_video	Наличие у записи видео
2	has_geotag	Наличие у записи геотега
3	has_tagged_me	Наличие отметки (тега) пользователя на записи автора
4	has_tagged_friends	Наличие отметки друзей пользователя на записи автора
5	likes_num	Число «лайков» на записи
6	likes_from_friends_num	Число «лайков» от друзей на записи
7	comms_num	Число комментариев на записи
1	comms_from_friends_num	Число комментариев от друзей пользователя на записи автора
2	repost_num	Число «репостов» записи
3	likes_count_to_author	Число «лайков» автору записи
4	comments_count_to_author	Число «комментариев», оставленных автору записи в прошлом
5	characters_count	Число символов в тексте записи
6	follow_duration	Длительность отслеживания в днях
7	posted_minutes_ago	Число минут с момента публикации

Релевантность записи новостной ленты оценивается взаимодействием пользователя с этой записью, таким образом, всего выделены следующие взаимодействия:

- клик (просмотр);
- лайк;
- комментарий;
- репост.

Для оценки релевантности была использована формула:

$$Score = w_{click} P_{click} + w_{like} P_{like} + w_{share} P_{share} + w_{comment} P_{comment} \quad (1)$$

где  $x$  – вектор признаков (свойств) записи, признаки представлены в таблице 1;  
 $w$  – веса реакций пользователей на данную запись, установленные веса представлены в таблице 2;  
 $P$  – предсказанные вероятности появления данной реакции для записи, представленной вектором признаков  $x$ .

Таблица 2 – Веса реакций на запись новостной ленты

№	Реакция пользователя на запись	Установленный «вес» реакции
1	Клик	1
2	Лайк	50
3	Комментарий	100
4	Репост	200

Данный выбор весов обусловлен частотой появления различных видов реакций пользователя на записи ленты.

Для предсказания вероятностей было принято решение обучить модели классификации, а именно модели логистических регрессий на определение принадлежности записей к классам «клик», «репост», «лайк», «комментарий».

Поскольку геосоциальная сеть на данном этапе разработки не была введена в эксплуатацию, получение реальных данных о взаимодействии пользователей с записями новостных лент было невозможным. По этой причине, было решено произвести обучение моделей классификации на синтетически сгенерированных наборах данных.

Для обучения моделей логистических регрессий была использована библиотека `python sklearn`. Поскольку для обучения были использованы синтетически сгенерированные данные, в результате обучения удалось достичь значений метрик `accuracy`, `precision` и `recall` для всех моделей классификаторов выше 95%.

### Применение и развертывание моделей ранжирования

После успешного обучения моделей на синтетических данных, модели были сохранены для дальнейшего использования в REST API сервисе при прогнозировании вероятностей отношения записи новостной ленты к рассмотренным классам. Разработанный веб-сервис на Flask импортирует обученные модели классификации и использует их для расчета оценки записей.

Формирование новостной ленты не ограничивается лишь ранжированием записей по возрастанию полученных оценок релевантностей. В дальнейшем при отображении записей в ленте пользователя возможно введение этапа постобработки результатов формирования ленты, чтобы исключить из нее одинаковые виды записей, внедрить рекламу, разнообразить ленту нововведениями геосоциальной сети.

### Выводы

Обученные модели классификации записей ленты могут быть применены для формирования записей новостной ленты геосоциальной сети. Разработанный сервис ранжирования записей новостной ленты на основе прогнозирования реакции на запись

ленты позволит реализовать алгоритмическое формирование записей в новостной ленте пользователя геосоциальной сети.

### **Литература**

1. Roick, Oliver & Heuser, Susanne. (2013). Location Based Social Networks – Definition, Current State of the Art and Research Agenda. Transactions in GIS. 17. 10.1111/tgis.12032. P. 3.
2. Berkovsky, Shlomo & Freyne, Jill. (2015). Personalized Social Network Activity Feeds for Increased Interaction and Content Contribution. Frontiers in Robotics and AI. 2. 10.3389/frobt.2015.00024. P. 1.
3. Belkacem, Sami & Kamel, Boukhalfa. (2021). Ranking News Feed Updates on Social Media: A Review and Expertise-Aware Approach. International Journal of Data Warehousing and Mining. 17. 15-38. 10.4018/IJDWM.2021010102. P. 15.

УДК 004.422.8

### **МЕСТА И ОБЪЕКТЫ В ГЕОСОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «MYTRIP»**

### **PLACES AND OBJECTS IN GEOSOCIAL NETWORK «MYTRIP»**

Овсянникова А.С., Белозеров А.Е.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

A.S. Ovsyannikova, A.E. Belozеров,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: anna.s.ovsyannikova@mail.ru

**Аннотация.** Отправляясь в путешествие, многие планируют посещать городские достопримечательности и понравившиеся заведения. Объекты и места являются неотъемлемой частью путешествий и времяпрепровождения человека. Культурный туризм охватывает собой посещение исторических, культурных или географических достопримечательностей. Он является самым популярным и массовым видом туризма. В геосоциальной сети «MyTrip» объединены механизмы структурированного накопления данных и социального функционала. Социальная активность: отзывы, оценки, фото, впечатления других людей помогают пользователю определиться с выбором места проведения свободного времени. Данная статья посвящена базовым сущностям Объект и Место геосоциальной сети «MyTrip». Дано определение терминам «Объект» и «Место». Определены структурные элементы описываемых сущностей. Представлены возможности разных групп пользователей для взаимодействия с объектами и местами. Описаны механизмы управления объектами и местами: добавление, редактирование, поиск, удаление; и механизмы социального взаимодействия: добавление отзывов, фото, просмотр рейтинга. Данные механизмы используются при создании прототипов модулей Объект и Место мобильного приложения «MyTrip». Разрабатываемая система позволит решить проблему

отображения объектов и мест на карте и предоставит удобный интерфейс для поиска и фильтрации их по популярности.

**Abstract.** Going on a trip, many people plan to visit the city's sights and places they like. Objects and places are an integral part of a person's travels and pastimes. Cultural tourism includes visits to historical, cultural or geographical attractions. It is the most popular and mass type of tourism. Geosocial network “MyTrip” combines the mechanisms of structured data accumulation and social functionality. Social activity: reviews, ratings, photos, impressions of other people help the user to choice a place to spend free time. This article is devoted to the basic entities Object and Place of the geosocial network “MyTrip”. The terms “Object” and “Place” are defined. The structural elements of the described entities are defined. The possibilities of different groups of users to interact with objects and places are presented. The mechanisms of managing objects and places: adding, editing, searching, deleting; and mechanisms of social interaction: adding reviews, photos, viewing ratings are described. These mechanisms are used for creating prototypes of the Object and Place modules of the mobile application “MyTrip”. The system being developed will solve the problem of displaying objects and places on the map and provide a convenient interface for searching and filtering them by popularity.

**Ключевые слова:** место, объект, геосоциальная сеть, местоположение, мобильное приложение.

**Keywords:** place, object, geosocial network, location, mobile application.

В путешествиях или в свободное время люди посещают достопримечательности, парки, водоемы, различные заведения (кафе, кинотеатры, торговые центры), концерты и выставки. Места и объекты являются неотъемлемой частью жизни человека.

При разработке геосоциальной сети, помогающей в организации поездок и проведении досуга, необходимо учесть потребность людей в посещении различных объектов и мест. Для решения данного вопроса Объект и Место включены в базовые сущности геосоциальной сети «MyTrip» (рисунок 1).

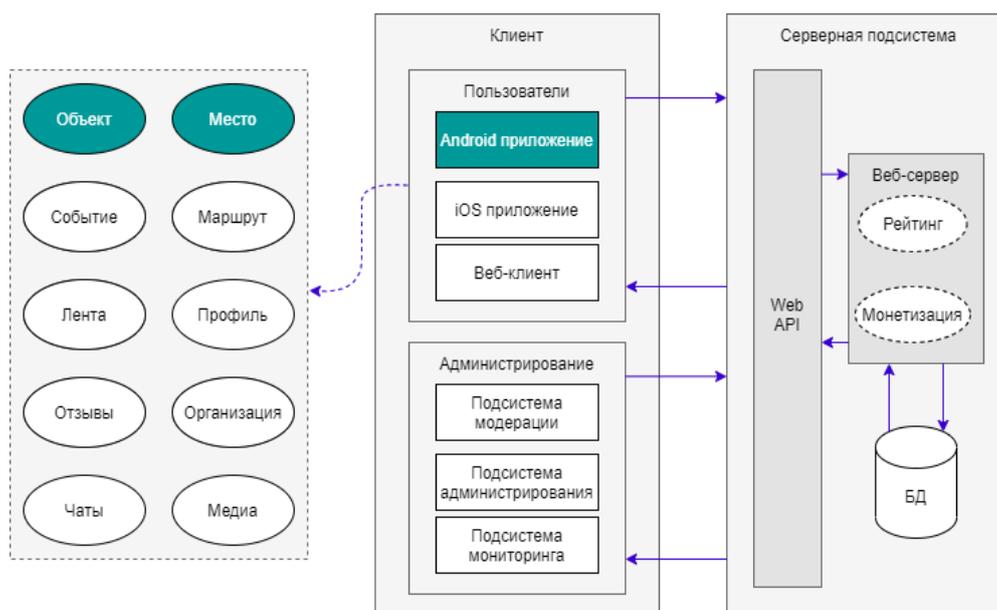


Рисунок 1. Структура геосоциальной сети «MyTrip»

Место – географическое место без коммерческого владельца. Например, гора, река или пещера.

Объект – это заведение, например, кафе, кинотеатр или магазин.

Главным отличием объекта от места является то, что у объекта есть юридический владелец, который может на своем объекте что-то продавать, предлагать услуги, устраивать акции. К объекту можно привязать организацию.

В геосоциальной сети «MyTrip» каждая сущность имеет разную структуру. У места есть: наименование, краткое описание, описание, категория (например, лес, водоем) и местоположение. У объекта: наименование, краткое описание, описание, категория (например, товары, развлечения, спорт), местоположение, контактная информация (страница Вконтакте, сайт, номер телефона), средний чек и возрастное ограничение. Кроме этого, структура места и объекта включает в себя отзывы (рисунок 2, 3).

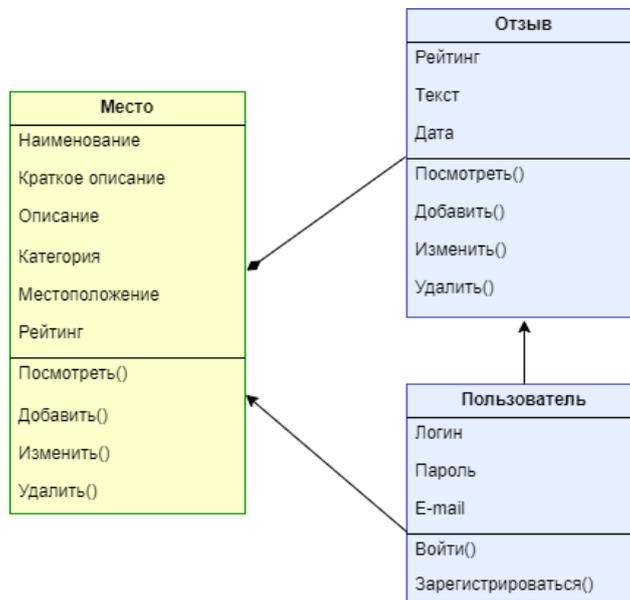


Рисунок 2. Диаграмма классов для сущности «Место»

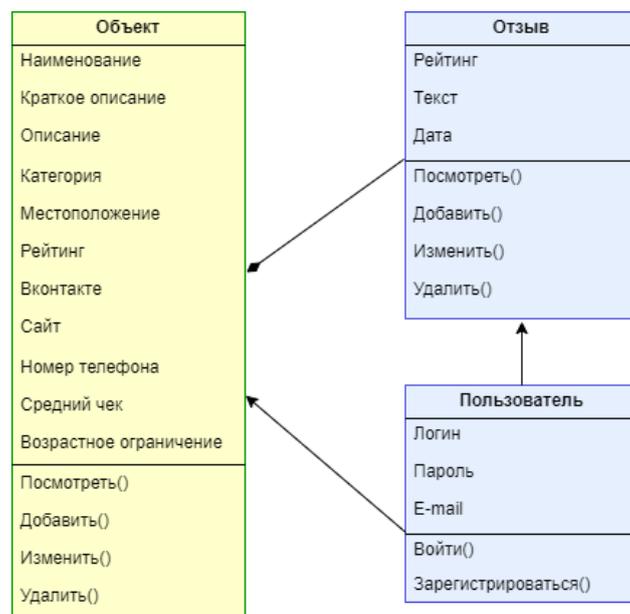


Рисунок 3. Диаграмма классов для сущности «Объект»

На рисунке 4 представлены возможности пользователя по отношению к объектам и местам в виде диаграммы вариантов использования.

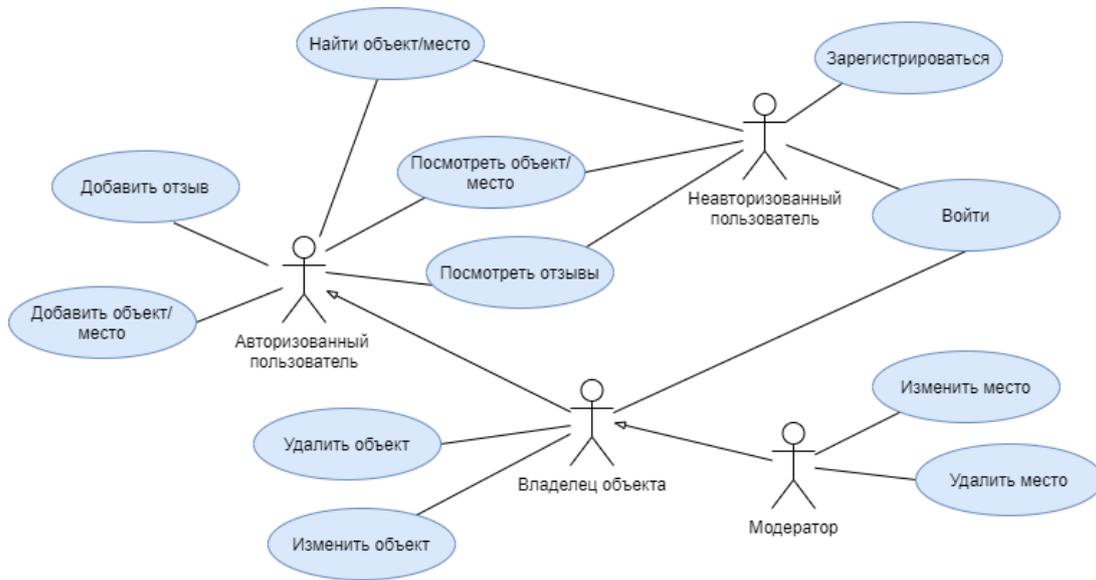


Рисунок 4. Взаимодействие пользователей с объектами и местами

В системе присутствуют механизмы регистрации и авторизации. Авторизация происходит через логин и пароль. Регистрация – через почтовый ящик.

Неавторизованным пользователям доступен только поиск мест и объектов и просмотр информации о них, авторизованному пользователю доступно добавление информации, владельцу – управление объектом, модератору – административные функции.

При добавлении нового места или объекта необходимо выбрать его местоположение на карте, ввести наименование, описание и категорию (рисунок 5).

Наименование Белая	Наименование Уфимский государственный нефтяной технический университет
Описание Одна из главных рек Башкирии	Описание Технический университет в городе Уфа
Категория Водоемы	Категория Образование
Адрес Lat: 55,387989, Long: 55,504264	Адрес ул. Космонавтов, 1, Уфа, Респ. Башкортостан, Россия, 450044

Рисунок 5. Добавление места и объекта

В личном кабинете пользователь может редактировать и удалять добавленные им объекты.

Поиск позволяет по ключевому слову, введенному в поисковую строку, вывести результаты совпадения в базе данных по наименованию, описанию и адресу.

Предусмотрены подсказки, появляющиеся при начале ввода в поисковую строку и облегчающие поиск (рисунок 6). Разработан классификатор, с помощью которого можно найти место или объект, выбрав необходимую категорию. Найденные объекты или места можно посмотреть в виде списка или на карте.

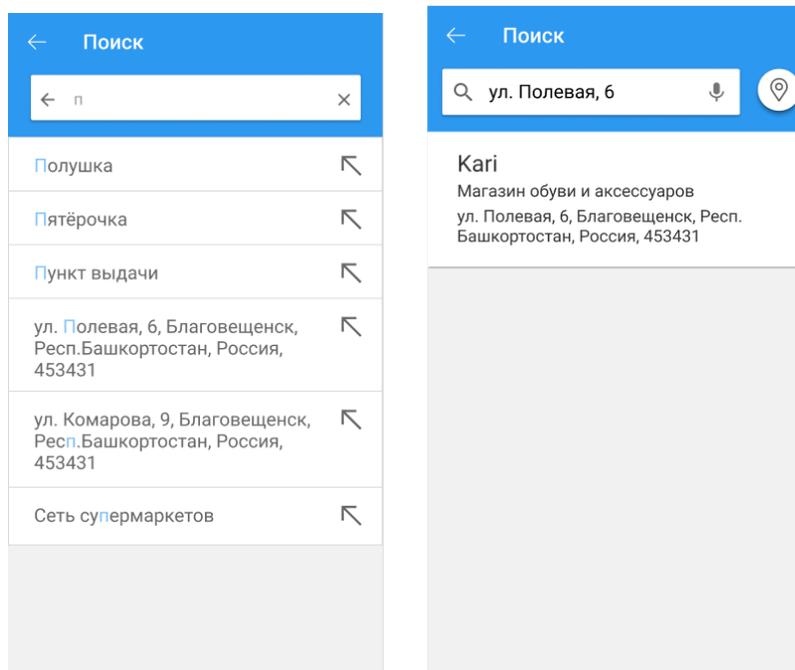


Рисунок 6. Поиск мест и объектов

Рейтинг позволяет показывать пользователям только самые актуальные и интересные места, объекты и отзывы [1].

При выборе объекта или места открывается окно с основными данными, которое можно развернуть и более подробно ознакомиться с интересующей информацией (рисунок 7).

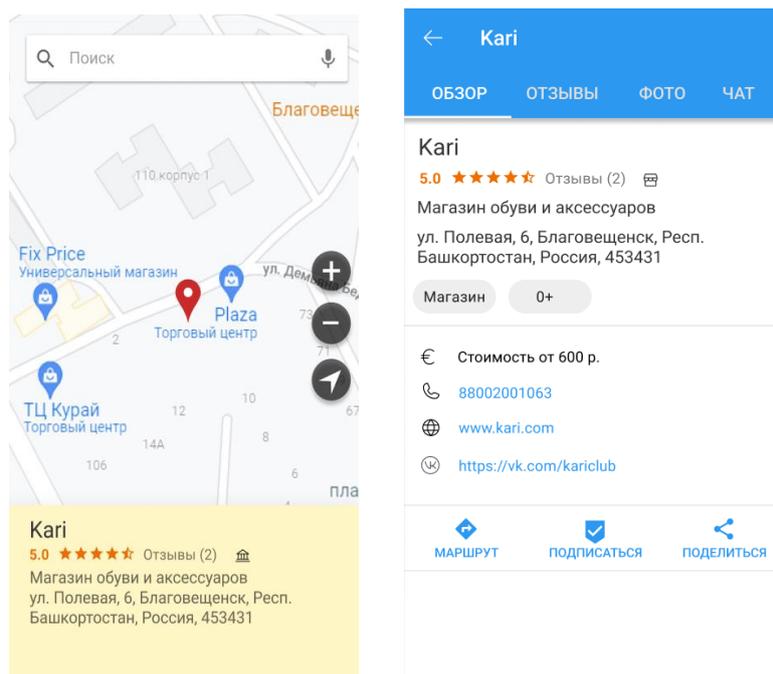


Рисунок 7. Просмотр объекта

Пользователь может оставить отзыв, прочитать и оценить отзывы других (рисунок 8). При добавлении отзыва есть возможность оставить оценку по пятибалльной шкале. Дата используется для предоставления информации об актуальности поставленных оценок. После добавления отзыв можно изменить или удалить.

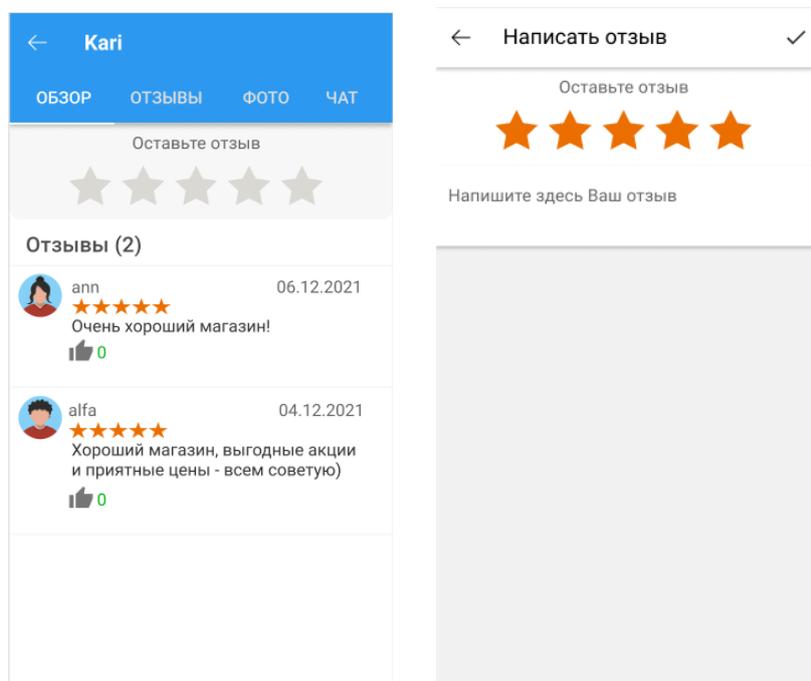


Рисунок 8. Отзывы

## Выводы

В рамках создания геосоциальной сети «MyTrip» проектируются сущности модуля: Объект и Место. Разрабатываются механизмы управления объектами и местами: добавление, редактирование, поиск, удаление; и механизмы социального взаимодействия: добавление отзывов, фото, просмотр рейтинга. Разрабатываются прототипы модулей Объект и Место мобильного приложения «MyTrip».

## Литература

1. Фукалов А.С., Белозеров А.Е. Расчет рейтинга мероприятия в геосоциальной сети. – Информационные технологии. Проблемы и решения. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. № 4 (13). С. 51-54.

## СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

УДК 004.75

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ УДАЛЕННОГО РЕПОЗИТОРИЯ И СЕРВЕРА

### PRACTICAL IMPLEMENTATION OF DEPLOY REMOTE REPOSITORY DATA ON SERVER

Тайгин Д.И., Блинова Д.В.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450064, Россия

D.I. Taigin, D.V. Blinova,  
Ufa State Petroleum Technological University,  
Kosmonavtov Str., 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450064, Russia

e-mail: d.i.taigin@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматривается решение автоматизации доставки данных программного проекта от команды разработчиков на сервер. Приведено описание практической реализации синхронизации данных, хранящихся на сервере и расположенных в удаленном репозитории для решения задачи поддержания в актуальном состоянии данных программно-аппаратного комплекса, позволяющего в дистанционном режиме отслеживать функционирование холодильного оборудования, предназначенного для хранения продуктов питания и осуществления самообслуживания покупателей. Для актуализации данных в задаче мониторинга холодильным оборудованием была выбрана контейнеризация с помощью программного обеспечения для автоматизации развертывания и управления приложениями – Docker. Приведено описание настроек репозитория платформы GitHub и пример скрипта для обработки запроса на сервере для организации взаимодействия с сервисом Docker. Приведен пример создания и настройки контейнеров в Docker-Compose для развертывания приложения на сервере после доставки данных проекта для последующего взаимодействия конечного пользователя с программным продуктом. Использование описанного решения позволяет упростить и ускорить работу команды разработки за счет исключения действий по обновлению данных приложения и баз данных на сервере, действий по развертыванию приложения и облегченной настройке системы.

**Abstract.** In this article the solution for automating deploy remote repository data of software project from the development team to the server is discussed. The description of the practical implementation of data synchronization, stored on a server and located in a remote repository to solve the problem of keeping the software and hardware complex data up to date, which allows remote monitoring of the functioning of refrigeration equipment, designed to store food and self-service customers is given. In the task of refrigeration equipment monitoring for update the data was chosen containerization using Docker -software for automating deployment and application management. The description of the GitHub platform repository settings and

an example of a script for processing a request on the server to organize interaction with the Docker service are given. An example of realizing and configuring containers in Docker-Compose for deploying an application on a server after delivering project data for the next interaction of the user with the software product is given. Using the described solution allows to simplify and speed up the work of the development team by eliminating the steps to update the application data and databases on the server, the steps to deploy the application, and easy system configuration.

**Ключевые слова:** программный проект, сервер, система контроля версий, репозиторий, контейнеризация, Python.

**Keywords:** software project, server, version control system, repository, containerization, Python.

Настоящая работа посвящена описанию практической реализации синхронизации данных сервера и удаленного репозитория для решения задачи поддержания в актуальном состоянии данных программно-аппаратного комплекса, позволяющего в удаленном режиме отслеживать состояние холодильного оборудования, предназначенного для хранения продуктов питания и осуществлять самообслуживание покупателей.

Современные аппаратно-программные комплексы представляют собой неделимое единство аппаратной и программной составляющих, описанию их функционирования в литературе уделяется достаточно внимания [1-3]. Данная работа подробно описывает функционирование программной части АПК.

При создании программного проекта, в частности на стадии поддержки, компания-разработчик нередко вносит необходимые правки и изменения в созданную систему. Этими изменениями могут быть как запланированные доработки программного продукта, так и обновления, включающие в себя исправления возникающих ошибок. Процесс внесения изменений обычно занимает достаточно много времени, что обусловлено синхронизацией данных, контролем версий, обновлениями файлов и баз данных.

Файлы программных проектов обычно хранят в удаленных репозиториях, таких как GitHub или GitLab. Git [3] является распределенной системой контроля версий, позволяющей хранить несколько версий одного и того же документа, при необходимости возвращаться к более ранним версиям, определять, кто и когда сделал то или иное изменение.

Платформы GitHub и GitLab являются одними из самых популярных, так как предоставляют возможность хранения проекта, контроля версий, CI/CD, развертывания системы на своем сервере, поэтому их часто можно встретить в стеке технологий различных компаний.

Однако, чем чаще вносятся изменения в проект, тем чаще его нужно синхронизировать с сервером. Для каждой версии проекта должна быть своя сборка, так как версии языка программирования, базы данных и системы могут отличаться. Обновление сервера способно доставить проблемы, но откат на более раннюю версию при их возникновении займет еще больше времени и потребует привлечения дополнительных ресурсов.

Для решения этой проблемы можно использовать виртуализацию на сервере либо контейнеризацию с помощью программного обеспечения для автоматизации развёртывания и управления приложениями, например, Docker [4, 5]. Второй вариант в настоящее время более популярный, так как с его помощью поддерживать систему в

актуальном состоянии намного проще. Нужный образ можно создать и сохранить в DockerHub –аналог GitHub/GitLab для Docker Image.

Для актуализации данных в задаче мониторинга холодильным оборудованием был выбран второй вариант, практическая реализация подхода представлена ниже.

Для автоматической доставки данных на сервер из Git-репозитория необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Сообщить серверу, что в репозитории произошли изменения.
2. При получении сервером запроса о событии в Git, выполнить действия для доставки обновлений.
3. Запустить Docker Image с приложением внутри

Первый пункт не вызывает сложностей, он реализован на указанных ранее платформах в виде специальной функции WebHooks. WebHooks – это «пользовательские обратные вызовы по HTTP», обычно они запускаются каким-либо событием, например, отправкой кода в репозиторий. Когда происходит это событие, исходный сайт отправляет HTTP-запрос на URL-адрес, указанный для webhook. Пользователи могут настроить запросы таким образом, чтобы события на одном сайте вызывали действия на другом.

На Рисунок 3 представлено диалоговое окно настроек репозитория платформы GitHub. Для настройки пользовательских событий необходимо выбрать в контекстном меню пункт «WebHooks».

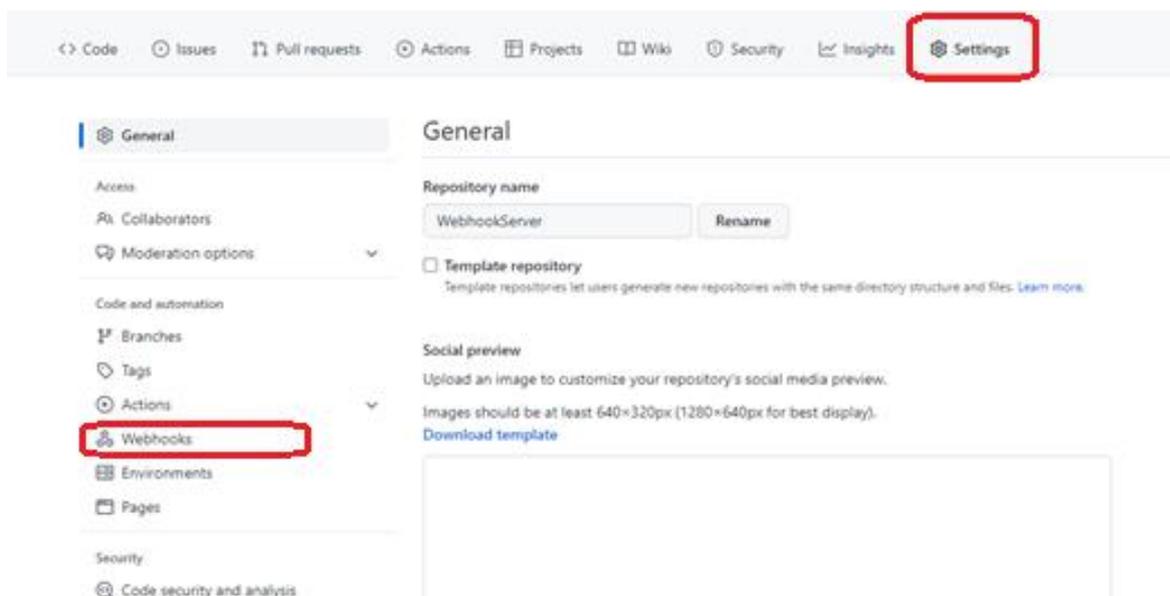


Рисунок 3. GitHub – настройки репозитория

Далее, в открывшемся окне, необходимо заполнить поля (Рисунок 4):

– Payload URL – URL-адрес сервера;  
 – Content type – тип содержимого. Можно выбрать один из предложенных форматов:

- JSON – текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Как и многие другие текстовые форматы, JSON легко читается людьми;
- x-www-form-urlencoded – формат для кодирования пар ключ-значение с возможностью дублирования ключей. Каждая пара ключ-значение отделяется символом `&`, ключ отделён от значения символом `=`. В ключах и значениях пробелы заменяются на знак `+`, и затем, используя URL-кодирование, заменяются все не буквенно-цифровые символы.

– **Secret** – в данном поле необходимо указать ранее созданные секреты. Секреты – это переменные в сервисе, в которые можно спрятать связки логин/пароль, адрес сервера, различные токены для доступа к другим сервисам.

Рисунок 4. Создание WebHook в репозитории

Также можно выбрать событие, когда GitHub будет отправлять этот запрос. Практически на любое действие в репозитории можно задать срабатывание. События бывают такие как:

- push event – срабатывает при отправке в репозиторий;
- send everything – срабатывает при любом действии;
- настраиваемые – можно выбрать необходимое из следующего списка:
  - Branch or tag creation – при создании ветки или тега;
  - Branch or tag deletion – при удалении ветки или тега;
  - Branch protection rules – изменении настроек ветки;
  - Check runs – изменении статуса действий в репозитории;
  - Deploy keys – изменении ключа для развертывания приложения.

На следующем шаге необходимо написать скрипт для обработки запроса на сервере. Ниже приведен пример скрипта на языке Python с использованием Flask framework:

```
from flask import Flask, request
import json
import os
from sys import argv
```

```

import datetime

app = Flask(__name__)

@app.route('/payload', methods=['POST'])
def downloadFromGit(): #Загрузка из GitHub

    data = json.loads(request.data)

    folder_path = app_dir + '/' + data['repository']['name'] # Путь к папке
проекта
    os.system('cd ' + folder_path + ' && git pull origin ' +
data['repository']['master_branch'] )

    return "OK"

if __name__ == '__main__':
    app.run(host='127.0.0.1', port=port)

```

Сервис Docker применяется для управления отдельными контейнерами (сервисами), из которых состоит разрабатываемое приложение. Docker Compose – это инструментальное средство, входящее в состав Docker, предназначенное для решения задач, связанных с развёртыванием проектов. Docker Compose используется для одновременного управления несколькими контейнерами, входящими в состав приложения.

Далее требуется создать docker-compose – файл docker-compose.yml, который содержит набор инструкций для создания контейнеров и настройки приложений внутри них. Для рассматриваемой задачи управления холодильным оборудованием будет создан контейнер app – непосредственно само приложение и, так как оно работает с базой данных, контейнер базы данных – MySQL. Файл получит следующее содержание:

```

version: '3'
services: # перечислим создаваемые сервисы

app: # имя сервиса
  build: app-name # сборка контейнера
  container_name: app # имя контейнера
  image: docker_id/docker-rep-name:tag_name # образ контейнера из DockerHub
  ports:
    - 20080:80 # порт на котором будет работать данный сервис
  volumes: # подключаемые папки из физической машины
    # Re-use local composer cache via host-volumse
    - ~/folder/.composer-docker/cache:/root/.composer/cache:delegated
    # Mount source-code for development
    - ./folder:/app

networks:
  - test # подключаем сервис к виртуальной сети docker

MySQL:
  image: mysql:latest

environment: # переменные окружения для сервиса
  MYSQL_ROOT_PASSWORD: 12345678 # пароль для пользователя root в mysql
  ports:
    - 3306:3306
  restart: always # параметр перезапуска сервиса в случае ошибок

```

```
networks:
- test
```

```
networks: # создание виртуальной сети docker
test:
external: true
```

В разделе volume следует указать папку проекта, чтобы контейнер обращался к локальной папке на сервере. После этого нужно выполнить команду «docker-compose up», которая запустит связку контейнеров App и MySQL. Чтобы не пришлось каждый раз мигрировать базу данных, а также для того, чтобы была возможность создавать резервные копии, можно также прописать volume для контейнера MySQL, дамп базы в контейнере хранится по пути /var/lib/mysql.

Образ контейнера App хранится в репозитории DockerHub, поэтому необходимо указать, откуда собирается этот образ и с каким тегом – версии (Рисунок 5).

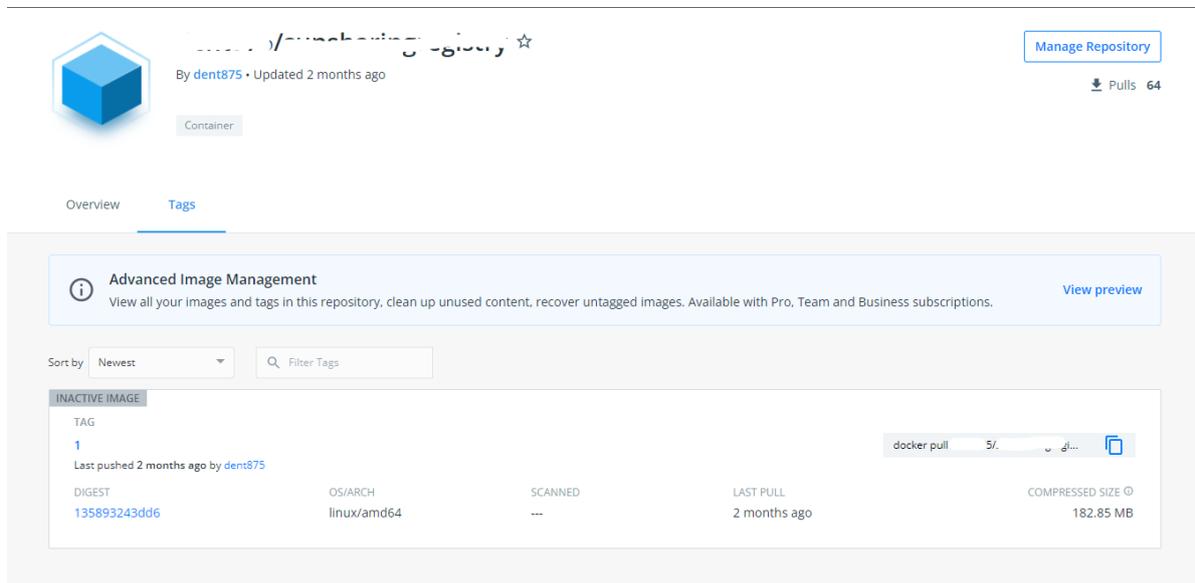


Рисунок 5. Образ в репозитории DockerHub

На следующем шаге проект должен быть запущен в связке контейнеров, перечисленных выше (Рисунок 6). Данный запуск осуществляется на стороне сервера с помощью командной строки.

```
CONTAINER ID   IMAGE                                COMMAND                  CREATED        STATUS        PORTS
69d9e52b4b4b   phpmyadmin                           "/docker-entrypoint..." 2 minutes ago  Up 2 minutes  0.0.0.0:8081->80/tcp, :::8081->80/tcp
sun_sharing_PMA_1
redd2897abe3   sun_sharing_app                       "docker-php-entrypoi..." 3 minutes ago  Up 2 minutes  0.0.0.0:20080->80/tcp, :::20080->80/tcp
sun_sharing_app_1
d717cdfdbe6c   mysql:8.0.15                          "docker-entrypoint.s..." 3 minutes ago  Up 2 minutes  0.0.0.0:3306->3306/tcp, :::3306->3306/tcp, 3306
8/tcp, sun_sharing_MySQL_1
```

Рисунок 6. Проект, запущенный на сервере

После успешного запуска проекта он будет автоматически обновляться данными, хранящимися в репозитории, в соответствии с заданными условиями.

### Выводы

В статье рассмотрена задача и приведены практические примеры реализации автоматической доставки и развертывания на сервере приложения для управления работой холодильного оборудования. Реализована серверная часть для доставки проекта

из репозитория, созданы и настроены контейнеры в Docker-Compose для развертывания приложения после доставки. Использование такого решения позволяет автоматизировать и упростить работу команды разработки за счет взаимодействия только с приложением и git репозиторием, где оно хранится и исключения действий по обновлению данных приложения и баз данных на сервере. Кроме того, решение позволяет облегчить администрирование системы за счет упрощения настройки по сравнению с виртуальными машинами или обычными компьютерами. Еще одним достоинством данного решения является уменьшение нагрузки на сервер за счет снижения потребления ресурсов – используется ровно столько, сколько необходимо приложениям внутри контейнеров.

### Литература

1. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. – СПб.: Питер, 2005.
2. Гвоздев В.Е., Блинова Д.В., Давлиева А.С., Тесленко В.В. Построение базовых моделей эффективности функционирования аппаратно-программных комплексов на основе методов математической статистики//Программная инженерия. 2016. Т. 7. № 11. С. 483-489.
3. Пономарев Н.А., Блинова Д.В. Влияние учета интервалов значений характеристик внешней среды на характеристики качества аппаратно-программных комплексов//Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений. Труды V Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых). 2017. С. 60-62.
4. Моуэт Э. Использование Docker/пер. с англ. А.В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2017.
5. Кочер П.С. Микросервисы и контейнеры Docker/пер. с англ. А.Н. Киселева – М.: ДМК Пресс, 2019.
6. Chacon S., Straub B. Pro Git – NY: Apress; 2nd ed. edition (November 9, 2014). URL: <https://git-scm.com/book/ru/v2> (дата обращения 21.04.2022)

**СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

УДК 004.031.4

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В РАМКАХ SCIENCE 4.0****COMPLEX SECURITY ISSUES WITHIN THE FRAMEWORK OF SCIENCE 4.0**

Фаталиев Т.Х.,  
Институт информационных технологий НАНА,  
г. Баку, Азербайджан

T.Kh. Fataliyev,  
Institute of Information Technology of ANAS,  
Baku, Azerbaijan

e-mail: tfataliyev@gmail.com

**Аннотация.** В настоящее время по своей инновационной и качественной природе происходит четвертая промышленная революция. Основными достижениями Industry 4.0 являются умная автоматизация, оперативность в принятии решений и высокая эффективность. Эта концепция является новой промышленной парадигмой, которая охватывает ряд будущих промышленных разработок, включая Интернет вещей, киберфизические системы, искусственный интеллект, анализ больших данных, облачные вычисления, Интернет-услуги, робототехнику и другие инновационные технологии. Внедрение этих технологий имеет важное значение для разработки высокоинтеллектуальных производственных процессов, которые включают в себя оборудования, производственные модули и продукты, способные независимо обмениваться информацией, инициировать действия и контролировать друг друга, тем самым обеспечивая интеллектуальную производственную среду. Применение передовых решений Industry 4.0 в научной среде открывает новые горизонты и для развития науки. В этом контексте в процессе формирования концепции Science 4.0 наряду с финансовыми, нормативными, техническими и технологическими проблемами на первый план выходит комплексная безопасность. Данная работа посвящена исследованию проблем комплексной безопасности в рамках Science 4.0. Разработаны приоритетные направления обеспечения комплексной безопасности и механизмы их решения. Предполагается, что этот анализ дает полезную перспективу по многим ключевым вопросам и предлагает основные направления для будущих исследований.

**Abstract.** Currently, the fourth industrial revolution is taking place due to its innovative and qualitative nature. The main achievements of Industry 4.0 are smart automation, efficiency in decision making, and high efficiency. This concept is a new industrial paradigm that covers a range of future industry developments, including the Internet of Things, cyber-physical systems, artificial intelligence, big data analytics, cloud computing, Internet services, robotics, and other innovative technologies. The implementation of these technologies is essential for the development of smarter manufacturing processes, which include equipment, manufacturing modules, and products that can independently communicate, initiate actions and control each other, thereby providing an intelligent manufacturing environment. The application of advanced Industry 4.0 solutions in the scientific environment opens up new horizons for the

development of science. In this context, in the process of forming the concept of Science 4.0, along with financial, regulatory, technical and technological problems, complex security comes to the fore. This work is devoted to the study of complex security problems in the framework of Science 4.0. Priority directions for ensuring complex security and mechanisms for their solution have been developed. This analysis is expected to provide a useful perspective on many key issues and suggest major directions for future research.

**Ключевые слова:** Индустрия 4.0, Наука 4.0, комплексные проблемы безопасности, риск, кибербезопасность, киберустойчивость.

**Keywords:** Industry 4.0, Science 4.0, complex security problems, risk, cybersecurity, cyber resilience.

## **Введение**

Процесс индустриализации в мире прошел несколько этапов, называемых промышленными революциями. Механизация, электрификация и информатизация были основными тенденциями первых трех промышленных революций. Четвертая промышленная революция началась в 2011 году, когда по инициативе федерального правительства Германии с участием университетов и частных компаний была объявлена концепция Industry 4.0. Ее основной задачей являлась разработка и применение инновационных технологий в производственных системах для повышения эффективности и конкурентоспособности национальной промышленности [1].

Industry 4.0, помимо прочего, открывает новые перспективы для развития науки. Использование ее ключевых технологий, таких как Интернет вещей (ИВ), киберфизические системы (КФС), искусственный интеллект (ИИ), облачные вычисления, аналитика больших данных в научной среде, актуализирует реализацию концепции Science 4.0 [2].

Science 4.0 является сложной корпоративной системой, основанной на взаимосвязанных интеллектуальных приложениях.

Однако среди множества проблем, возникающих при этой трансформации, актуальной является обеспечение комплексной безопасности.

Это исследование основано на анализе пробелов, который определяет проблемы в этом направлении, стоящие перед формированием Science 4.0.

## **Комплексная безопасность как актуальная проблема Science 4.0**

Концептуальная модель Science 4.0 может быть представлена в виде сложной системы, состоящей из взаимосвязанных смарт подсистем (рисунок 1).

В этом контексте наука рассматривается как корпоративная среда с интегрированной инфраструктурой. Под интегрированной инфраструктурой здесь подразумеваются телекоммуникационные сети, центры обработки данных, исследовательские лаборатории, здания, коммунальное снабжение, логистика и т.д. [2]. Обеспечение комплексных проблем безопасности в этой среде отражается при решениях ее следующих совокупных задач:

– в отношении зданий – управление зданием, четкая и бесперебойная работа коммунальных снабжений; климат-контроль; контроль доступа; охрану зданий и видеонаблюдение; управление материалами и оборудованием; мониторинг оборудования; обнаружение и предупреждение об опасности и т.д.;

- обслуживание сетевых ресурсов, средств и оборудования; сетевой мониторинг и кибербезопасность; электронные услуги; постоянную диагностику и др.;
- управление и безопасность информационного обеспечения науки;
- применение приложений Industry 4.0 в среде научных исследований и т.д.



Рисунок 1. Концептуальная модель Science 4.0

Ключевые особенности концепции Science 4.0 включают следующее:

- высокая степень взаимодействия входящих в его состав смарт-объектов,
- генерация больших данных и интеграция смарт-объектов с аналитикой больших данных,
- смарт-объекты можно динамически изменять для большей гибкости.
- аналитика больших данных может обеспечить глобальную обратную связь и координацию для повышения производительности.

Как видно из обобщенной архитектуры Science 4.0, представленной на рисунке 2, комплексные меры безопасности охватывают все ее слои.

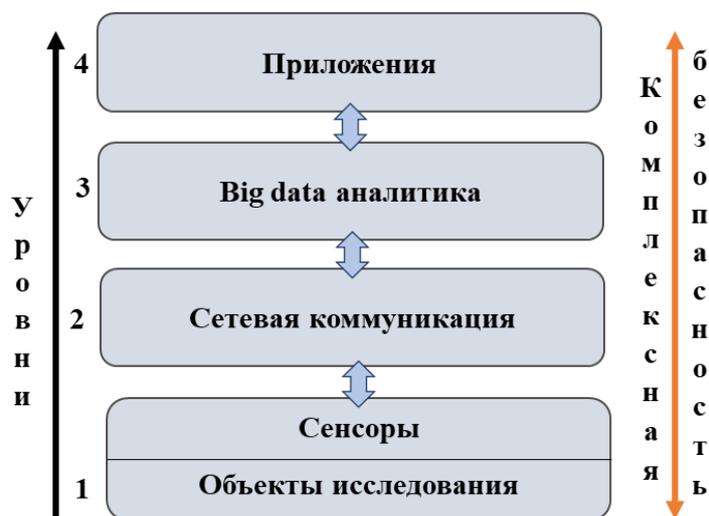


Рисунок 2. Обобщенная архитектура Science 4.0

В рамках Science 4.0 группы риска кибербезопасности можно классифицировать следующим образом:

- люди;
- ресурсы;
- процессы;
- технологии.

Отметим, что функционирование Science 4.0 требует интеграции ключевых технологий Industry 4.0, которые помимо положительных возможностей создают и серьезные угрозы для безопасности и целостности данных. Ее подсистемы должны быть технологически строгими с адекватными механизмами безопасности для предотвращения утечки данных (в первую очередь персональных) и выявления уязвимостей.

Также следует учитывать значительные риски и сложности, связанные со сбором, хранением и передачей данных из интеллектуальных сетей, систем автоматизации зданий и т. д. в инфраструктуре Science 4.0. Сетевые архитектуры должны обрабатывать постоянно растущие объемы данных от разнородного набора взаимодействующих устройств, датчиков и систем, обеспечивая киберустойчивость.

### **Анализ литературных источников**

Рассмотрим некоторые наиболее существенные и интересные исследования, посвященные комплексным проблемам безопасности, возникающих при применении передовых технологий, формирующих среду Science 4.0.

В исследовании [3] анализируются проблемы безопасности, конфиденциальности и риски в умных городах, подчеркивая угрозы, связанные с информационной безопасностью и инфраструктурой умного города при управлении и обработке персональных данных. Одной из ключевых задач при разработке умных городов является обработка данных и управление ими. Это относится к данным, уже присутствующим в городских базах данных, а также к связыванию данных с новыми системами и датчиками, присутствующими в умном городе, которые влияют на безопасность и конфиденциальность [4]. Угрозы, связанные с информационной безопасностью, конфиденциальностью данных и факторами, связанными с кибербезопасностью, когда несанкционированный доступ к информации может привести к нежелательным последствиям, подчеркивают важность решения этих проблем на раннем этапе проектирования и разработки умных городов [5].

При внедрении технологий ИВ, виртуализации и аутсорсинга управления физические системы становятся более интеллектуальными, адаптивными и совместимыми. Однако эти технологии увеличивают потенциальные атаки в этой новой среде. В статье [6] рассмотрена концепция Industry 4.0 и сценарии его применения относительно проблем уязвимостей умной фабрики. Классифицированы сценарии атак по трем целевым группам – устройства, системы и сети. Проанализировано, что устройства могут быть подвержены нескольким типам атак, таким как атака с внедрением измерений, физическая атака, атака по побочному каналу и др. Другие типы атак, такие как атака с ложной логикой, атака с обманом и DOS-атаки, могут выполняться на системах управления. Хакеры также могут использовать сетевые уязвимости для запуска других типов атак, нацеленных на интеллектуальную среду. Сделана попытка разработать решение безопасности для интеллектуальной промышленной среды, основанное на виртуализации службы безопасности для обеспечения гибкости, адаптивности, масштабируемости и устранения неполадок.

Следует отметить, что КФС являются одним из основных технологий для реализации концепции Science 4.0. В [7] рассмотрены современные тенденции применения КФС в среде науки. Эти применения охватывают основные этапы проведения научных исследований, начиная от сбора, хранения, обработки и анализа данных исследований, а также решение проблем управления наукой. Ключевые технологические тенденции, лежащие в основе КФС, включают ИВ, большие данные, интеллектуальные технологии, облачные вычисления и т. д. Обеспечение информационной безопасности КФС является одной из наиболее сложных проблем в широком спектре средств защиты от кибератак. В статье [8] исследованы проблемы безопасности КФС. Отмечены основные трудности и решения при оценке последствий кибератак, моделировании и обнаружении атак и разработки архитектуры безопасности. Проанализированы основные виды атак и угроз, а также предложено дерево атак на КФС. Показаны направления будущих исследований.

Таким образом, проведенный краткий анализ работ показывает, что комплексная безопасность является одной из основных проблем Science 4.0.

### **Комплексные проблемы безопасности и механизмы их решения**

Угрозы, связанные с информационной безопасностью, конфиденциальностью данных и факторами, связанными с кибербезопасностью, когда несанкционированный доступ к информации может привести к нежелательным последствиям, подчеркивают важность решения этих проблем на раннем этапе.

Комплексные проблемы безопасности Science 4.0 включают следующее:

- управление безопасностью, защитой и конфиденциальностью;
- охрана здания, бесперебойное электроснабжение, климат-контроль, видеонаблюдение, контроль доступа;
- кибербезопасность сетей, ЦОД, АСУ ТП, ресурсов, инструментов и оборудования;
- конфиденциальность данных. Защита личной информации;
- соответствие GDPR (General Data Protection Regulation) [9];
- мониторинг и аудит;
- безопасность инфраструктуры информационного обеспечения науки и др.

Повышение киберустойчивости, т.е. обеспечение целенаправленной работы системы под воздействием атак из киберпространства, необходимо решать своевременно и превентивно как насущную проблему Science 4.0.

К механизмам решения проблем обеспечения комплексной безопасности Science 4.0 можно отнести следующее:

- правовая база и правила;
- центр доверия. CERT-сервис;
- политики и процедуры безопасности, аудит и отчетность;
- аналитический мониторинг, моделирование атак, контролируемое тестирование DDoS и т.д.;
- разработка смарт решений;
- осведомленность сотрудников о кибербезопасности;
- обучение сотрудников кибербезопасности;
- сотрудничество с отечественными и международными организациями и т.д.

Таким образом, следует отметить, что исследуемая проблема является многоаспектной, сложной и поэтому требует поэтапного решения.

## Выводы

В настоящее время технологические решения Industry 4.0 открывают новые перспективы в реализации концепции Science 4.0. Проведенный анализ показывает, что эта проблема требует, наряду с множественными решениями, и обеспечение комплексной безопасности. Исследование, проведенное в этом направлении, подтверждает не только актуальность проблемы, но и подчеркивает ее сложность. Разработаны приоритетные направления обеспечения комплексной безопасности и механизмов их решения. Реализация этих механизмов обеспечит киберустойчивость научной среды.

## Литература

1. Balasingham K. Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies. [Электронный ресурс]. URL:[https://essay.utwente.nl/70665/1/Balasingham\\_BA\\_MA.pdf](https://essay.utwente.nl/70665/1/Balasingham_BA_MA.pdf)
2. Фаталиев Т.Х., Мехтиев Ш.А. Исследование проблем формирования Science 4.0//Информационные технологии. Проблемы и решения. 2021. 2(15). С. 14-19.
3. Ismagilova E., Hughes L., Rana N.P. et al. Security, Privacy and Risks Within Smart Cities: Literature Review and Development of a Smart City Interaction Framework // Information Systems Frontiers. 2020. Open Access. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10044-1>
4. Van Zoonen L. Privacy concerns in smart cities//Government Information Quarterly. 2016. Volume 33. Issue 3. pp. 472-480.
5. Chatterjee S, Kar A.K., Dwivedi Y.K. et al. Prevention of cybercrimes in smart cities of India: from a citizen's perspective//Information Technology & People. 2019. Vol. 32. Issue 5. pp. 1153-1183.
6. Jamai I., Azzouz L.B., Saïdane L.A. Security issues in Industry 4.0//International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC). 2020. pp. 481-488.
7. Fataliyev T.Kh., Mehdiyev Sh.A. Integration of Cyber-Physical Systems in E-Science Environment: State-of-the-Art, Problems and Effective Solutions//I.J. Modern Education and Computer Science. 2019. №9. pp. 35-43.
8. Alguliyev R., Imamverdiyev Y., Sukhostat L. Cyber-physical systems and their security issues//Computers in Industry. 2018. Volume 100. pp. 212-223.
9. General Data Protection Regulation (GDPR). Official Journal of the European Union. 2016. pp. 1-88.