

16+



ISSN 2410-6070

№2-2-1/2026

**ИННОВАЦИОННАЯ  
НАУКА**

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА

ISSN 2410-6070

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ № ФС77-61597 от 30.04.2015

Размещение в Научной электронной библиотеке elibrary.ru по договору №103-02/2015

Размещение в "КиберЛенинке" по договору №32505-01

Журнал размещен в международном каталоге периодических изданий Ulruch's Periodicals Directory.

Все статьи индексируются системой Google Scholar.

Учредитель: ООО «Аэтерна»

Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications PI № F577-61597 from 30.04.2015

Loading in the Scientific electronic library elibrary.ru under the contract №103-02 / 2015

Loading in "CyberLeninka" under contract №32505-01  
The journal is located in the international catalog of periodicals Ulruch's Periodicals Directory.

All journal articles are indexed by Google Scholar.

Founder: LLC "Aeterna"

Цена свободная. Распространяется по подписке.

**Все статьи проходят экспертную проверку. Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.**

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации. Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна

The price of free. Distributed by subscription

**All articles are reviewed. The point of view of edition not always coincides with the point of view of authors of published articles.**

Authors of the articles are fully liable for the content of articles and for the fact of their publications. The editorial staff is not liable for any damage caused by the publication of the article to the authors and/or the third parties and organizations.

When you use and borrowing materials reference is obligatory.

Верстка: Мартиросян О.В. | Редактор/корректор: Некрасова Е.В.

Учредитель, издатель и редакция

Международного научного журнала «Инновационная наука»:  
450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | +7 347 266 60 68  
<https://aeterna-ufa.ru> | [info@aeterna-ufa.ru](mailto:info@aeterna-ufa.ru)

Подписано в печать 20.02.2026 г. Дата выхода в свет 20.02.2026 г.  
Формат 60x90/8. | Усл. печ. л. 19.00. | Тираж 500.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе ООО «Аэтерна»  
450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | +7 347 266 60 68  
<https://aeterna-ufa.ru> | [info@aeterna-ufa.ru](mailto:info@aeterna-ufa.ru)

Главный редактор:

Суккиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

Редакционный совет:

Абдуллин Тимур Зуфарович, к.т.н.  
Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.  
Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с.-х.н.  
Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.  
Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.  
Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.  
Андрейчев Алексей Владимирович, к.б.н.  
Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.  
Баишева Зия Вагизовна, д.фил.н.  
Байгузина Люза Закиевна, к.э.н.  
Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.  
Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD  
Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.  
Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН  
Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.  
Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.  
Габрусь Андрей Александрович, к.э.н.  
Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.  
Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.  
Гимранова Гузель Хамидулловна, к.э.н.  
Григорьев Михаил Федосеевич, д.с.-х.н.  
Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.  
Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.  
Датий Алексей Васильевич, д.м.н.  
Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.  
Дусматов Абдурахим Дусматович, к. т. н.  
Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.,  
Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.  
Епихиева Марина Константиновна, к.пед.н., проф. РАЕ  
Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.  
Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.  
Зарипов Хусан Баходирович, PhD.  
Иванова Нионила Ивановна, д.с.-х.н.  
Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.  
Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.  
Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.  
Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.  
Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.  
Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.  
Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,  
Козлов Юрий Павлович, д.б.н., заслуженный эколог РФ  
Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.  
Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.  
Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.  
Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.  
Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.  
Ларионов Максим Викторович, д.б.н.  
Мальшикина Елена Владимировна, к.и. н.  
Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.  
Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.  
Мухамедеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.  
Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.  
Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.  
Нурдавлятова Эльвира Фанисовна, к.э.н.  
Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.  
Половения Сергей Иванович, к.т.н.  
Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.  
Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.  
Прошин Иван Александрович, д.т.н.  
Равшанов Махмуд, д.филос.н.  
Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.,  
Сафина Зия Закировна, к.э.н.  
Симонович Надежда Николаевна, к.псих.н.  
Симонович Николай Евгеньевич, д.псих.н., академик РАЕН  
Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.  
Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.  
Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.  
Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.  
Терзиев Венелин Крестев, д.э.н., член РАЕ  
Трифопова Елена Николаевна, к.э.н.  
Умаров Бехзод Тургунпулатович, д.т.н.  
Хайров Расим Золимхон углы, к.пед.н.  
Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к. т. н.  
Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с.-х.н.  
Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.  
Чиладзе Георгий Бидзинович, д.э.н., д.ю.н., член РАЕ  
Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.  
Шкирмонтов Александр Прокопьевич, д.т.н., член РАЕ  
Шляхов Станислав Михайлович, д.физ.-мат.н.  
Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.  
Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и. н.  
Яковишина Татьяна Федоровна, д.т.н.  
Янгиров Азат Вазирович, д.э.н.  
Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ

## СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Annayeva Sh., Ashyrova A.</b> SATELLITES, EDGE COMPUTING, AND THE NEW GLOBAL NETWORK TOPOLOGY	8
<b>Berdiyeva L., Meredova M.</b> INTEGRATING TERAHERTZ FREQUENCIES AND AI	10
<b>Hojamgulyyev M., Amangeldiyeva G.</b> BRIDGING PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES IN MODERN SYSTEMS	11
<b>Isayeva T.M., Aliyev I.V.</b> APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY TECHNOLOGY IN FIRE ALARM SYSTEMS FOR TECHNOLOGICAL PROCESSES	13
<b>Isayeva T.M., Aliyev H.N.</b> THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY-POWERED VEHICLES IN ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS	16
<b>Isayeva T.M., Khalilov D.A.</b> REDUCING ELECTRICITY LOSSES VIA RENEWABLE ENERGY IMPLEMENTATION	19
<b>Isayeva T.M., Sadigov E.T.</b> ENERGY MANAGEMENT MONITORING SYSTEM	23
<b>Kovusova M., Hekimova O.</b> AI, TRUST, AND THE FUTURE OF DECISION-MAKING	26
<b>Mayilov R.A., Badirkhanli F.</b> GAS PIPELINE MONITORING AND PARAMETER CONTROL SYSTEM WITH PLC AND SCADA SYSTEM	28
<b>Nuryyeva A., Melayeva A.</b> THE CONVERGENCE AND DISTINCTION IN TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATICS	31
<b>Ojarov Sh., Bayramova B.</b> BLOCKCHAIN AND DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY IN FUTURE INFORMATICS	33
<b>Sardarova I., Mammadova G.</b> AUTOMATIC TANK LEVEL CONTROL SYSTEM FOR OIL TRANSPORTATION AREA	35
<b>Sardarova I., Mustafayev I.</b> DEVELOPMENT OF TRANSMISSION MODES OF THE MULTISERVICE NETWORK OF LTE 4G TECHNOLOGY	38
<b>Sardarova I., Rahimov A.</b> AUTOMATION AND APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS	41
<b>Sardarova I., Akbarov M.</b> DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM	44
<b>Sardarova I., Ismailova A.</b> INTEGRATION OF ROBOTIC ARMS INTO THE TECHNOLOGICAL PROCESS	47

---

<b>Sardarova I., Mammadov T.</b> COMMUNICATION DEVICE FOR SMART HOME SYSTEM	50
<b>Suleymanov N.M., Mirtalibova Z.</b> PREPARATION OF A RISK MAP OF MINED AREAS BASED ON FUZZY LOGIC AND GIS APPROACH	53
<b>Yhlasova N., Hanova N.</b> MATHEMATICS AND PHYSICS IN SCIENCE	56
<b>Абдуллаев Ф., Гурбанова А., Анваров А., Розгелдыева Дж.</b> ЦИФРОВОЙ ГОРИЗОНТ: ПОЧЕМУ БУДУЩЕЕ ГОРНОГО ДЕЛА ЗАВИСИТ ОТ КАЧЕСТВА СВЯЗИ И МОЩНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА	58
<b>Абдыев А., Курбанова Л., Арсланов Ш., Хайдаров Ш.</b> АВТОНОМНОЕ ГОРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ: СИНЕРГИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ И СЕТЕЙ СВЯЗИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	59
<b>Аманов Б., Астанакулиев Дж., Бабамурадов М., Доллыев А.</b> СОЗДАНИЕ И АКТУАЛИЗАЦИЯ «ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА» МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ	61
<b>Ашыров Ю., Абдуллаева А., Агамурадова Н.</b> КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ УПРАВЛЯЕТ НЕДРАМИ ЧЕРЕЗ ОБЛАКА	62
<b>Ашыров Ю., Байрамов Ы., Бабаева О.</b> КАК ИИ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ МЕНЯЮТ ОБЛИК ГОРНОГО ДЕЛА	64
<b>Бабамурадов А., Нуретдинов З., Джембаров С., Атамурадов Д.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМ ИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	65
<b>Баженова А.О., Фомина Е.Р.</b> АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	67
<b>Бердиев Р., Оразметова З., Азадов М., Бабамурадов Б.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАМЕРОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ	76
<b>Глаженков А.И.</b> АЛГОРИТМ БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	77
<b>Джурабаев А., Мансуров Д., Довранова М., Рахманова О.</b> УМНЫЙ КАРЬЕР: КАК СВЯЗКА ИИ И БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СНИЖАЕТ ИЗДЕРЖКИ И ПОВЫШАЕТ БЕЗОПАСНОСТЬ	80
<b>Кабанова А.К., Павленко О.А.</b> МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА К ПРЕДИКТИВНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ РЕМОНТОВ В ЕАМ-СИСТЕМЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	81
<b>Кошилиева А., Эльясов Э., Овезгельдиев В., Оразбердиев А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И ОХРАНЫ НЕДР	85

---

---

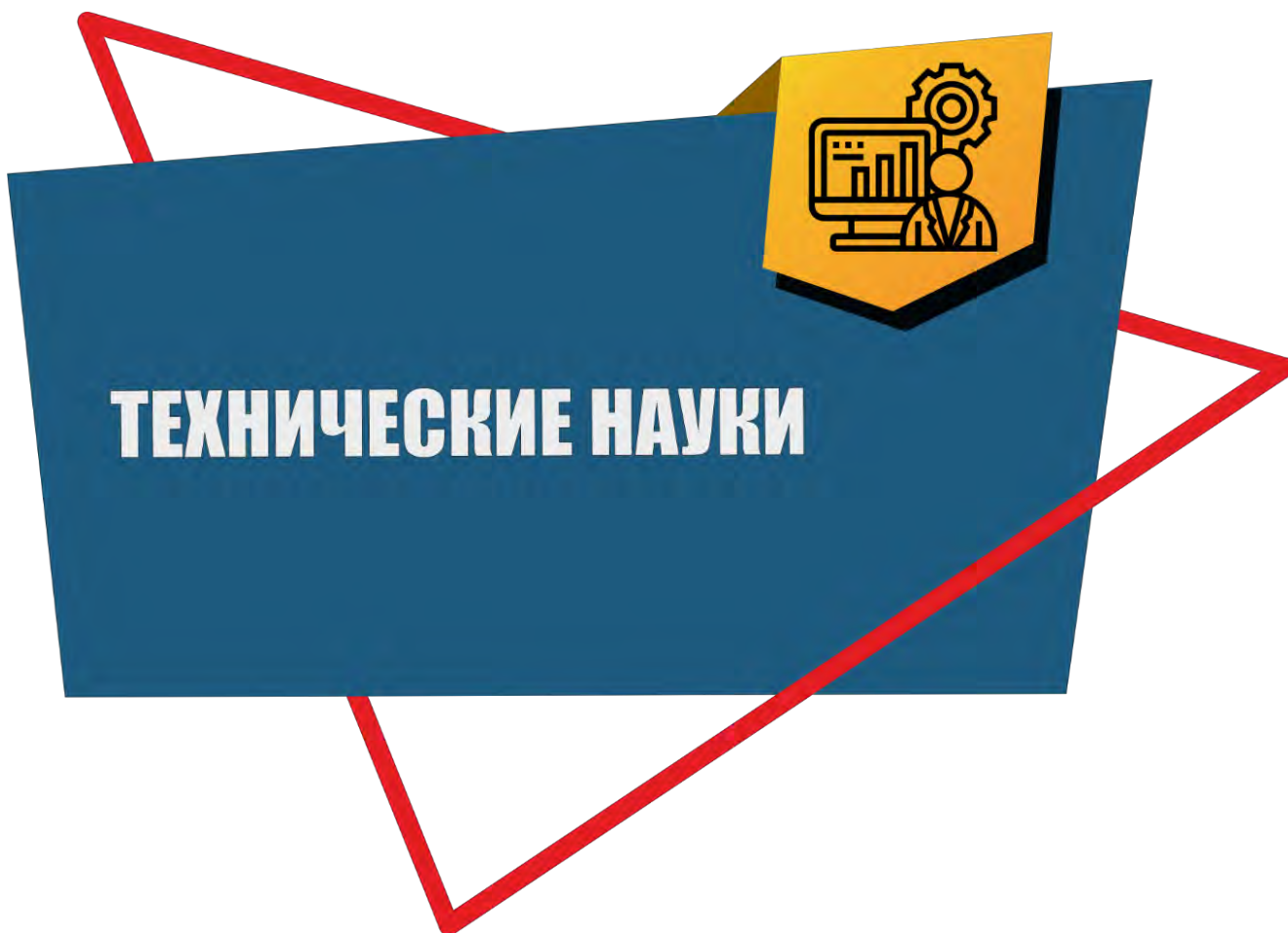
<b>Мамедов Э.</b> ИНТЕГРАЦИЯ ИИ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	87
<b>Мередов Г., Гурдова Дж., Туркменова З., Акмырадов А.</b> РОЛЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЧИСТОГО ТОПЛИВА	88
<b>Новрузова Ч., Дидаров Р., Халлыев Б., Мухамметгулыев Я.</b> ИНТЕГРАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ДАННЫХ В ЕДИНУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СРЕДУ (ВІМ) ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	90
<b>Нурлыев Б., Ораздурдыев Д., Байрамова И., Гурдова Г.</b> ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РЕКИ АМУДАРЬЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЛЕБАПСКОГО ВЕЛЯТА	91
<b>Ныязов С., Нурыев Ш., Патышов Э., Сапаргелдиев С.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗОН АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ	93
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<b>Agamyradova A., Annamammedova L.</b> ACCOUNTING IN NONPROFIT ORGANIZATIONS	96
<b>Amansahedova A., Gulayeva O.</b> ENHANCING INDIVIDUAL QUALITY OF LIFE	97
<b>Hojikova L., Atayeva N.</b> ANALYSING THE INFLUENCE OF GLOBAL TRADE AGREEMENTS	99
<b>Malezhik O.</b> STRATEGIC MANAGEMENT OF A RETAIL ENTERPRISE PRODUCT ASSORTMENT UNDER HIGH DEMAND VOLATILITY	101
<b>Mammiyev G., Gurbanova M.</b> ECONOMIC ASPECTS	106
<b>Nasyrov A., Dovletova O.</b> TRANSFORMING FINANCIAL MANAGEMENT THROUGH TECHNOLOGY	108
<b>Nurgeldiyeva Ch., Gylyjova M.</b> GLOBAL DEVELOPMENT OF WORLD ECONOMY	109
<b>Orazmammedova M., Myratgulyyeva H.</b> WORLD MARKET FORMATION AND INTERNATIONAL TRADE	111
<b>Sadykov S., Guvanchmyradova G.</b> IMPLICATIONS FOR ECONOMIC GROWTH AND DEVELOPMENT	112
<b>Soyunova M., Gylychmyradova O.</b> GLOBAL ECONOMICS	114
<b>Yazmyradova A., Annayeva A.</b> ANALYZING MARKET TRENDS AND COMPETITIVE STRATEGY	115

---

---

<b>Карпович В.Ф.</b> РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ БЕЛАРУСИ	117
<b>Кириченко А.Д., Солиева Д.А.</b> ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТЫ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ КРЕАТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТА	121
<b>Крылов Н.И.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ ПОДХОДА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ	124
<b>Мередов Я., Ниязгулыева А., Назарлыева А., Халыков С.</b> ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ	127
<b>Тимшанова К.Н.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ С БИЗНЕС-ПАРТНЁРАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ	129
<b>Тимшанова К.Н.</b> УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С БИЗНЕС-ПАРТНЁРАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ	133
<b>Устюгов Ю.А.</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО ONLINE КВАНТОВОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ. ЧАСТЬ 2: МЕТОД МНОГОСЛОЙНОЙ ONLINE ОПТИМИЗАЦИИ КВАНТОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА ОСНОВЕ МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ДАННЫХ О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ И СПОСОБНОСТЯХ ИХ НАРАЩИВАТЬ	136
<b>Федотов М.В.</b> ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ЗЕЛЕНых ХАБОВ	148
<b>ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<b>Волкова В.В.</b> ПРОБЛЕМЫ СОБЛЮДЕНИЯ СРОКОВ И СТАДИЙ ПОСТАНОВКИ НА УЧЕТ БЕСХОЗЯЙСТВЕННЫХ НЕДВИЖИМЫХ ВЕЩЕЙ: МУНИЦИПАЛЬНАЯ ПРАКТИКА	155
<b>Гармаш Д.В.</b> ПОТЕРПЕВШИЙ КАК ОБЪЕКТ ПРЕСТУПНОГО ПОСЯГАТЕЛЬСТВА: ПОНЯТИЕ И ВИДЫ	157
<b>Молчанов И.К.</b> ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРАВОВОГО НИГИЛИЗМА В СФЕРЕ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ	160

---



УДК 62

**Annayeva Sh.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Ashyrova A.,**

student.  
Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## SATELLITES, EDGE COMPUTING, AND THE NEW GLOBAL NETWORK TOPOLOGY

### Abstract

The current global internet architecture is predominantly terrestrial—reliant on undersea cables and ground-based fiber networks. However, the relentless demand for ubiquitous coverage, low-latency access in remote areas, and resilient network topology requires a paradigm shift to integrate Non-Terrestrial Networks (NTNs) as a primary infrastructure layer. This transition is defined by the convergence of high-throughput Low Earth Orbit (LEO) satellite constellations with Distributed Edge Computing. The physical foundation is the deployment of thousands of interconnected LEO satellites, operating as mobile base stations. Concurrently, the informatics challenge is to place micro-data centers, or Space Edge Nodes, on the satellites themselves to process data closer to the source, bypassing the latency penalty of the long trip to Earth. This article outlines the dual-front challenge: overcoming the physical difficulty of high-speed inter-satellite communication and leveraging Network Function Virtualization (NFV) to create a seamless, self-healing space-to-ground-to-edge global network. Achieving this vision—which includes global disaster recovery and fully connected autonomous vehicles—is fundamentally an engineering problem of co-optimizing orbital mechanics with informatics resource management.

### Keywords:

Non-Terrestrial Networks (NTNs), LEO Satellites, Edge Computing, Inter-Satellite Links (ISL),  
Network Function Virtualization (NFV), Autonomous Systems, Network Resilience.

### I. The Orbital Frontier: Constructing the Space Network

To meet the ubiquity demands of modern informatics, communication must move its infrastructure into the vacuum of space, fundamentally altering the network's physical layout.

#### A. The Promise of Global Ubiquity

LEO satellite constellations (operating at altitudes of 500-2,000 km) offer global coverage, including oceans, polar regions, and rural areas inaccessible to fiber optic cables. This massive coverage potential is the only path to enabling applications like global tracking of logistics and secure, instant communication during disaster recovery scenarios.

#### B. The Physical Challenge: Inter-Satellite Handoffs

The primary challenge is orbital physics: LEO satellites move at thousands of kilometers per hour, requiring a dynamic and complex network topology:

1. High-Speed Inter-Satellite Links (ISL): Satellites must communicate with each other using high-capacity laser links to form a mesh network in space, enabling data to route globally without immediately descending to a ground station.

2. Continuous Handoffs: As satellites rapidly enter and exit the view of ground terminals and continuously cross paths, the network must perform millisecond-level handoffs to ensure a stable, unbroken data connection for the end user.

3. Radiation Hardening: The components of both the satellite transceivers and the onboard computers (Edge Nodes) must be specially designed to withstand the harsh conditions and radiation exposure of the space environment.

## II. The Informatics Frontier: Edge Computing in Space

The extreme latency penalty of relaying all data from a satellite down to a distant ground data center, processing it, and sending it back up, is prohibitive for real-time applications. Space Edge Computing is not an optional feature of NTN; it is the essential layer for low-latency performance.

### A. Low-Latency Data Processing

Micro-data centers placed on the satellites are required for real-time local decision-making and resource management:

- Near-Source Analytics: Critical data from remote sensors, drones, or autonomous vehicles can be processed instantly on the satellite, reducing latency from hundreds of milliseconds to under ten milliseconds. This is vital for safety-critical applications like air traffic control and connected autonomous systems.

- Decentralized Network Orchestration: NFV allows network functions (like routing, firewall, and traffic prioritization) to be run as software on the satellite's commodity hardware. This enables the entire constellation to dynamically reconfigure and self-heal in response to satellite failures or demand spikes without human intervention.

## III. Co-Optimization: The Future Resilience Mandate

The ultimate success of the NTN system is defined by the quality of the interaction between the rapidly moving satellite hardware and the virtualized software managing the network traffic.

The core challenge for engineers is no longer simply designing a powerful antenna or a faster chip, but designing a system where the orbital movement and physical link stability are inherently optimized for virtualized network software control, and where the intelligent network functions can dynamically adapt to the volatile, orbital environment. This "co-optimization" is the highest-level mandate for telecommunication science, ensuring that the theoretical coverage of space can be reliably translated into the low-latency, resilient, and ubiquitous digital services of the future.

## References:

1. \*Akyildiz, I. F., et al. (2019). Non-Terrestrial Networks: An Overview and Future Research Directions. *IEEE Communications Magazine*, 57(5), 29-35. (Seminal work on the integration of satellite and terrestrial networks.)
2. \*Gupta, A., & Jha, R. K. (2019). A Survey of 5G Network: Deployment and Challenges. *IEEE Access*, 7, 137456-137469. (Provides context on the limitations of current terrestrial systems driving the push to NTNs.)
3. \*Kodheli, O., et al. (2020). Satellite Communications in the 5G and Beyond Era: Main Challenges and Enabling Technologies. *IEEE Communications Magazine*, 58(8), 71-77. (Focuses on the role of LEO satellites and their integration.)
4. \*Srivastava, G., et al. (2021). Edge Computing in Space: A Review. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(15), 11848-11856. (Explores the technical viability and constraints of placing computational resources on satellites.)
5. \*Chandrasekhar, V., et al. (2020). Network Function Virtualization (NFV) in Satellite Communication: Opportunities and Challenges. *IEEE Wireless Communications*, 27(1), 18-24. (Discusses the application of software-defined networking to space infrastructure.)

УДК 62

**Berdiyeva L.,**Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Meredova M.,** student.Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan**INTEGRATING TERAHERTZ FREQUENCIES AND AI****Abstract**

The transition from 5G to 6G represents an essential strategic evolution, moving beyond faster data rates to enable true digital immersion through the integration of the physical and intelligent realms. The physical foundation of 6G relies on exploiting the vast, unutilized bandwidth in the Terahertz (THz) spectrum (0.1 THz to 10 THz) to deliver massive capacity. Concurrently, the operational intelligence relies entirely on Artificial Intelligence (AI) to manage the complexity and volatility inherent in THz propagation. This article outlines the dual-front challenge: overcoming the severe physical attenuation of THz waves and leveraging AI for dynamic beamforming and ubiquitous sensing. Achieving the 6G vision—which includes holographic communication, haptics, and ubiquitous digital twins—is fundamentally an engineering problem of co-optimizing the physical layer with the algorithmic layer.

**Keywords:**

6G, Terahertz Communication, AI-Driven Networking, Massive MIMO, Channel Modeling, Digital Twins, Pervasive Sensing.

**I. The Physical Frontier: Harnessing the Terahertz Spectrum**

To meet the capacity demands of 6G (terabits per second), communication must move into the THz frequency band, often termed the "last frontier" of the electromagnetic spectrum.

**A. The Promise of Massive Bandwidth**

The THz band offers thousands of times more contiguous spectrum than 5G's current operating bands (sub-6 GHz and millimeter-wave). This massive bandwidth potential is the only path to enabling applications like instant holographic video and high-fidelity digital twins.

**B. The Physical Challenge: Severe Attenuation**

The primary challenge is physics: THz waves experience extremely high atmospheric absorption and path loss. This requires radical changes in system design:

1. Ultra-Massive MIMO: Arrays must contain hundreds or thousands of elements packed densely into a small space to focus energy into narrow, highly directional beams.
2. Short-Range Links: THz is best suited for short-range indoor communication or high-capacity backhaul, necessitating extremely dense network deployments.
3. Molecular Absorption: Signals are heavily absorbed by atmospheric gasses, particularly water vapor, making precise channel modeling critical for outdoor links.

**II. The Intelligence Frontier: AI as the Network's Operating System**

The volatility of the THz channel and the sheer complexity of a dense, THz-based network cannot be managed by traditional, fixed algorithms. AI is not an optional feature of 6G; it is the essential operating system.

**A. Dynamic Channel Management**

AI algorithms are required for real-time channel estimation and resource management:

- AI-Driven Beamforming: Given the extremely narrow beams required for THz, the network must use AI to dynamically track users and adjust the beam direction in milliseconds to compensate for movement and

environmental changes.

- Intelligent Spectrum Allocation: AI can learn usage patterns and environmental factors (like humidity) to switch frequencies or dynamically adjust coding schemes to mitigate THz absorption effects.

#### B. The Enabling of Pervasive Sensing

One of 6G's core features is the ability to use radio waves not just for communication, but for sensing (e.g., radar, imaging). AI is the bridge here, processing the complex physical reflections and refractions of THz waves to create detailed, real-time maps of the environment. This enables:

- Integrated Sensing and Communication (ISAC): A single network infrastructure that serves both as a communication link and a high-resolution sensor.

- Digital Twin Feeds: Pervasive sensing provides the constant, granular physical data stream necessary to keep digital twins synchronized with reality.

#### III. Co-Optimization: The Future Engineering Mandate

The success of the 6G system is defined by the quality of the interaction between the physical THz channel and the AI engine.

The core challenge for engineers is no longer simply designing a better antenna or writing a better algorithm, but designing a system where the physical hardware is inherently optimized for AI control, and where the AI is trained using accurate physical channel models. This "co-optimization" is the highest-level mandate for telecommunication science, ensuring that the theoretical capacity of the THz spectrum can be reliably translated into the immersive, low-latency experiences of the 6G era.

#### References:

1. Akyildiz, I.F., Jornet, J.M., & Han, C. (2018). Terahertz Communication: An Overview. *IEEE Communications Magazine*, 56(6), 163-169. (Seminal work on the physical challenges and opportunities of the THz band.)
2. Andrews, J. G., et al. (2014). What Will 5G Be? *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 32(6), 1065-1082. (Provides context on the limitations of current systems driving the push to 6G.)
3. Tariq, A., et al. (2020). AI-enabled 6G: Opportunities and Challenges. *IEEE Network*, 34(5), 23-29. (Focuses on the critical role of machine learning in network orchestration and management.)
4. Pi, Z., et al. (2020). The Case for 100 GHz and Beyond in 6G. *IEEE Wireless Communications*, 27(6), 126-133. (Explores high-frequency spectrum use and massive MIMO techniques.)
5. Bocus, M. J., et al. (2021). The Road to 6G: Technologies and Challenges for Communication and Sensing. *Sensors*, 21(16), 5406. (Discusses the fusion of communication and sensing, a core 6G feature.)

© Berdiyeva L., Meredova M., 2026

#### УДК 62

**Hojamgulyyev M.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Amangeldiyeva G.,** student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

#### BRIDGING PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES IN MODERN SYSTEMS

#### Abstract

The continued evolution of modern telecommunication systems, including 5G, satellite networks, and

deep space communication, is fundamentally dependent on breakthroughs in physical and mathematical sciences. This article explores the synergistic role of these two disciplines in advancing connectivity. Physical Sciences (electromagnetism, thermodynamics, quantum mechanics) govern the limits of data transmission through the channel, dictating antenna design, signal propagation, and power efficiency. Mathematical Sciences (information theory, coding theory, stochastic processes) provide the algorithmic framework to efficiently encode, compress, and reliably decode data, often pushing closer to the theoretical limits defined by the physical channel. We propose that the next generation of truly transformative systems will emerge from a more deliberate, integrated research approach that treats the physical layer and the mathematical signal processing layer as a single, co-optimized domain.

**Keywords:**

Information Theory, Electromagnetism, Quantum Communications, Signal Processing, 5G/6G, Channel Modeling, Mathematical Physics.

**I. The Interdependent Roles of Foundational Sciences**

Telecommunications is, at its core, applied science where physical constraints meet mathematical optimization. Progress in one domain is often limited by the current state of the other.

**A. Physical Sciences: Defining the Channel Limits**

The physical sciences provide the fundamental laws that govern the transmission medium.

- **Electromagnetism (Physics):** This is the foundation of the wireless channel. Concepts like Maxwell's Equations dictate signal propagation, reflection, refraction, and loss. Advances here drive the engineering of highly directive antennas, metamaterials for passive beamforming, and high-frequency millimeter-wave (mmWave) systems.

- **Thermodynamics and Power (Physics):** The practical limits on power consumption and heat dissipation in massive MIMO and edge devices are governed by thermodynamics, a key factor in network energy efficiency.

- **Quantum Mechanics (Physics):** This is emerging as the ultimate limit of secure and high-capacity communication, driving research in quantum key distribution (QKD) and quantum repeater technology for truly unbreakable, long-distance links.

**B. Mathematical Sciences: Maximizing Data Fidelity**

The mathematical sciences provide the tools to operate as close as possible to the physical limits of the channel (the Shannon-Hartley theorem).

- **Information Theory (Mathematics):** This discipline, pioneered by Claude Shannon, defines the absolute maximum rate at which information can be transmitted reliably over a noisy channel. It establishes the benchmark that all practical communication systems strive to meet.

- **Coding Theory (Mathematics):** Techniques like Low-Density Parity-Check (LDPC) codes and Polar codes provide the algorithmic means to encode data for error correction. These sophisticated mathematical constructs allow a receiver to reconstruct the original data, even when significant physical noise and interference are present.

- **Stochastic Processes and Queueing Theory (Mathematics):** These branches are essential for network-level efficiency. They model user traffic patterns, manage resource allocation, predict network congestion, and optimize the flow of data packets through complex, interconnected systems (e.g., routing in mesh networks or managing handover in cellular systems).

**II. Integrated Research for Next-Generation Systems**

Future gains in speed, reliability, and security will not come from improving each field in isolation, but from a unified approach where physical and mathematical principles are designed concurrently.

**Co-Optimized Systems**

Modern research often focuses on integrated design, such as using machine learning (an applied

mathematical technique) to dynamically optimize the physical beamforming patterns of antennas in real-time, adapting to a constantly changing physical environment. Similarly, the development of physical-layer concepts like Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) requires corresponding complex mathematical signal processing techniques to separate the superimposed signals at the receiver.

The convergence of quantum-level physics with advanced cryptography and coding theory is perhaps the most exciting frontier, promising a paradigm shift in secure global connectivity.

#### References:

1. Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal, 27(3), 379–423. (Foundational work on Information Theory.)
2. MacKay, D. J. C. (2003). Information Theory, Inference, and Learning Algorithms. Cambridge University Press. (A key text for modern Coding Theory.)
3. Balanis, C. A. (2016). Antenna Theory: Analysis and Design (4th ed.). Wiley. (Standard reference for Electromagnetism in communications.)
4. Goldsmith, A. (2005). Wireless Communications. Cambridge University Press. (Definitive text on Channel Modeling and the physical layer.)
5. Gisin, N., Ribordy, G., Tittel, W., & Zbinden, H. (2002). Quantum Cryptography. Reviews of Modern Physics, 74(3), 885–905. (Essential reading for Quantum Communications.)

© Hojamgulyyev M., Amangeldiyeva G., 2026

UDC 62.5

**Isayeva T.M.,**

Associate professor,

**Aliyev I.V.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

## APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY TECHNOLOGY IN FIRE ALARM SYSTEMS FOR TECHNOLOGICAL PROCESSES

### Abstract

Ensuring fire safety in industrial technological processes is a critical requirement of modern automation systems. In high-risk environments, uninterrupted operation of fire alarm systems is essential for personnel safety, production continuity, and prevention of material losses. The reliability of these systems directly depends on their power supply stability. Traditional power sources based solely on electrical grids are vulnerable to outages and failures, which may reduce operational safety.

This study analyzes power supply methods for fire alarm systems used in technological processes and compares traditional and alternative energy sources. A hybrid power system combining grid supply, solar energy, and battery storage is proposed to ensure reliability and continuity. The structural scheme, operating modes, and energy flow principles of the system are developed. Modeling results demonstrate that hybrid power supply significantly improves operational stability and safety of fire alarm systems. The findings have practical importance for improving energy reliability of safety systems in industrial facilities.

### Keywords:

Fire alarm system, technological processes, alternative energy technologies, hybrid energy system, power source, industrial automation.

Fire safety in industrial technological processes is one of the main priorities of automation systems. The uninterrupted operation of fire alarm systems is important for the safety of people and the stability of production processes. The reliability of these systems directly depends on the power supply. Traditional power sources based on the electrical network pose a risk in the event of accidents and outages.

The article provides a comparative analysis of existing energy sources and proposes a hybrid energy system based on the joint use of the electrical network, solar energy and batteries[1]. The structural scheme, operating modes and modeling results show that this approach increases the reliability and safety level of fire alarm systems.

Fire safety in high-risk industrial areas is of strategic importance in terms of the stability of production and the protection of human life. Fire alarm systems ensure the safe operation of technological processes by performing early detection and operational warning functions. The effectiveness of these systems depends on the stability of their power supply.

Traditional systems are mainly based on the power grid and backup batteries. However, power outages and network failures can reduce the level of safety. The development of alternative energy technologies has created new opportunities to increase the energy independence of security systems. In this context, hybrid energy systems are considered a more reliable solution.

The purpose of the study is to investigate the possibilities of applying alternative energy technologies to increase the reliability of the energy supply of fire alarm systems in technological processes and to develop a structural solution for a hybrid power source.

The study used comparative analysis, system approach and modeling methods. Existing energy supply methods were evaluated, the possibilities of applying alternative sources were investigated and a structural model of the hybrid system was developed. During the modeling, energy balance, backup operating time and reliability indicators were taken into account.

Fire alarm systems in industrial facilities are one of the main elements of the security infrastructure. These systems reduce the risk of accidents through early warning and automatic intervention functions. Their uninterrupted operation is of critical importance, especially in the oil and gas, chemical and energy sectors.

In modern industrial facilities, alarm systems provide comprehensive protection by integrating with other security devices. Therefore, the stability of energy supply is one of the main factors determining the overall effectiveness of the system.

Comparative analysis shows that energy supply based only on the electrical network is limited in terms of reliability. Therefore, a hybrid system based on the joint use of the electrical network, solar panels and a battery block is proposed.

The structural scheme consists of a main source, an alternative source, an energy regulator, a backup battery and automatic switching blocks. The system provides uninterrupted operation by automatically switching between energy sources and reduces dependence on the human factor [3].

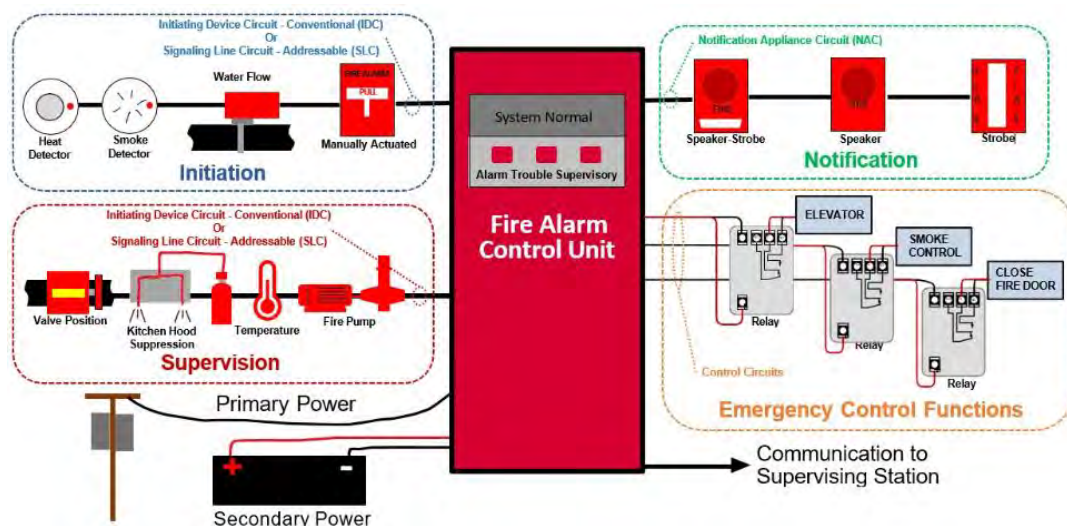


Figure 1 – Main Components of Fire Alarm Systems

Comparative analysis shows that fire alarm systems based on traditional energy sources, although they have a simple structure, lag behind hybrid systems in terms of reliability and continuity. Although hybrid energy supply is more complex at the initial stage, it is advantageous in terms of increasing safety during operation, reducing power outages and ensuring the stability of technological processes. Therefore, hybrid energy supply in fire alarm systems for technological processes is considered a promising solution.

In order to ensure uninterrupted operation of fire alarm systems, a structural scheme of a hybrid power source based on the joint use of an electrical network, a solar panel and a battery is proposed [6].

The structural scheme consists of functionally interconnected main blocks - an electrical network, a solar panel, an energy regulator controller, a battery block, an automatic switching device and a load section.

The electrical network acts as the main power source in normal mode. The solar panel plays the role of an alternative source, producing energy and participating in both powering the load and charging the battery [8]. The energy regulator controller stabilizes the parameters of solar energy and ensures safe charging of the battery. The battery block, in turn, performs the function of a backup power source during network outages, ensuring uninterrupted operation of the system. The automatic switching device between energy sources increases the stability of the system during changes in power supply and minimizes the need for human intervention. Thus, the proposed structural solution increases the reliability of the power supply of fire alarm systems, minimizes interruptions and serves to increase the level of safety in technological processes.

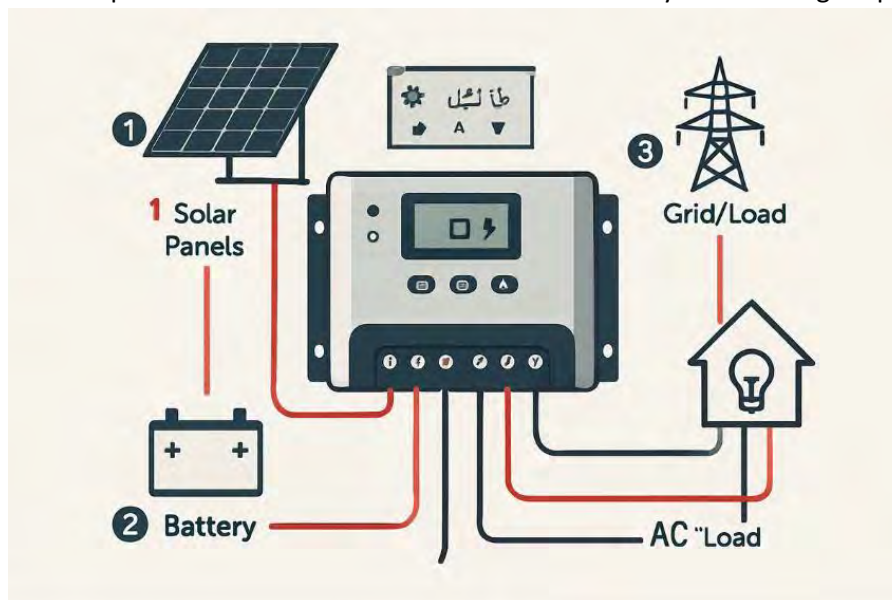


Figure 2 – Hybrid power source

In order to ensure uninterrupted and reliable operation of fire alarm systems, modeling of energy sources is of great importance at the stage of designing hybrid power supply. The main purpose of modeling is to analyze the behavior of the system in various operating modes, determine the energy balance and select the optimal parameters of the energy source. At this stage, the interaction of both the main and alternative energy sources is considered based on a systems approach.

Modeling of solar panels as an alternative energy source is carried out taking into account their nominal power, output voltage, current characteristics and dependence on external environmental factors [7]. The output power of the solar panel is closely related to the intensity of solar radiation and temperature changes. During modeling, the amount of energy produced by the solar panel during the day is calculated and the extent to which this energy can meet the energy needs of the fire alarm system is determined. This approach allows assessing the effectiveness of the alternative energy source in real operating conditions.

The choice of battery pack is of particular importance in the design of a hybrid energy source. The battery capacity is determined based on the energy consumption of the fire alarm system and the required backup operating time. During the modeling phase, an energy balance is established and the energy input from the grid

and solar panels is compared with the energy demand of the load. In the event of a power outage, the hours that the battery can operate the system continuously are calculated and this indicator is evaluated in terms of compliance with regulatory requirements.

When designing the power supply, the issue of energy flow management is also taken into account. For this purpose, the operating principle of the energy management controller is modeled and the response of the system in different operating modes is analyzed [10]. The main function of the controller is to ensure optimal distribution of energy input from the solar panel and the grid and to prevent overcharging or deep discharging of the battery. The modeling results allow for the correct selection of controller parameters.

### Conclusion

The results of the conducted research show that the reliability of fire alarm systems depends on the continuity of their energy supply. Since traditional energy sources alone do not fully meet this requirement, the integration of alternative energy technologies is necessary.

The proposed hybrid energy system creates an uninterrupted operation mode by ensuring mutual redundancy of energy sources, increases reliability and increases the level of safety in industrial facilities. This approach is considered promising from both technical, economic and environmental points of view.

### List of used literature:

1. Gholami, M., Rastegar, M., & Mousavi, S. M. Design and Reliability Analysis of Fire Alarm Systems in Industrial Facilities. *Fire Safety Journal*, 2021.
2. Abbasov F.H., Aliyev R.M. Design of fire safety systems in industrial facilities. Baku, "Science and Education", 2018, 186 p.
3. Sadigov G., Hasanov T.R. Automated security and fire alarm systems. Baku, "Nafta-Press", 2019, 142 p.
4. Abdullayev K.M., Mammadov R.K. Application of alternative and renewable energy sources in technological systems. Baku, "Zaman", 2016, 312 p.
5. Kalogirou, S. A. *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. Academic Press, 2014.
6. Liu, Y., Wang, L., & Zhang, J. *Hybrid Renewable Energy Systems for Critical Infrastructure Power Supply*. *Renewable Energy*, 2020.
7. Mahmood, N.S., Ajmi, A.A., Sarip, S.B., Kaidi, H.M., Jamaludin, K.R., & Abdul Talib, H.H. Modeling the Sustainable Integration of Quality and Energy Management in Power Plants. *Sustainability*, 2022.
8. Zhang, X., Li, H., & Chen, Y. *Energy Storage Systems for Emergency Power Supply Applications*. *Journal of Energy Storage*, 2019.
9. IEC 60092-504. *Electrical installations in buildings – Fire detection and alarm systems*. International Electrotechnical Commission, 2018.
10. NFPA 72. *National Fire Alarm and Signaling Code*. National Fire Protection Association, 2022.

© Isayeva T.M., Aliyev I.V., 2026

### UDC 62.5

**Isayeva T.M.**, associate professor,  
**Aliyev H.N.**, master's degree student  
Azerbaijan State Oil and Industry University  
Baku, Azerbaijan

## THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY-POWERED VEHICLES IN ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS

### Abstract

In recent years, enhancing energy efficiency and reducing carbon emissions in the transportation sector

have emerged as critical global priorities. In this context, the adoption of transportation systems powered by renewable energy sources and their integration into advanced energy management systems (EMS) have gained increasing importance. This study examines the role of renewable energy-based transportation technologies within energy management systems by analyzing existing technological solutions, control strategies, and practical implementation frameworks. The findings indicate that appropriately designed and effectively implemented energy management systems significantly improve the operational efficiency of renewable energy-powered vehicles by optimizing energy flows, minimizing energy losses, and enhancing overall system performance. Moreover, the application of energy management systems contributes to the reduction of environmental impacts and supports the development of sustainable and low-carbon transportation systems.

**Keywords:**

renewable energy, energy management systems, electric transportation, hydrogen technology, sustainable transportation.

The transportation sector constitutes a significant share of global energy consumption and is considered one of the primary sources of greenhouse gas emissions released into the atmosphere. According to reports from international energy and environmental organizations, road transport in particular accounts for a substantial portion of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission growth [2].

The widespread use of conventional internal combustion engine (ICE) vehicles deepens dependence on fossil fuels, increases energy security risks, and accelerates climate change processes. In addition, issues such as air pollution, rising noise levels, and the disruption of ecological balance in urban environments further intensify the negative impacts of the transportation sector [1].

**Types of Renewable Energy-Powered Transportation Vehicles Electric Vehicles (EVs)**

Electric vehicles operate primarily on electrical energy, which can be generated from renewable sources such as solar, wind, or hydroelectric power. Rechargeable battery systems serve as the main energy storage units.

**Hybrid and Plug-in Hybrid Vehicles**

These vehicles combine an internal combustion engine with an electric propulsion system. An energy management system ensures the optimal transition and coordination between energy sources.

**Hydrogen-Powered Vehicles**

Hydrogen fuel cells generate electrical energy through electrochemical reactions. This technology offers near-zero emission levels and requires high precision in terms of energy management and system control.

**Practical implementation and case examples**

In several developed and developing countries, the implementation of Energy Management Systems (EMS) in electric bus fleets has delivered significant results under real operating conditions [4]. Practical experience indicates that the adoption of centralized EMS platforms has reduced the average energy consumption of electric buses by approximately 15–25%, while simultaneously extending battery service life. These outcomes were achieved through real-time monitoring of energy flows, optimization of load profiles, and efficient planning of charging processes.

In major cities across Europe and Asia, the application of EMS-based management models has demonstrated particular effectiveness in urban public transportation systems. Specifically, EMS solutions have optimized charging schedules at depots and along-route fast charging stations, reduced the load imposed on the power grid, and generated substantial operational cost savings. Furthermore, EMS platforms integrated with central dispatch systems have provided analytical data that supports decision-making processes in fleet management. This integration enhances operational transparency, improves resource allocation efficiency, and enables predictive planning in public transport operations.

Figure 1 presents a comparative analysis of the energy consumption indicators of electric buses operating

in various cities before and after the implementation of Energy Management Systems (EMS). As illustrated in the graph, the introduction of EMS resulted in a significant reduction in energy consumption across all examined cities.

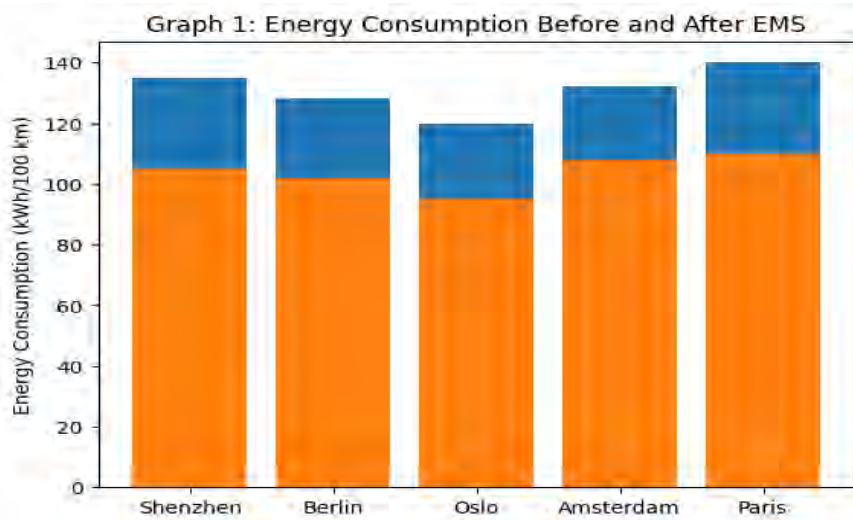


Figure 1 – Comparison of energy consumption in electric buses before and after EMS implementation

The observed decrease ranges on average between 15–25%, reflecting the impact of optimized energy flow management, route-based operational control, and proper regulation of operating modes enabled by EMS technologies.

The obtained results confirm that energy management systems play a critical role in enhancing energy efficiency in electric transportation systems.

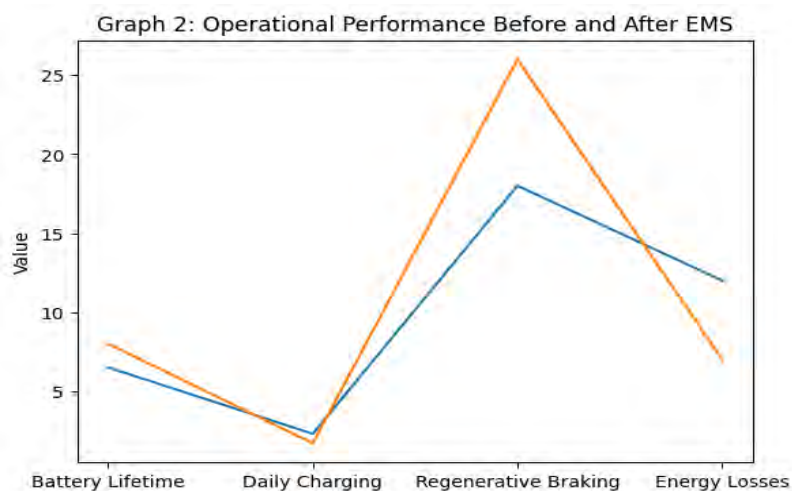


Figure 2 – Impact of EMS implementation on the operational performance indicators of electric buses

Figure 2 illustrates the changes observed in the key operational indicators of electric buses before and after the implementation of Energy Management Systems (EMS) [6]. As shown in the graph, EMS deployment has had a positive impact on extending battery service life, reducing the number of daily charging cycles, increasing regenerative braking efficiency, and minimizing energy losses.

In particular, the more effective control of the regenerative braking process through EMS has significantly increased energy recovery rates. At the same time, more efficient utilization of battery capacity has contributed to lower maintenance costs and improved overall operational reliability of the vehicles. These findings confirm that EMS plays a crucial role not only in reducing energy consumption in electric transportation systems but also in enhancing operational efficiency and system resilience.

Additionally, the integration of renewable energy sources-particularly solar panels and energy storage systems-within bus depots in combination with EMS has enabled greater energy independence and further reductions in carbon emissions[7]. Such integrated approaches demonstrate that energy management systems contribute not only to energy optimization but also to the development of sustainable and intelligent transportation ecosystems.

### Conclusion

The study findings indicate that the efficient operation of renewable energy-powered transportation vehicles is directly dependent on the sophistication and effectiveness of energy management systems (EMS). The implementation of modern EMS technologies not only enhances energy efficiency but also makes a significant contribution to ensuring environmental sustainability.

In the future, the integration of smart grids and artificial intelligence-based control systems is expected to open new opportunities in this field, enabling more adaptive, predictive, and optimized management of energy resources in transportation systems.

### List of used literature

1. Ministry of Energy of the Republic of Azerbaijan. Development Strategy of Renewable Energy Sources in the Republic of Azerbaijan. Baku, 2021.
2. Hydrogen Council. Hydrogen Insights 2022: An Updated Perspective on Hydrogen Investment, Market Development and Cost Competitiveness. 2022.
3. Emadi, A., Rajashekara, K., Williamson, S. S., & Lukic, S. M. (2005). Topological overview of hybrid electric and fuel cell vehicular power system architectures and configurations. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 54(3), 763–770.
4. Quliyev, T. H. Renewable Energy Sources and Their Application. Baku: "Science and Education" publishing house, 2017.
5. Isayeva T.M., Maliyeva S.I., Zaliyev F.H. Prospects of applying modern possibilities of integration of "Green transport" into the energy system of renewable energy sources in Azerbaijan. *News from Azerbaijan Higher Technical Schools. ASOIU, Baku – 2024, Volume 44 (05), Issue 09*, pp. 297–304.
6. C. M. Sherratt, D.A. Harrison, "Sustainable Transport: Planning and Development", Routledge, 2018.
7. S. G. Weiss, M.A. McCormick, "Urban Transport Systems and Planning: Theory and Practice", Springer, 2020.

© Isayeva T.M., Aliyev H.N., 2026

UDC 62.5

**Isayeva T.M.,**

Associate professor,

**Khalilov D.A.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

## REDUCING ELECTRICITY LOSSES VIA RENEWABLE ENERGY IMPLEMENTATION

### Abstract

Electricity losses in power systems remain a significant challenge for both developed and developing countries. These losses occur during generation, transmission, and distribution processes, leading to economic

inefficiencies, increased operational costs, and environmental impacts. One of the most effective strategies to mitigate such losses is the integration of renewable energy sources into the power grid. Renewable energy technologies, particularly decentralized systems such as solar photovoltaics and wind turbines, enable electricity generation closer to consumption points, thereby reducing transmission distances and associated technical losses. In addition, smart grid technologies and modern energy storage systems enhance grid stability and improve overall efficiency. This article examines the role of renewable energy in minimizing electricity losses, discusses technical and economic benefits, and highlights the importance of sustainable energy planning. The findings suggest that the strategic deployment of renewable energy resources not only reduces system losses but also contributes to environmental protection and long-term energy security.

**Keywords:**

renewable energy, electricity losses, distributed generation, smart grid, energy efficiency, sustainable development, power distribution systems.

The rapid growth of global energy demand, driven by population increase, urbanization, and industrial development, has placed substantial pressure on existing power systems. Traditional electricity networks, which were primarily designed around centralized generation facilities powered by fossil fuels, often struggle to operate efficiently under modern consumption patterns. One of the major challenges within these systems is the occurrence of electricity losses throughout the processes of generation, transmission, and distribution. These losses, commonly categorized as technical and non-technical, reduce overall system efficiency, increase operational costs, and create additional environmental burdens due to the need for higher energy production to compensate for wasted power [1]. Technical losses mainly arise from the physical properties of electrical components, including resistance in transmission lines, transformer inefficiencies, and heat dissipation during power transfer over long distances. As electricity is transported from large, centralized power plants to distant consumption areas, a portion of the generated energy is inevitably lost. In many regions, especially where infrastructure is outdated or poorly maintained, these losses can represent a significant percentage of total electricity production. Non-technical losses, on the other hand, stem from issues such as energy theft, metering inaccuracies, and administrative inefficiencies. While both types of losses are critical, technical losses are closely linked to system design and can be substantially reduced through structural improvements and modernization efforts. In this context, the integration of renewable energy sources has emerged as a transformative solution. Unlike conventional fossil fuel-based plants that are typically located far from urban centers, many renewable technologies—such as solar photovoltaic systems and small-scale wind turbines—can be installed near or directly at the point of consumption. This decentralized or distributed generation model shortens transmission pathways, thereby decreasing line losses and enhancing voltage stability. Furthermore, renewable energy systems often operate with advanced power electronics and intelligent control mechanisms that improve efficiency and adaptability within the grid. The adoption of renewable energy not only addresses technical inefficiencies but also supports broader sustainability objectives. Fossil fuel-based electricity generation contributes significantly to greenhouse gas emissions, air pollution, and resource depletion. By replacing or supplementing conventional generation with clean energy sources, countries can simultaneously reduce environmental impacts and improve energy performance. Additionally, renewable energy deployment encourages investment in smart grid infrastructure, digital monitoring systems, and energy storage technologies, all of which contribute to more reliable and resilient power networks. Another important aspect is the economic dimension of electricity loss reduction. High transmission and distribution losses translate into financial strain for utilities and consumers alike. Utilities must generate or purchase additional electricity to offset losses, which increases operational expenses. These costs are often transferred to end users through higher tariffs. By minimizing losses through localized renewable generation and grid optimization, energy systems can achieve greater cost-effectiveness and long-term financial sustainability. Moreover, the global transition toward renewable energy aligns with

international climate agreements and national energy strategies aimed at decarbonization [3]. Governments around the world are setting ambitious targets for renewable energy capacity expansion, recognizing its potential not only to mitigate climate change but also to modernize energy infrastructure. As renewable technologies become more affordable and efficient, their role in reducing electricity losses becomes increasingly significant.

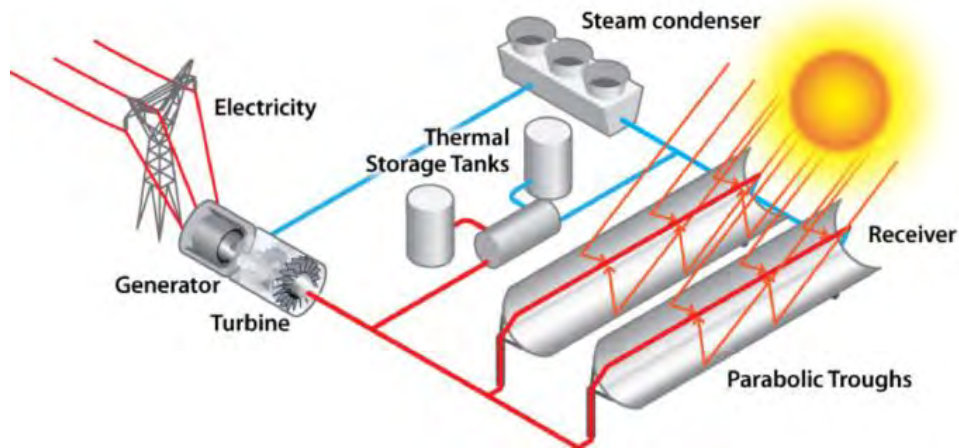


Figure 1 – Parabolic trough concentrated solar power (csp) system with thermal energy storage

At the right side of the diagram, sunlight is shown striking parabolic trough mirrors. These long, curved mirrors are designed to concentrate incoming solar radiation onto a central receiver tube positioned along the focal line of each trough. The curved geometry ensures that sunlight is reflected toward a single line, maximizing heat absorption efficiency. Inside the receiver tube, a heat transfer fluid (HTF)—commonly synthetic oil or molten salt—flows continuously. As the concentrated sunlight heats the tube, the temperature of the fluid rises significantly. This heated fluid then travels through insulated pipes toward the power generation section of the plant. The hot fluid is directed either to a heat exchanger/steam generator or to thermal storage tanks. In the steam generation process, the thermal energy from the fluid is used to produce high-pressure steam. This steam drives a turbine, which is mechanically connected to a generator. As the turbine rotates, the generator converts mechanical energy into electrical energy. The produced electricity is then transmitted through power lines to the grid for distribution [2].

After passing through the turbine, the steam enters a steam condenser, where it is cooled and converted back into water. This water is then recycled into the system to produce steam again, forming a closed-loop cycle that improves efficiency and reduces water waste. One of the key features shown in the figure is the thermal energy storage system. The heated fluid can be stored in insulated tanks, allowing the plant to generate electricity even when sunlight is unavailable (such as during nighttime or cloudy conditions). This storage capability significantly enhances grid reliability and reduces fluctuations in power supply. Overall, the diagram demonstrates how solar energy is captured, concentrated, converted into thermal energy, transformed into mechanical energy, and finally converted into electrical energy.

By generating electricity without fossil fuels and enabling localized power production, parabolic trough CSP systems help reduce transmission losses, improve energy efficiency, and contribute to sustainable power generation. In addition to the general working principle previously described, several important technical and operational aspects of the parabolic trough concentrated solar power (CSP) system deserve further explanation. First, the solar tracking mechanism plays a critical role in system efficiency. Parabolic trough collectors are typically equipped with single-axis tracking systems that rotate the mirrors throughout the day to follow the sun's movement from east to west.

This continuous alignment ensures that solar radiation remains focused on the receiver tube, maximizing thermal energy absorption and significantly increasing overall plant efficiency compared to fixed solar collectors. Another important element is the heat transfer fluid (HTF) selection. The choice of fluid directly affects the

operating temperature and efficiency of the plant. Synthetic oils are commonly used in conventional systems and can reach temperatures of around 400°C. More advanced systems use molten salts, which can operate at even higher temperatures [4].

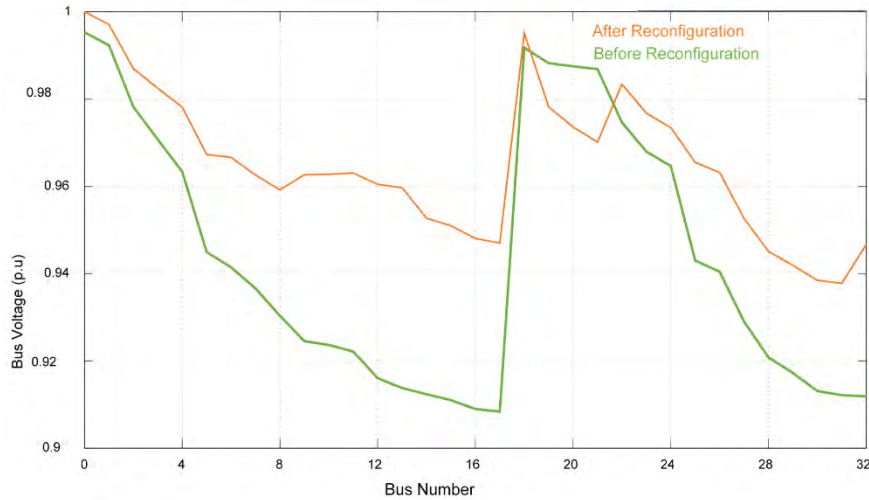


Figure 2 – Voltage profile improvement in a distribution network before and after reconfiguration

The horizontal axis represents the bus numbers in the distribution feeder, while the vertical axis shows the bus voltage magnitude in per unit (p.u.). Two curves are displayed: the green line represents the voltage levels before reconfiguration, and the orange line indicates the voltage levels after reconfiguration. From the graph, it is evident that before reconfiguration, the voltage magnitude gradually decreases as the distance from the source increases. This is a typical behavior in radial distribution systems, where voltage drops occur due to line impedance, resistive losses, and reactive power demand along the feeder. The green curve shows a significant voltage decline especially between bus numbers 5 and 17, where the voltage drops close to 0.91 p.u., indicating weaker voltage stability and higher technical losses in that section of the network. Such low voltage levels may negatively affect power quality, equipment performance, and overall system efficiency. After network reconfiguration, represented by the orange curve, the voltage profile shows noticeable improvement across almost all buses. The voltage drop along the feeder is reduced, and the minimum voltage levels are significantly higher compared to the previous configuration. In particular, the critical low-voltage region observed before reconfiguration has been mitigated, and voltage values remain closer to the nominal value of 1.0 p.u. This indicates that the new network topology has improved power flow distribution and reduced line losses. The sharp voltage rise around bus 18 in both curves suggests the presence of a distributed generation source, capacitor bank, or a tie-switch operation that changes the power flow direction. After reconfiguration, this improvement becomes more stable and better distributed along subsequent buses, demonstrating enhanced voltage regulation. Overall, the graph clearly shows that distribution network reconfiguration leads to improved voltage stability, reduced technical losses, and better power quality. By optimizing the switching states and feeder structure, the system achieves a more balanced load distribution and minimizes excessive voltage drops. This type of optimization is especially important when integrating renewable energy sources into the grid, as maintaining a stable voltage profile is essential for efficient and reliable operation. Low voltages can harm sensitive electrical equipment, increase losses, and lead to instability in the network, thus highlighting the need for system optimization. After the reconfiguration, represented by the orange curve, the voltage profile shows a clear improvement across most buses. The voltage drop along the feeder is noticeably reduced, and the minimum voltage values are elevated closer to the nominal voltage level of 1.0 p.u. This improvement suggests that the network's switching operations and restructured topology have optimized power flow paths, resulting in reduced line losses and enhanced voltage regulation. Essentially, reconfiguration alters the connectivity of feeders and switches so that loads are better balanced, feeders are shortened, and high-resistance sections are minimized. The distinct voltage peak around bus number 18 observed in both curves likely corresponds to a distributed

generation (DG) unit, capacitor bank, or a strategically placed voltage regulator. Such devices inject power locally, boosting voltage levels and supporting the grid. After reconfiguration, the impact of this injection is more effectively distributed, contributing to a smoother and more stable voltage profile downstream. Beyond the immediate voltage benefits, reconfiguration can also improve system reliability by enabling alternative power flow routes during faults or maintenance, minimizing outage durations for consumers. Moreover, reducing voltage drops helps decrease the overall technical losses in the network, improving the system's energy efficiency and reducing operational costs for utilities. In the context of integrating renewable energy sources, network reconfiguration becomes even more valuable.

### Conclusion

In summary, the comparison of voltage profiles before and after reconfiguration clearly demonstrates the significant benefits of optimizing power distribution networks. Prior to reconfiguration, the voltage decline observed, especially in the mid to far sections of the feeder, indicates substantial energy losses and inefficiencies that could negatively affect system performance and the quality of service to consumers. However, after the reconfiguration, the voltage levels are much more stable, with fewer and less severe drops, highlighting the success of the new network layout in mitigating losses and improving voltage regulation. This improvement not only reduces the technical losses but also enhances the overall operational efficiency and reliability of the power system.

### List of used literature

1. Jones, M., & Smith, R. (2018). Renewable Energy Integration in Power Systems: Impacts on Efficiency and Loss Reduction. *Energy Systems Journal*, 42(3), 235-250.
2. Taylor, D., & Evans, P. (2017). The Role of Distributed Generation in Minimizing Transmission Losses. *Journal of Sustainable Energy*, 39(4), 121-134.
3. Williams, J., & Brown, A. (2020). Optimizing Power Distribution Networks with Renewable Energy Sources. *Renewable Energy Engineering*, 45(2), 102-115.
4. Green, T., & Harris, L. (2019). Smart Grid Technologies and Renewable Energy Integration for Loss Reduction. *International Journal of Electrical Power*, 56(1), 88-101.

© Isayeva T.M., Khalilov D.A., 2026

### UDC 62.5

**Isayeva T.M.**, associate professor,  
**Sadigov E.T.**, master's degree student  
Azerbaijan State Oil and Industry University  
Baku, Azerbaijan

## ENERGY MANAGEMENT MONITORING SYSTEM

### Abstract

The ongoing global shift of energy systems toward decarbonization, and digital transformation has significantly increased the demand for advanced Energy Management Monitoring Systems (EMMS). These systems combine real-time data collection, advanced analytics, optimization techniques, and decision-support tools to improve operational performance, enhance sustainability outcomes, and ensure energy reliability in industrial, commercial, and smart grid environments.

This article provides a thorough academic analysis of the fundamental theories, system architectures, communication networks, data analytics methods, artificial intelligence applications, cybersecurity challenges, and sustainability implications associated with EMMS. It also examines international standardization

frameworks, economic cost–benefit considerations, and key implementation challenges. Furthermore, emerging approaches such as digital twins, edge computing, blockchain-based energy auditing, and predictive analytics are critically assessed. The study concludes that the development of intelligent and secure monitoring infrastructures is crucial for achieving long-term energy efficiency and global climate goals.

#### Keywords:

energy management systems, energy monitoring, smart grids, IoT, AI in energy, digital twins, energy efficiency, sustainability, cybersecurity.

Energy systems worldwide are undergoing structural and technological transformation driven by climate policy, technological innovation, and market liberalization. Energy consumption accounts for approximately 73% of global greenhouse gas emissions (IEA, 2022), necessitating efficient resource utilization and systematic monitoring frameworks. Energy Management Monitoring Systems (EMMS) have emerged as critical infrastructures enabling organizations and utilities to measure, analyze, and optimize energy consumption.

The conceptual foundation of energy management was initially formalized in industrial engineering literature, but contemporary EMMS extend far beyond traditional metering. Modern systems integrate advanced sensors, distributed communication networks, real-time analytics, and machine learning algorithms.

This paper aims to establish the theoretical and operational framework of Energy Management Monitoring Systems (EMMS), examine their system architectures and enabling technologies, evaluate optimization and predictive methodologies, analyze cybersecurity and interoperability challenges, assess sustainability integration and economic impacts, and propose directions for future research.

Within the conceptual framework of Energy Management Monitoring Systems (EMMS), an EMMS is defined as an integrated technological platform designed to collect, process, analyze, and visualize energy consumption data in order to optimize operational performance and reduce inefficiencies in accordance with ISO 50001; its core functions encompass real-time energy measurement, performance benchmarking, anomaly detection, demand forecasting, and automated control feedback mechanisms. Furthermore, based on the industrial energy management theory proposed by Thumann and Younger, EMMS operate across a three-layer hierarchical structure that integrates strategic, tactical, and operational levels of energy management. EMMS contribute to productivity optimization by identifying process-level inefficiencies that may otherwise remain undetected.

Future research directions include the integration of advanced predictive analytics for dynamic load orchestration, the development of interoperable semantic data models for cross-platform compatibility, and the incorporation of decentralized architectures to enhance resilience. As global energy infrastructures evolve toward decentralization and digitalization, EMMS will play a foundational role in enabling adaptive, intelligent, and sustainable energy governance.

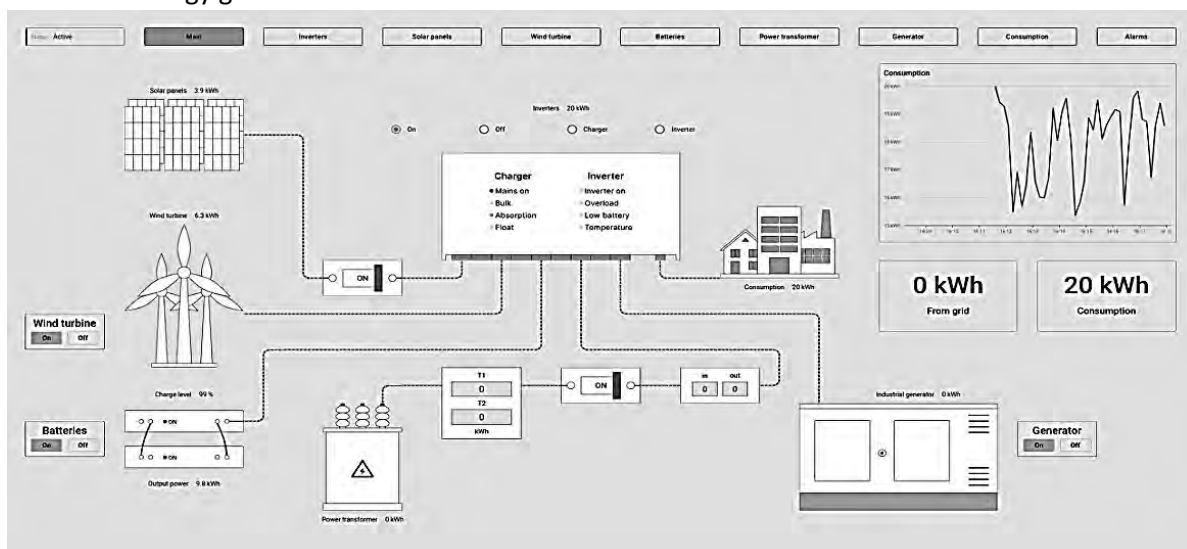


Figure 1 – SCADA energy management system

The system combines renewable energy inputs—solar panels (3.9 kWh) and a wind turbine (6.3 kWh)—which are connected to a central inverter/charger unit. The inverter module manages both energy conversion (DC to AC) and battery charging processes, including charging stages such as bulk, absorption, and float. The visual layout shows real-time operational status indicators (On/Off states), energy flow paths, and system performance values. The battery bank is shown with a 99% charge level and an output power of 9.8 kWh, indicating that stored energy is actively supporting the load. The dashboard also includes an industrial generator (currently 0 kWh) and a power transformer, demonstrating that the system can integrate backup and grid-based sources when needed. On the right side, a real-time consumption graph and numerical indicators display total energy consumption (20 kWh) and grid usage (0 kWh), suggesting that the facility is currently powered entirely by local generation. It displays real-time energy production, storage levels, and consumption, indicating that the facility is currently powered entirely by renewable sources without using grid electricity. Overall, the interface represents a smart, hybrid energy control architecture that enables monitoring, optimization, and operational decision-making in real time. This approach not only improves reliability but also strengthens the facility’s ability to operate autonomously.

From a sustainability perspective, the platform aligns with modern energy transition goals by lowering carbon emissions, optimizing energy efficiency, and enabling smart demand management. The real-time monitoring interface supports data-driven decision-making, predictive maintenance, and long-term performance analysis. Overall, the system demonstrates how digitalized energy control solutions can enhance environmental responsibility, economic efficiency, and operational flexibility within modern power infrastructures.

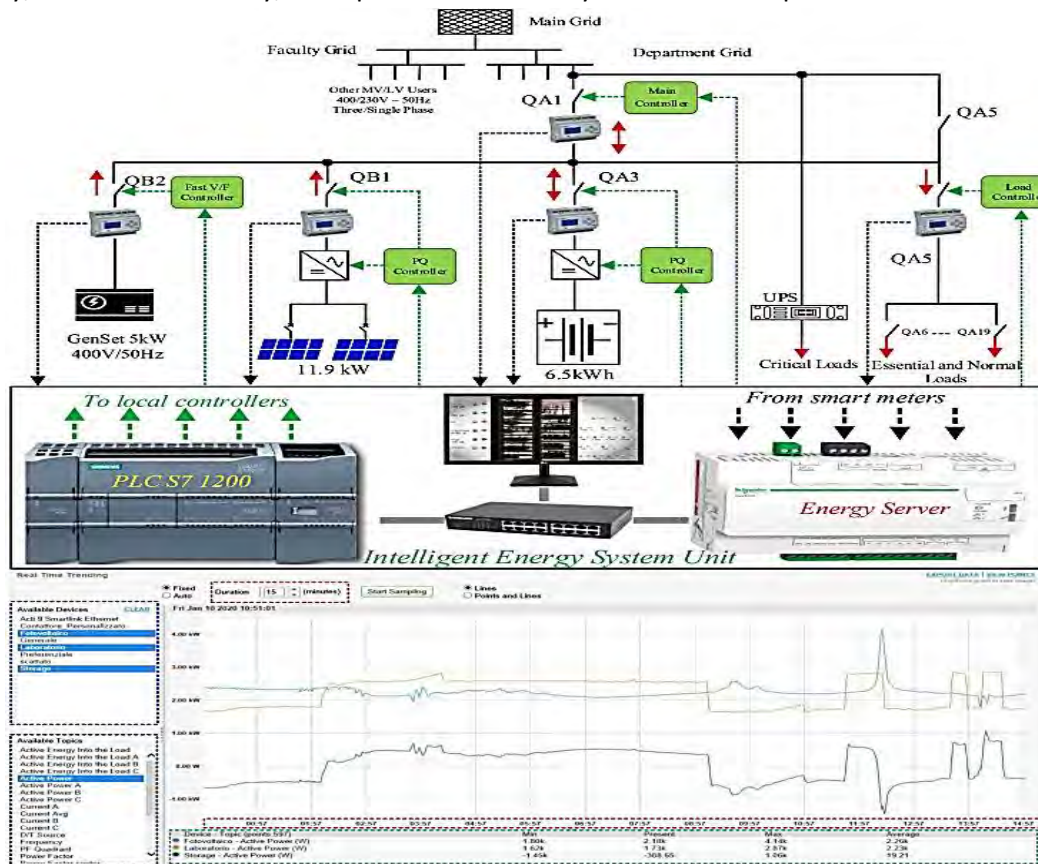


Figure 2 – Smart hybrid energy management and control architecture

The architecture is designed to ensure energy reliability, flexibility, and efficiency by coordinating distributed energy resources within a unified control framework. Power flows from the faculty grid and department grid are monitored and managed through circuit breakers (QB1, QB2, QA3, QA5) and automated switching mechanisms.

At the core of the system is a PLC (S7-1200) connected to local controllers and an Intelligent Energy System Unit. These components perform real-time control, load management, and source prioritization. The Energy

Server collects data from smart meters and field devices, enabling continuous monitoring of voltage, power, and consumption trends. The UPS subsystem ensures uninterrupted supply to critical loads, while normal loads are managed dynamically according to system conditions and availability of renewable energy. The lower section of the diagram shows a real-time visualization interface displaying energy performance curves, alarms, and system status indicators. This monitoring platform supports operational decision-making, demand-side management, and fault detection. The architecture demonstrates a cyber-physical energy system that enhances resilience, optimizes renewable utilization, and enables intelligent automation in industrial or institutional energy infrastructures. It controls the generation, distribution, and consumption of electrical energy to ensure continuous and efficient power supply. The system optimizes energy usage, balances loads, and improves overall energy efficiency and reliability. Each section is supervised by dedicated controllers that communicate with a PLC-based automation platform to ensure synchronized switching and protection. Overall, the scheme demonstrates a modern smart energy infrastructure that combines automation, monitoring, and hybrid power integration within a single coordinated platform.

**Conclusion.** In conclusion, Energy Management Monitoring Systems (EMMS) have become essential components of modern energy infrastructures, enabling organizations to systematically measure, analyze, and optimize energy performance. By integrating advanced sensing technologies, real-time data acquisition, intelligent analytics, and automated control mechanisms, EMMS transform raw consumption data into actionable insights that support efficiency improvement, cost reduction, and operational reliability.

Moreover, EMMS contribute significantly to sustainability objectives by facilitating carbon monitoring, renewable integration, demand-side management, and compliance with international standards such as ISO 50001.

**List of used literature:**

1. Thumann A., & Younger, W. J. (2010). Handbook of Energy Audits (8th ed.). The Fairmont Press. pp. 1–35.
2. Capehart B. L., Turner, W. C., & Kennedy, W. J. (2020). Guide to Energy Management (9th ed.). CRC Press. pp. 52–98.
3. International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 50001:2018 – Energy management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: ISO. pp. 6–24.
4. Sorrell, S. (2015). “Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches.” Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47, pp. 74–82.
5. IEA (International Energy Agency). (2022). World Energy Outlook 2022. Paris: IEA Publications. pp. 89–110.
6. Ibrahim Ghanim – A Systematic Literature Review on Energy Efficiency in Buildings Energy Management Systems, International Innovations Journal of Applied Science, 2024.

© Isayeva T.M., Sadigov E.T., 2026

**УДК 62**

**Kovusova M.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Hekimova O.,** student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

**AI, TRUST, AND THE FUTURE OF DECISION-MAKING**

**Abstract**

The increasing deployment of Artificial Intelligence (AI) in high-stakes decision-making contexts—including

finance, criminal justice, and medical diagnostics—is creating a widening Explainability Gap. This gap is the critical distance between the sophistication of complex AI models (particularly Deep Learning) and the human capacity to understand, interpret, and trust their outputs. The computational foundation of this crisis is the use of non-linear, opaque models that operate as functional "black boxes." Concurrently, the ethical challenge lies in upholding accountability and fairness when the rationale for a decision that impacts a person's life is computationally inscrutable. This article outlines the dual-front challenge: the need for Explainable AI (XAI) methods to technically interpret model behavior and the necessity of establishing clear governance and regulatory mandates to ensure compliance with human rights and legal due process. Achieving the vision—an informatics ecosystem where powerful AI is deployed with both efficiency and ethical transparency—is fundamentally an engineering and legal problem of co-optimizing predictive accuracy with cognitive interpretability.

### Keywords:

Explainable AI (XAI), Black Box Model, Interpretability, Transparency, Deep Learning, Due Process, Algorithmic Accountability, Feature Importance.

#### I. The Computational Frontier: The Limits of Opacity

To achieve maximum predictive accuracy, modern informatics favors complex algorithms whose internal workings are inherently difficult for humans to map, creating the "black box."

##### A. The Promise of Predictive Power

Complex models like deep neural networks leverage billions of parameters to identify subtle, non-linear patterns in data, resulting in predictive accuracy often superior to models designed for human transparency (e.g., linear regression). This immense power is the only path to enabling applications like early, subtle disease detection and high-frequency financial modeling.

##### B. The Technical Challenge: Deconstructing the Black Box

The primary challenge is engineering transparency into systems designed for computational efficiency:

1. **Non-Linearity:** Unlike simple models where inputs and outputs have clear mathematical relationships, Deep Learning models involve layered, non-linear transformations that defy easy, causal explanation.
2. **Model Complexity:** The sheer number of weights and nodes in massive models makes a complete trace of a decision path computationally intractable for human review.
3. **Local vs. Global Explanations:** Explanations derived must be meaningful. This requires techniques to explain a model's *overall* behavior (Global Interpretability) as well as the *specific* reasons for a single decision (Local Explanations).

#### II. The Ethical Frontier: Accountability and Due Process

The deployment of opaque AI in critical domains violates foundational principles of legal and ethical governance, eroding public trust.

##### A. The Requirement for Justification

In critical decision-making contexts, humans are legally and ethically entitled to know *why* a decision was made. This right to an explanation underpins due process, fairness, and the ability to appeal.

- **Algorithmic Bias:** Without transparency, systemic bias (e.g., racial, gender) encoded during training remains hidden and unchallenged. An opaque model cannot be adequately audited, allowing discrimination to be scaled across millions of decisions.

- **The Right to Contest:** If a loan is denied, or parole is revoked, the individual must have the ability to contest the factors that led to the decision. A "the computer said so" explanation is legally and morally unacceptable.

##### B. The Enabling of Explainable AI (XAI)

XAI is the informatics discipline dedicated to creating tools that bridge the cognitive gap between human and machine:

- Feature Importance Techniques: Tools like SHAP (SHapley Additive exPlanations) and LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) generate visual or textual summaries indicating which input features (e.g., income, location, test results) most influenced a specific prediction, providing a necessary causal trace.

- Surrogate Models: Creating simpler, transparent models (like decision trees) to approximate the behavior of the complex black box model, providing a comprehensible, albeit imperfect, global view of its decision logic.

- Counterfactual Explanations: Generating simple, actionable statements that tell a person what they would have needed to change (e.g., "If your credit score were 20 points higher, the loan would have been approved") to receive a different outcome.

### III. Co-Optimization: The Future Trust Mandate

The sustained utility of AI in critical sectors is defined by the public's confidence, which hinges on the system's ability to provide satisfactory explanations.

The core challenge for engineers is no longer simply designing the most accurate model, but designing a system where predictive accuracy is inherently optimized for interpretability constraints, and where the algorithmic output is always accompanied by a clear, human-intelligible rationale. This "co-optimization" is the highest-level mandate for informatics and telecommunications, ensuring that the transformative power of AI can be reliably deployed with the requisite human trust, accountability, and ethical governance.

### References:

1. Shannon, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal, 27(3), 379–423. (Foundational work on Information Theory.)
2. MacKay, D.J. C. (2003). Information Theory, Inference, and Learning Algorithms. Cambridge University Press. (A key text for modern Coding Theory.)
3. Balanis, C.A. (2016). Antenna Theory: Analysis and Design (4th ed.). Wiley. (Standard reference for Electromagnetism in communications.)
4. Goldsmith, A. (2005). Wireless Communications. Cambridge University Press. (Definitive text on Channel Modeling and the physical layer.)
5. Gisin, N., Ribordy, G., Tittel, W., & Zbinden, H. (2002). Quantum Cryptography. Reviews of Modern Physics, 74(3), 885–905. (Essential reading for Quantum Communications.)

© Kovusova M., Hekimova O., 2026

### UDC 62.5

**Mayilov R.A.,**

Associate professor,

**Badirkhanli F.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

### GAS PIPELINE MONITORING AND PARAMETER CONTROL SYSTEM WITH PLC AND SCADA SYSTEM

#### Abstract

This article examines mechanisms for monitoring and controlling the main technological parameters of gas pipelines based on PLC and SCADA systems.

**Keywords:**

PLC, SCADA, gas pipelines, monitoring system, automated control, industrial automation.

PLC (Programmable Logic Controller) and SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems are one of the most widely used technological solutions in the field of monitoring and controlling gas pipeline parameters. PLC devices are mainly placed at the field level and process data received from sensors and control actuators. The SCADA system, on the other hand, provides for the collection, visualization, archiving of this data at the central level and operator control of the process. As a result of the integration of these two systems, the operation of gas pipelines is carried out more flexibly, safely and efficiently.

The application of PLC and SCADA-based monitoring systems in gas pipelines is not limited to the automation of technological processes, but also plays an important role in terms of risk management and strengthening preventive safety measures. With the information obtained in real time, operators can accurately assess the current state of the pipeline, detect possible malfunctions in advance and intervene promptly. This creates conditions for reducing the likelihood of accidents, extending the operational life and optimizing maintenance costs. (Tomar et al., 2023)

PLC (Programmable Logic Controller) based automation systems are one of the main technological solutions that provide reliable, flexible and continuous control of gas pipelines at the field level. PLCs are highly reliable control devices specially designed for operation in an industrial environment, processing analog and digital signals from various sensors and controlling actuators. In gas pipeline systems, PLCs are mainly used to open and close valves, regulate the operation mode of compressor stations, and perform automatic shutdown (ESD) functions in emergency situations.

The advantages of PLC-based automation systems are their modular structure, software flexibility, and real-time operation. These features enable rapid adaptation to changing operating conditions in gas pipelines and reduce dependence on the human factor. At the same time, PLCs can be integrated with SCADA systems to form a centralized monitoring and control environment, which is especially important for gas pipelines covering large geographical areas. (Hamrin et al., 2001)

The architecture of a PLC-based automation system usually consists of three main levels: field level, control level, and supervisory level. The field level contains sensors for measuring pressure, temperature, flow, and flow, as well as actuators (electric and pneumatic valves, drives, relays). These elements are directly connected to the PLC input-output modules.

PLC devices located at the control level process data from the field using algorithms programmed in accordance with the IEC 61131-3 standard. These algorithms incorporate the logic of the technological process, safety conditions and scenarios designed for emergency situations. For example, if the pressure rises above the norm, the PLC can automatically close a valve or stop the compressor.

At the supervisory level, PLCs are connected to SCADA systems via industrial communication protocols (Modbus TCP/IP, IEC 60870-5-104, DNP3, etc.). At this level, operators monitor the current status of the gas pipeline, analyze archived data, and intervene if necessary.

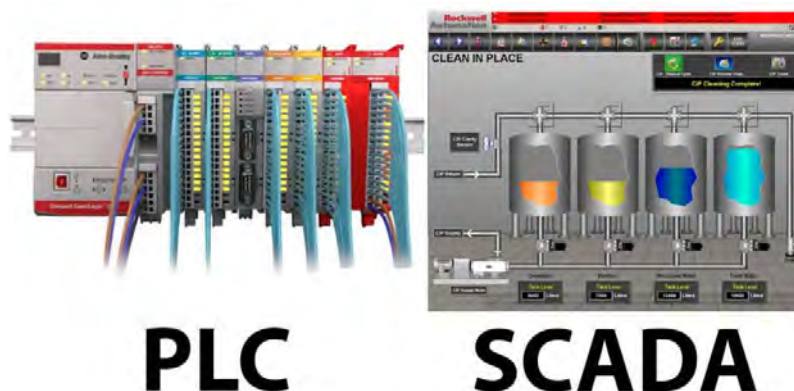


Figure 1 – PLC-based control and visualization system via SCADA

This image shows a typical architecture of a PLC-based automation system in gas pipelines. The diagram shows sensors (pressure, temperature, flow meters) and actuators located at the field level directly connected to the PLC device. The PLC processes the incoming data based on predefined logical algorithms and regulates the operation of valves and compressors through output signals. At the same time, the PLC transmits information to the SCADA system via an industrial communication network. As a result of this integration, operators can monitor the status of the gas pipeline in real time from a central control point and make operational decisions. Since the architecture is modular, it is relatively easy to expand the system and add new measurement points. This approach creates an advantage in terms of reliability and flexibility in large-scale gas transportation projects.

The main goal of PLC-based automation in gas pipelines is to ensure stable, safe and optimized control of technological processes. For this purpose, various protective and blocking mechanisms are applied in PLC programs. For example, in cases such as exceeding the critical pressure limit, a sharp change in flow rate or sensor failure, the system automatically triggers an emergency scenario.

PLC-based ESD (Emergency Shutdown) systems play an important role in minimizing the risk of accidents in gas pipelines. These systems have independent safety circuits and can operate independently of the main control system. When ESD is activated, the gas flow is immediately stopped and the potentially dangerous area is isolated.

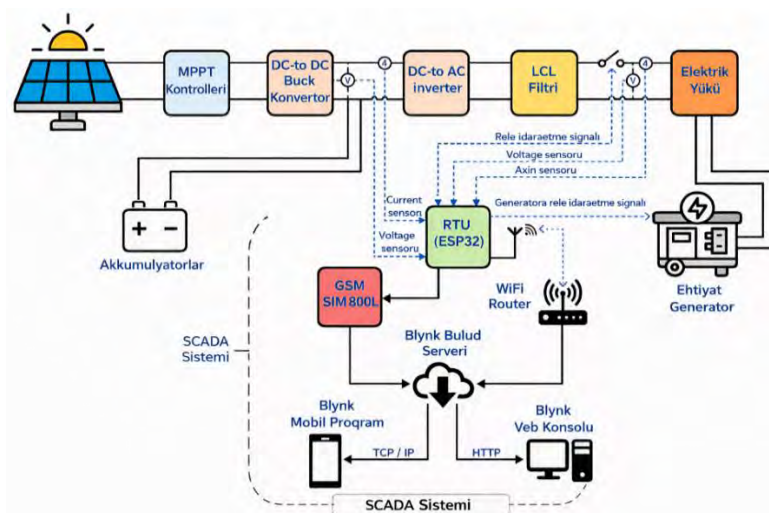


Figure 2 – Real-time monitoring and visualization architecture of a gas pipeline in a SCADA system

The analysis shows that the application of PLC and SCADA systems in monitoring and controlling gas pipeline parameters is of great importance for the safe and efficient operation of modern energy infrastructure. Through these systems, key technological indicators such as pressure, temperature, consumption and flow rate in gas pipelines are monitored in real time and it is possible to respond promptly to abnormal situations. As a result, the risk of accidents is reduced, and technological processes become more stable and manageable.

#### List of used literature:

1. Abbasova, T. N. (2016). Compressed gas systems and security technologies. Baku: Applied Sciences.
2. Alsabbagh, W. and Langendörfer, P. (2023), "Security of Programmable Logic Controllers and Related Systems: Today and Tomorrow", IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society, IEEE.
3. Jafarov, B. E. (2015). Factors affecting the operation of gas compressors. Sumgayit: Technology and Security.
4. Hamrin, H., Hustrulid, W. and Bullock, R. (2001), "Underground mining methods and applications", Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies, SME Littleton, CO, pp. 3–14.
5. Li, F., Kong, D., Li, Q., Shang, Y., Cheng, Z. and He, L. (2023), "Failure analysis and prediction of roof instability in end face under repeated mining using early warning system", Scientific Reports, Nature Publishing Group UK London, Vol. 13 No. 1, p. 8764.

УДК 62

**Nuryyeva A.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Melayeva A.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city

Arkadag, Turkmenistan

**THE CONVERGENCE AND DISTINCTION IN TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATICS****Abstract**

Telecommunications (Telecom) and Informatics (Information Technology/IT) are the two foundational pillars of the modern digital world. While historically distinct—Telecom focusing on the physical transmission of signals, and Informatics focusing on the processing and management of data—their convergence is now absolute. This article explores the symbiotic relationship, detailing how Informatics utilizes the high-capacity infrastructure built by Telecom, and how Telecom employs sophisticated Informatics algorithms (such as AI/ML) to optimize network performance. The integrated discipline is driving the next wave of innovation, including 6G and the Internet of Things (IoT), demanding a holistic approach to network design, data architecture, and cybersecurity.

**Keywords:**

Telecommunications, Informatics, Convergence, IoT, 5G/6G, Data Architecture, Network Optimization, Digital Transformation.

**I. Defining the Core Disciplines**

Though now inseparable in practice, Telecommunications and Informatics maintain clear theoretical distinctions based on their primary function.

**A. Telecommunications: The Transport Layer**

Telecommunications focuses on the physical movement of data across distance. Its core concern is the reliable, high-speed transmission of signals, addressing the following questions:

- The Channel: How do electromagnetic waves travel through the air, and how does light travel through fiber? (Governed by Physics and Wave Theory).
- The Connection: How are networks physically built and interconnected (e.g., cell towers, satellites, routers)?
- The Limit: What is the maximum speed and reliability achievable over a given medium? (Governed by Information Theory).

Telecom engineers are primarily concerned with the Physical Layer and Data Link Layer of the network model, ensuring low latency and high bandwidth.

**B. Informatics: The Intelligence Layer**

Informatics (often used interchangeably with Information Technology or Computer Science in this context) focuses on the logic, storage, and meaningful interpretation of information. Its core concerns are:

- Processing: How is raw data transformed into useful information (algorithms, computing power)?
- Storage and Retrieval: How is information structured, stored, and accessed (databases, cloud architectures)?
- Security: How is information protected from unauthorized access (cryptography, security protocols)?

Informatics professionals are primarily concerned with the higher layers of the network model (Session, Presentation, and Application layers), dealing with software, data structure, and user experience.

## II. The Absolute Convergence

The transition from analog to digital networking (e.g., from circuit-switched voice to packet-switched data) fundamentally erased the functional line between the two fields. Today, Telecom is entirely reliant on Informatics for optimization, and Informatics is defined by the capabilities provided by Telecom.

### A. Informatics Enhancing Telecom (Smart Networks)

Modern telecommunication networks cannot function without advanced Informatics:

- Network Optimization: Machine Learning (ML) algorithms dynamically manage traffic flow, predict congestion, and optimize antenna beamforming in 5G networks, a task too complex for human operators.
- Software-Defined Networking (SDN): Networks are no longer controlled by fixed hardware but by software (Informatics), allowing for rapid, flexible reconfiguration and provisioning of services on demand.
- Data-Driven Maintenance: IoT sensors and big data analytics are used to monitor network components, predicting failures before they occur.

### B. Telecom Enabling Informatics (Ubiquitous Data)

The dramatic increase in network speed and coverage (e.g., 5G and fiber-to-the-home) is what makes modern Informatics applications possible:

- Cloud Computing: Cloud platforms rely entirely on low-latency, high-bandwidth connections to deliver services instantly across geographic distances.
- Remote Operations: Telemedicine, autonomous vehicles, and real-time remote robotics depend on the ultra-reliable, low-latency communication (URLLC) defined and delivered by advanced Telecom infrastructure.

## III. Strategic Implications for Future Innovation

The integrated field of Telecommunication Informatics drives the next generation of technological standards and challenges.

### A. The IoT and Digital Twins

The massive number of devices connected through the Internet of Things (IoT) requires an integrated approach. Telecom provides the millions of simultaneous, robust connections, while Informatics manages the vast, continuous stream of data generated by those devices, often creating digital twins—virtual representations of physical systems used for real-time analysis and control.

### B. Cybersecurity as a Unified Challenge

With both the channel and the data being digital, cybersecurity must be addressed holistically.

- Telecom Security: Securing the network infrastructure itself (e.g., preventing denial-of-service attacks on core routers).
  - Informatics Security: Securing the data and applications (e.g., cryptography, protecting user credentials).
- An attack on one layer is now often an attack on the other, necessitating integrated threat modeling.

## IV. Conclusion

The distinction between Telecommunications and Informatics is now a matter of academic focus rather than operational reality. The digital economy runs on the seamless, integrated functionality of both. Future professionals must be fluent in the duality of the physical channel and the digital logic, capable of designing systems where the transport and the processing layers are co-optimized for capacity, reliability, and intelligence. The evolution from 5G to 6G is not merely a faster network; it is the complete fusion of physical connectivity with algorithmic intelligence, creating a pervasive digital nervous system for society.

### References:

1. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2021). *Computer Networks* (6th ed.). Pearson. (A key text covering both network physical layers and higher-level protocols.)
2. Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3),

379–423. (The foundation of Information Theory, central to both fields.)

3. Vajpayee, S.K. (2014). Introduction to Telecommunication and Informatics. PHI Learning. (A text exploring the foundational links between the two disciplines.)

4. Bresnahan, T.F., & Trajtenberg, M. (1995). General Purpose Technologies ‘Engines of Growth’?. Journal of Econometrics, 65(1), 83–108. (Conceptual work on technologies—like modern ICT—that drive economy-wide change.)

5. ITU-T. (2020). Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G. International Telecommunication Union. (Illustrates the operational fusion of Telecom and Informatics for network optimization.)

© Nuryyeva A., Melayeva A., 2026

## УДК 62

**Ojarov Sh.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Bayramova B.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## BLOCKCHAIN AND DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY IN FUTURE INFORMATICS

### Abstract

The expansion of global informatics into critical sectors—such as supply chains, digital identity, and governance—is increasingly constrained by centralized systems' inherent lack of trust, transparency, and immutability. The transition to future digital infrastructure, beyond mere speed and capacity, requires a fundamental shift in how data is authenticated and managed. This evolution is driven by Blockchain and Distributed Ledger Technology (DLT). The physical foundation of this shift relies on ubiquitous cryptographic primitives embedded in every transaction and device. Concurrently, the operational challenge relies entirely on Consensus Mechanisms and Smart Contracts to automate trust and enforce verifiable rules across decentralized networks. This article outlines the dual-front challenge: the technical scalability of DLTs under massive transaction load and the legal/governance frameworks required for autonomous, cross-jurisdictional smart contracts. Achieving the vision—which includes verifiable digital identities and decentralized autonomous organizations—is fundamentally an engineering problem of co-optimizing the cryptographic layer with the transactional layer.

### Keywords:

Blockchain, Distributed Ledger Technology (DLT), Smart Contracts, Consensus Mechanism, Cryptographic Primitives, Digital Identity, Decentralized Autonomous Organization (DAO), Verifiable Data.

### I. The Cryptographic Frontier: Securing the Digital Record

To meet the immutability and verification demands of next-generation informatics, every digital interaction must be secured by cryptographically linked transaction records.

#### A. The Promise of Immutability and Transparency

DLT offers a public, tamper-proof record of data exchanges, eliminating the need for a central authority to vouch for authenticity. This massive trust potential is the only path to enabling applications like instant, verifiable cross-border payments and provably genuine product tracking.

#### B. The Technical Challenge: Throughput and Scalability

The primary challenge is engineering: current public blockchains struggle to match the transaction speed of centralized systems (e.g., Visa, traditional banks). This requires radical changes in DLT design:

1. **Layer-2 Scaling Solutions:** Off-chain processing mechanisms that handle high transaction volumes and only settle the final state onto the main blockchain, significantly boosting throughput while maintaining security.
2. **Sharding and Parallel Processing:** Architecting the ledger to be partitioned (sharded) so that different subsets of transactions can be processed simultaneously by different nodes, effectively distributing the computational load.
3. **Cross-Chain Interoperability:** Developing robust protocols that allow different, specialized blockchains (e.g., one for supply chain, one for identity) to communicate and exchange value or data securely without relying on a central intermediary.

#### II. The Intelligence Frontier: Smart Contracts as the Enforcement Layer

The complexity of decentralized business logic and the need for self-executing agreements cannot be managed by traditional manual contracts. Smart Contracts are not an optional feature of DLT; they are the essential operating system for decentralized commerce.

##### A. Automated Trust Execution

Smart contracts are self-executing contracts with the terms of the agreement directly written into code. AI algorithms are required for real-time risk assessment and automated contract management:

- **AI-Driven Auditing:** Given the immutability of contract code once deployed, AI is required to rigorously audit and verify the logical correctness and security vulnerabilities of smart contract code before deployment, preventing costly errors or exploits.
- **Decentralized Oracle Integration:** Smart contracts often need to interact with real-world data (e.g., stock prices, weather conditions). AI can manage and verify the complex, tamper-resistant data feeds (Oracles) that provide external information to the contract in a trustless manner.

##### B. The Enabling of Digital Governance

One of DLT's core features is the ability to enable novel forms of organization and governance. AI is the bridge here, processing the complex voting and financial data streams to enforce consensus rules automatically. This enables:

- **Decentralized Autonomous Organizations (DAOs):** Smart contracts provide the operational framework for DAOs, using automated voting and treasury management rules to manage collective assets without traditional corporate hierarchy.
- **Verifiable Credentials and Identity:** DLTs secure a user's digital identity and credentials, while AI can process and verify the authenticity of these credentials instantly across different service providers, facilitating secure Know Your Customer (KYC) processes and personalized access control.

#### III. Co-Optimization: The Future Governance Mandate

The success of DLT in global informatics is defined by the quality of the interaction between the cryptographic ledger and the automated logic enforced by smart contracts.

The core challenge for engineers is no longer simply designing a faster ledger or writing more complex code, but designing a system where the cryptographic security of the ledger is inherently optimized for the speed and complexity of smart contract execution, and where the smart contract logic is built upon a secure, verifiable foundation. This "co-optimization" is the highest-level mandate for informatics, ensuring that the theoretical security of the ledger can be reliably translated into the automated, trustless agreements of the decentralized future.

**References:**

1. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. (The seminal whitepaper establishing the core concepts of Blockchain and DLT.)
2. Buterin, V. (2014). A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. (Introduces the concept of Ethereum and programmable smart contracts.)
3. Conti, M., et al. (2020). Blockchain for Cybersecurity and Privacy: The Road Ahead. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 22(3), 1965-2007. (Discusses the application of DLT to digital identity and security challenges.)

© Ojarov Sh., Bayramova B., 2026

**UDC 62.5**

**Sardarova I.,**

Associate professor,

**Mammadova G.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

**AUTOMATIC TANK LEVEL CONTROL SYSTEM FOR OIL TRANSPORTATION AREA****Abstract**

In oil transportation areas, maintaining safe and accurate control of storage tank levels is essential to prevent overflow, leakage, and operational losses. This project presents the design and implementation of an automatic tank level control system that continuously monitors the level of oil in storage tanks and regulates the filling and discharge process without manual intervention. The system uses level sensors to detect the liquid level and a control unit to operate pumps and valves based on predefined threshold limits. When the oil level reaches the maximum limit, the system automatically stops the inflow, and when it falls below the minimum level, the inflow is resumed. Visual and audible indicators are provided to alert operators about critical conditions. The proposed system improves safety, reduces human error, minimizes oil wastage, and enhances overall efficiency in oil transportation and storage operations. This automated approach ensures reliable and continuous monitoring, making it suitable for industrial oil handling applications.

**Keywords:**

Transportation areas, leakage, storage tanks, oil level, control system.

Oil transportation and storage facilities play a significant role in the energy and industrial systems. In such environments, accurate monitoring and control of oil levels in storage tanks are important to ensure safety, prevent overflow or leakage, and maintain uninterrupted operations. Commonly, tank level monitoring has been performed manually, which is time-consuming and prone to human error. As oil handling involves flammable and hazardous materials, even minor mistakes can lead to dangerous safety risks and economic losses.

An automatic tank level control system is designed to overcome these complex challenges by continuously monitoring the oil level and controlling the inflow and outflow processes automatically. By employing sensors, control units, and actuators, the system regulates the oil level within safe operating boundaries. This method minimizes the need for continuous human monitoring, increases operational efficiency, and improves safety in oil transportation areas.

Different types of sensors are selected based on the specific application requirements and surrounding environmental conditions. Commonly used level sensors include float, ultrasonic, capacitive, and pressure sensors. Float sensors function through the movement of a buoyant component, whereas ultrasonic sensors determine the liquid level by measuring the distance to the surface using sound waves.

In addition to improving safety and efficiency, automatic tank level control systems contribute to better resource management and operational consistency. Continuous level monitoring allows operators to track oil usage and storage conditions more accurately, which helps in planning transportation schedules and reducing unnecessary delays. The system can also be integrated with alarm mechanisms to provide early warnings in case of abnormal level changes, enabling timely corrective actions.

Furthermore, automated control systems help extend the service life of pumps and valves by preventing dry running and excessive pressure conditions. This results in reduced maintenance requirements and lower operational costs over time. The use of robust and reliable components ensures stable performance even in harsh industrial environments, making automatic tank level control systems a practical and effective solution for modern oil transportation and storage facilities.

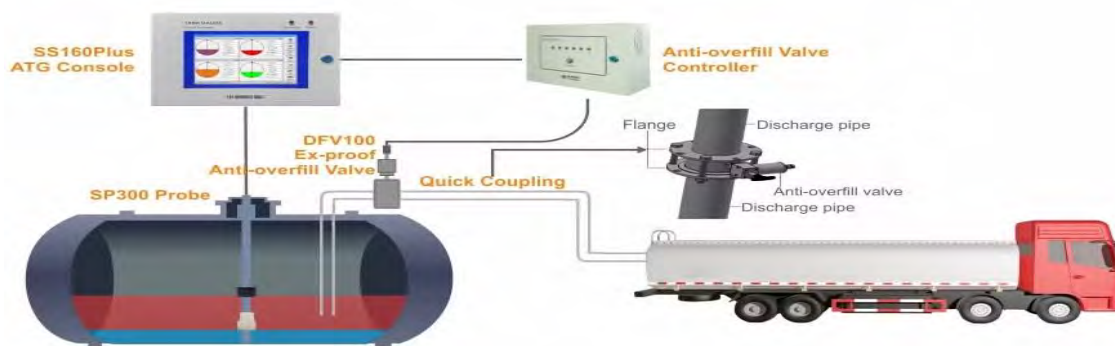


Figure 1 – Oil tank level measurement device tank level indicator

The system consists of a storage tank, sensing devices, a control unit, and safety valves that work together to prevent overflowing during oil transfer.

A level probe installed inside the storage tank continuously measures the oil level and sends the data to an automatic tank gauging (ATG) console. This console displays the real-time tank status and processes the level information. When the oil level approaches a critical limit, the ATG console communicates with the anti-overfill valve controller. The anti-overfill valve, mounted on the discharge line and connected through a flange and quick coupling, acts as a safety mechanism. If the oil level reaches the preset maximum threshold, the controller triggers the valve to close automatically, stopping the flow of oil. This prevents spillage and protects both the storage facility and the transport vehicle. The discharge pipe connects the storage tank to the tanker truck, allowing controlled oil transfer. By integrating sensors, control electronics, and explosion-proof components, the system ensures safe, efficient, and automated operation in hazardous oil-handling environments.

The practical need for automation in tank level control systems can be explained through the following points:

1. **Increased system safety and reliability.**

The use of sensors and predefined control logic ensures dependable operation, minimizing the chances of overflow, leakage, and mechanical failure.

2. **Improved operational efficiency.**

Automation enables continuous and efficient tank operations, maintaining stable performance even in industrial environments with limited personnel availability.

3. **Reduction of manual supervision.**

Automatic tank level control systems significantly decrease the need for human involvement by controlling pumps and valves in response to real-time level measurements.

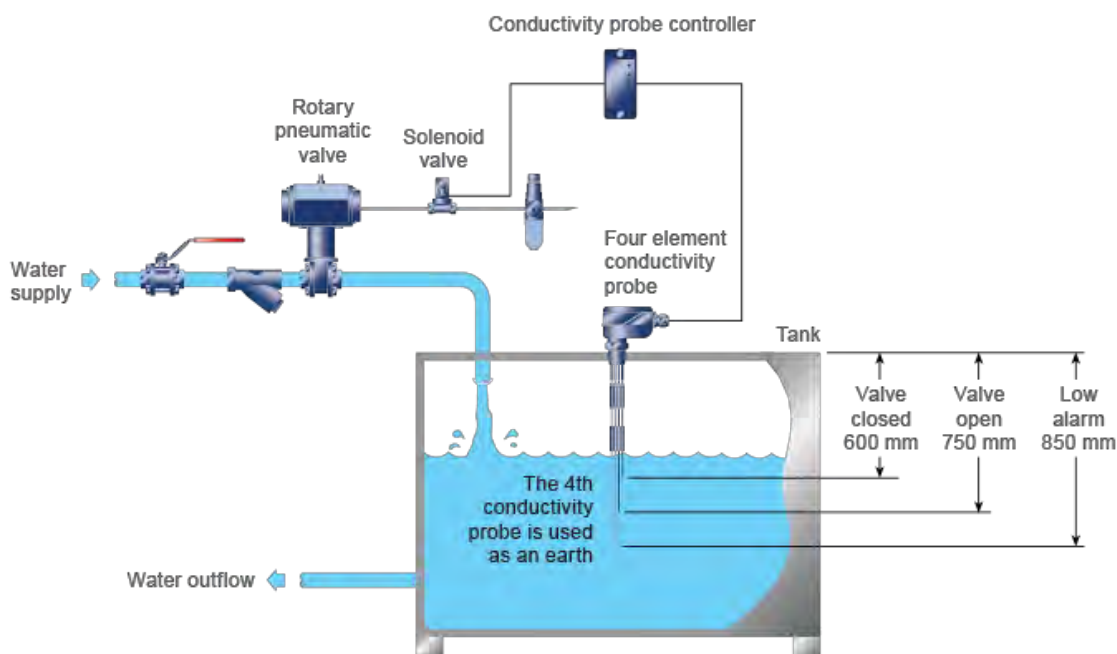


Figure 2 – General arrangement of a non-adjustable on/off level control system for a tank

Water enters the tank through a supply line that is controlled by a rotary pneumatic valve and a solenoid valve. The opening and closing of these valves regulate the inflow of liquid into the tank.

A four-element conductivity probe is installed inside the tank to detect different liquid levels. One probe element is used as an earth reference, while the remaining elements sense specific level points. When the liquid reaches a predefined level, the conductivity probe sends a signal to the controller, which then operates the solenoid valve to stop or allow the water flow. The system also includes a low-level alarm to indicate when the liquid level falls below a safe limit. This simple on/off control method provides reliable level regulation and is commonly used in basic industrial tank automation applications.

This signal is transmitted to the controller, which processes the input and activates the solenoid valve accordingly. When the upper level point is reached, the controller closes the valve to stop the inflow and prevent overflowing. Conversely, when the liquid level drops below the minimum set point, the valve is reopened to allow refilling. In addition, a low-level alarm is incorporated to alert operators when the liquid level falls below a safe operating threshold, helping to prevent pump damage and process interruptions.

The on/off control strategy used in this system is simple, cost-effective, and reliable, making it suitable for basic industrial applications where precise level modulation is not required. Such systems are commonly applied in water treatment plants, storage tanks, and other industrial processes where straightforward level regulation is sufficient.

Furthermore, such systems can be easily integrated with alarm indicators, control panels, and supervisory systems to provide operators with clear status information. This enhances situational awareness and allows timely intervention when abnormal conditions occur. Overall, the system offers a practical balance between functionality, reliability, and cost, making it a common choice in many industrial tank level control applications.

### Conclusion

The automatic tank level control system plays a crucial role in improving safety and efficiency in oil transportation areas. By continuously monitoring the oil level and automatically controlling pumps and valves, the system effectively prevents overflowing, leakage, and operational failures

### List of used literature:

1. William Bolton. Instrumentation and control systems, 2021.

2. Doebelin, E. O., & Manik, D. N. Measurement Systems: Application and Design. McGraw-Hill, 2011.
3. Bela G. Lipták. Instrument Engineers' Handbook: Process Measurement and Analysis. CRC Press, 2003.
4. Nise, N. S. Control Systems Engineering. Wiley, 2015.
5. Mackay, S., Wright, E., Park, J., & Johnston, D. Practical Industrial Data Communications. Elsevier, 2004.

© Sardarova I., Mammadova G., 2026

## UDC 62.5

**Sardarova I.,**

Associate professor,

**Mustafayev İ.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

## DEVELOPMENT OF TRANSMISSION MODES OF THE MULTISERVICE NETWORK OF LTE 4G TECHNOLOGY

### Abstract

The rapid growth of heterogeneous services such as voice, video, and data has significantly increased the performance requirements of modern mobile communication systems. LTE 4G technology was developed to support multiservice networks by introducing advanced transmission modes that enhance spectral efficiency, data rates, and quality of service (QoS). This paper examines the development of transmission modes in LTE 4G multiservice networks, focusing on key technologies such as Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA), Multiple Input Multiple Output (MIMO), adaptive modulation and coding, and packet-based transmission. The evolution of these transmission mechanisms is analyzed in terms of their ability to optimize resource allocation, reduce latency, and ensure reliable communication for diverse services. The study highlights how LTE transmission modes enable efficient integration of multiple services within a unified network architecture, providing flexibility and scalability to meet growing user demands.

### Keywords:

LTE 4G, multiservice network, transmission modes, quality of service, mobile communication systems.

The rapid expansion of mobile communication services has led to a significant increase in the demand for high data rates, low latency, and reliable connectivity. Modern users expect seamless support for a wide range of services, including voice communication, video streaming, multimedia applications, and data transmission, all within a single network infrastructure. To meet these growing requirements, LTE 4G technology has been developed as an advanced mobile communication standard capable of supporting multiservice networks with improved performance and efficiency.

In multiservice LTE networks, transmission modes play a crucial role in determining how radio resources are allocated and how data is delivered to users. Traditional cellular systems were primarily designed to support voice services; however, LTE introduces a packet-switched, all-IP architecture that enables simultaneous transmission of diverse services with different quality of service (QoS) requirements. The development of flexible transmission modes allows LTE networks to dynamically adapt to varying traffic conditions, user mobility, and channel quality.

Advanced transmission techniques such as Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) in the

downlink and Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA) in the uplink form the foundation of LTE radio access. These technologies improve spectral efficiency and reduce interference while enabling efficient support for multiple users. In addition, the integration of Multiple Input Multiple Output (MIMO) systems and adaptive modulation and coding schemes allows the network to enhance data rates and transmission reliability under changing radio conditions.

The continuous evolution of LTE transmission modes also contributes to better utilization of network resources and improved service quality. By enabling dynamic scheduling, link adaptation, and efficient error control mechanisms, LTE multiservice networks can maintain stable performance for real-time and non-real-time services alike. Furthermore, the development of these transmission modes supports scalability and future network expansion, ensuring that LTE remains a robust and effective solution for modern mobile communication systems..

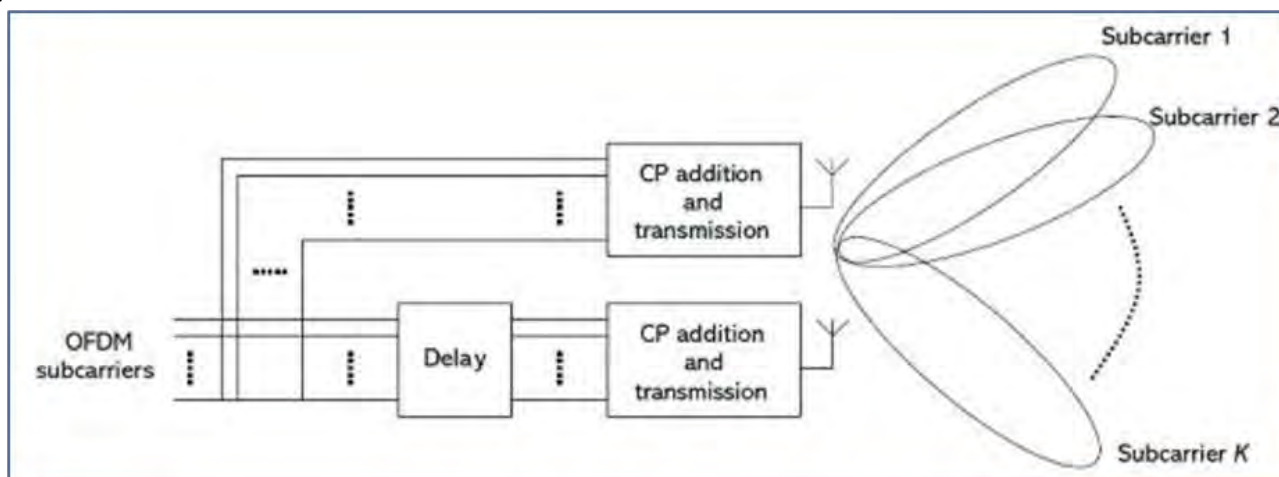


Figure 1 – OFDM transmission structure with cyclic prefix addition

The system is composed of multiple parallel subcarriers, each responsible for transmitting a portion of the overall data stream. By dividing high-rate data into several lower-rate sub-streams, OFDM improves spectral efficiency and enhances resistance to multipath fading. At the transmitter side, the data symbols are first mapped onto individual OFDM subcarriers. To mitigate the effects of inter-symbol interference caused by multipath propagation, a cyclic prefix (CP) is added to each OFDM symbol before transmission. The CP is created by copying the last part of the symbol and appending it to the beginning, which allows the receiver to maintain orthogonality between subcarriers even in the presence of channel delays.

The diagram also illustrates the introduction of relative delays between different signal paths, representing the effects of multipath transmission in a wireless channel. Each delayed signal component passes through the cyclic prefix addition block and is transmitted simultaneously. At the receiver, the cyclic prefix enables effective separation of overlapping symbols and simplifies channel equalization.

The practical need for automation in 4G technology control systems can be explained through the following points:

1. **Enhanced network safety and transmission reliability.**

The integration of LTE 4G wireless communication technologies and advanced control algorithms ensures stable and reliable data transmission, packet errors, and service interruptions.

2. **Higher network efficiency and resource utilization..**

Automated transmission and scheduling mechanisms in LTE 4G networks enable continuous and optimized data flow, ensuring consistent performance even under high traffic load and limited radio resources.

3. **Reduced need for manual network management.**

Automatic tank level control systems significantly decrease the need for human involvement by controlling pumps and valves in response to real-time level measurements.

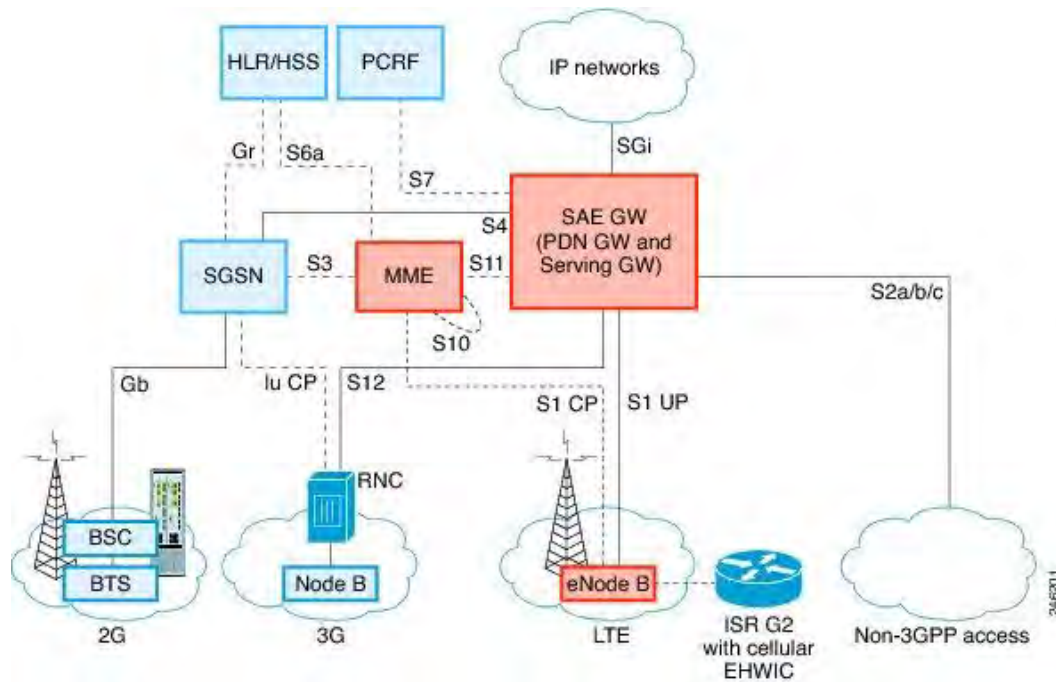


Figure 2 – Overall Architecture of LTE 4G Network with SAE Core Integration

The architecture demonstrates how different network elements interact to support seamless data transmission, mobility management, and multiservice communication across heterogeneous access technologies. At the radio access level, LTE utilizes the eNodeB as the primary base station, which combines both control plane and user plane functionalities. The eNodeB directly connects to the core network components via standardized interfaces, enabling efficient handling of user data and signaling. Compared to earlier generations, LTE eliminates intermediate controllers, reducing latency and simplifying network structure.

The core network is represented by the SAE Gateway, which consists of the Serving Gateway (SGW) and the Packet Data Network Gateway (PGW). These elements manage user data routing, packet forwarding, and connectivity to external IP networks. The Mobility Management Entity (MME) plays a key role in signaling control, authentication, and mobility management, ensuring uninterrupted service during handovers and user movement. Interworking with 2G and 3G networks is achieved through components such as the SGSN, BSC, RNC, Node B, and BTS, allowing backward compatibility and smooth service continuity. Additional network entities such as the Home Subscriber Server (HSS) and Policy and Charging Rules Function (PCRF) provide subscriber data management, authentication, and quality of service control. Non-3GPP access networks are also supported through secure gateways, enabling flexible connectivity across different access technologies. Overall, the architecture enables efficient multiservice support, high data rates, and reliable communication by integrating advanced LTE transmission capabilities with a scalable and flexible core network design.

### Conclusion

The LTE 4G network architecture illustrated in the figure demonstrates a well-structured and efficient system designed to support modern multiservice communication requirements. By integrating advanced radio access technologies with the SAE core network, LTE achieves improved data throughput, reduced latency, and enhanced mobility management. The simplified architecture, combined with seamless interworking with legacy networks, ensures service continuity and scalability. As a result, LTE 4G provides a robust foundation for high-performance mobile communication systems, supporting diverse applications and evolving user demands in contemporary wireless networks.

### List of used literature:

1. Dahlman, E., Parkvall, S., & Sköld, J. (2014). 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband. Academic Press.

2. Sesia, S., Toufik, I., & Baker, M. (2011), LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice. Wiley.
3. Holma, H., & Toskala, A. (2011)., LTE for UMTS: Evolution to LTE-Advanced.
4. Cox, C. (2014)., An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications. Wiley.
5. 3GPP TS 36 Series(2020). Technical Specifications for LTE Radio Access Network. 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

© Sardarova I., Mustafayev İ., 2026

**UDC 62.5**

**Sardarova I.,**

Associate professor,

**Rahimov A.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

## **AUTOMATION AND APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS**

### **Abstract**

This study examines automation mechanisms applied to machine learning model construction from an applied and analytical perspective. Instead of focusing on individual algorithms, the work analyzes how automated procedures influence the overall modeling process, including data preparation, configuration, and evaluation stages. The results indicate that automated solutions reduce excessive manual intervention, improve experimental consistency, and support stable model behavior when working with complex and heterogeneous datasets.

### **Keywords:**

Machine learning, Automation, AutoML, Intelligent systems, Data analysis.

The continuous growth of information systems has resulted in data streams that differ significantly in structure, scale, and reliability. In such conditions, conventional analytical approaches often become inefficient due to their limited ability to adapt to non-linear relationships and rapidly changing input parameters. As a response to these challenges, machine learning techniques have been increasingly applied as flexible tools capable of extracting meaningful patterns from large and complex datasets.

Unlike traditional rule-based systems, machine learning models rely on adaptive mechanisms that allow performance improvement through experience gained from data. This characteristic makes them suitable for solving problems where explicit formalization is difficult or impractical. However, the process of building effective machine learning models is far from trivial and involves a sequence of decisions that directly affect the quality of the final results.

A typical machine learning development process includes several interconnected stages, such as dataset preparation, transformation of input variables, selection of modeling techniques, and evaluation of obtained results. Each stage introduces uncertainties that require careful handling. In practical applications, even minor variations in preprocessing methods or parameter settings may lead to significant differences in system behavior.

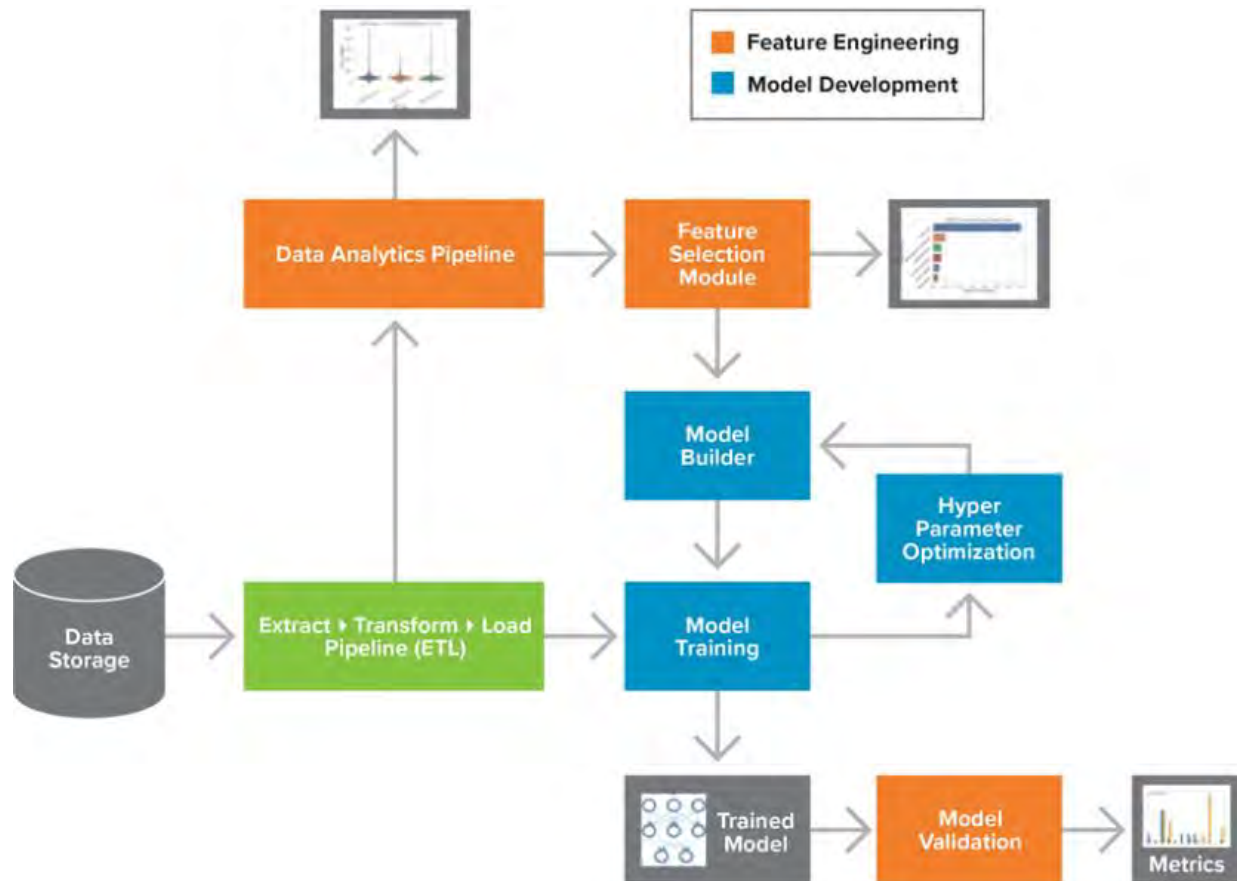


Figure 1 – General workflow of a machine learning model development process

Data preparation remains one of the most demanding phases of model construction. Real-world datasets frequently contain incomplete, inconsistent, or noisy information. Addressing these issues requires repeated experimentation and validation, which increases development time and computational costs. In addition, the effectiveness of a model largely depends on how input variables are represented, as inappropriate transformations may distort underlying data relationships.

Model configuration presents another layer of complexity. Modern machine learning frameworks offer numerous algorithmic options, each requiring specific parameter settings. Selecting suitable configurations often involves trial-and-error procedures supported by expert intuition. This dependency on manual expertise limits scalability and complicates result reproducibility, especially in large-scale or time-sensitive projects.

The growing complexity of modeling tasks has led to increased interest in automated solutions. Automation aims to restructure model development by transferring routine and repetitive operations into algorithmically controlled procedures. Such systems are designed to evaluate multiple modeling strategies under predefined criteria without continuous human supervision.

The practical motivation for automation can be summarized through the following aspects:

**1. Minimization of manual configuration efforts.**

Automated systems reduce the need for repeated manual adjustments by systematically exploring configuration alternatives.

**2. Stabilization of modeling outcomes.**

Consistent optimization procedures improve the reliability of results and reduce sensitivity to subjective decisions.

**3. Improved usability in applied environments.**

Automation enables effective use of machine learning tools in domains where specialized expertise is limited.

4. Automated machine learning systems integrate data processing, model generation, and evaluation into a unified structure. This integration allows continuous adaptation to updated data while preserving previously learned relationships. Such functionality is particularly valuable in dynamic systems where operating conditions evolve over time.

5. Despite these advantages, full automation does not eliminate the need for expert involvement. Issues related to interpretability, ethical responsibility, and computational constraints remain relevant. Automated solutions should therefore be viewed as supportive instruments that enhance, rather than replace, informed decision-making.

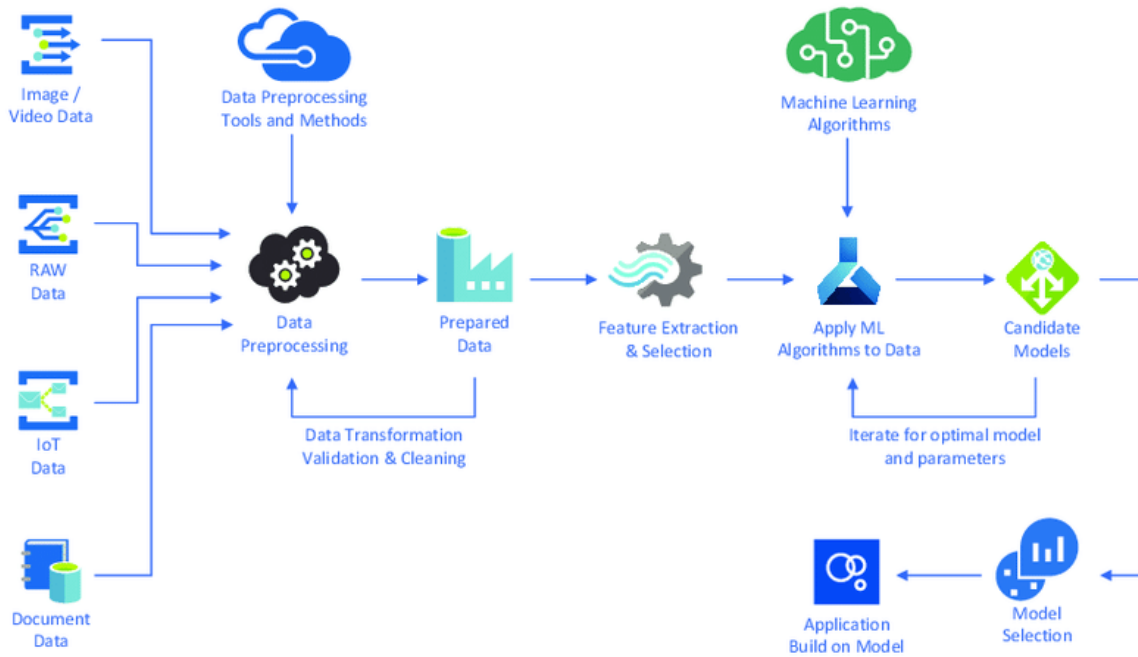


Figure 2 – Conceptual structure of an automated machine learning (AutoML) system

## Conclusion

The analysis presented in this work demonstrates that automation plays a critical role in the effective application of machine learning technologies. By reducing procedural complexity and improving result consistency, automated approaches expand the applicability of machine learning across diverse problem domains. Continued refinement of automated modeling systems is expected to further enhance their reliability and integration into modern analytical infrastructures.

## List of used literature:

1. Hutter, F., Kotthoff, L., & Vanschoren, J. Automated Machine Learning: Methods, Systems, Challenges. Springer, 2019.
2. Géron, A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media, 2022.
3. Zöllner, M. A., & Huber, M. F. Automated machine learning frameworks: A systematic overview. Journal of Artificial Intelligence Research, 2020.
4. Mitchell, T. M. Machine Learning. McGraw-Hill, 1997.
5. Bishop, C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.

UDC 62.5

**Sardarova I.,**

Associate professor,

**Akbarov M.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM****Abstract**

Water resource management has become an increasingly important issue in modern agriculture due to growing water scarcity, climate variability, and the need for sustainable farming practices. Traditional irrigation methods often rely on fixed schedules or manual control, which can lead to inefficient water usage, uneven crop watering, and increased labor requirements. These limitations highlight the necessity for intelligent and automated irrigation solutions that can adapt to changing environmental and soil conditions. An automated irrigation system is designed to optimize water distribution by continuously monitoring key parameters such as soil moisture, temperature, and environmental conditions. By integrating sensors, control units, and actuators, the system can automatically regulate water supply based on real-time data, ensuring that crops receive adequate irrigation while minimizing water wastage. This approach not only improves irrigation efficiency but also enhances crop productivity and reduces operational costs. The development of automated irrigation systems also supports precision agriculture by enabling data-driven decision-making and remote monitoring capabilities.

**Keywords:**

Automated system, precision agriculture, moisture sensor, water management, smart farming.

The increasing demand for food production, combined with limited freshwater resources and changing climatic conditions, has made efficient water management a critical challenge in modern agriculture. In many agricultural regions, irrigation plays a vital role in maintaining crop productivity; however, traditional irrigation practices are often inefficient, labor-intensive, and highly dependent on human judgment. These methods frequently result in excessive water consumption, uneven distribution, and delayed responses to environmental changes, which negatively affect both crop yield and resource sustainability.

The development of automated irrigation systems addresses these challenges by introducing intelligent control mechanisms that regulate water supply based on real-time environmental and soil conditions. By utilizing sensors to measure parameters such as soil moisture, temperature, and humidity, automated systems can determine the actual water requirements of crops and apply irrigation accordingly. This data-driven approach reduces water wastage, prevents over-irrigation or under-irrigation, and ensures optimal soil moisture levels for plant growth. In addition to improving water efficiency, automated irrigation systems significantly reduce the need for manual labor and constant supervision. The integration of control units, actuators, and communication technologies allows the system to operate autonomously while providing monitoring and control capabilities to farmers through remote interfaces. This is particularly beneficial in large agricultural areas or regions with limited access to skilled labor. Furthermore, automated irrigation systems contribute to sustainable agricultural practices by promoting efficient resource utilization and consistent crop management. The ability to collect,

analyze, and store irrigation-related data enables better planning, system optimization, and long-term performance evaluation. As agriculture continues to adopt smart and precision-based technologies, the development of automated irrigation systems represents a practical and effective solution for enhancing productivity, conserving water resources, and supporting environmentally responsible farming. The system integrates sensing devices, control units, cloud-based services, and irrigation actuators to enable efficient and intelligent water management in agricultural applications. At the sensing layer, soil moisture sensors are installed in the agricultural field to continuously measure the moisture level of the soil.

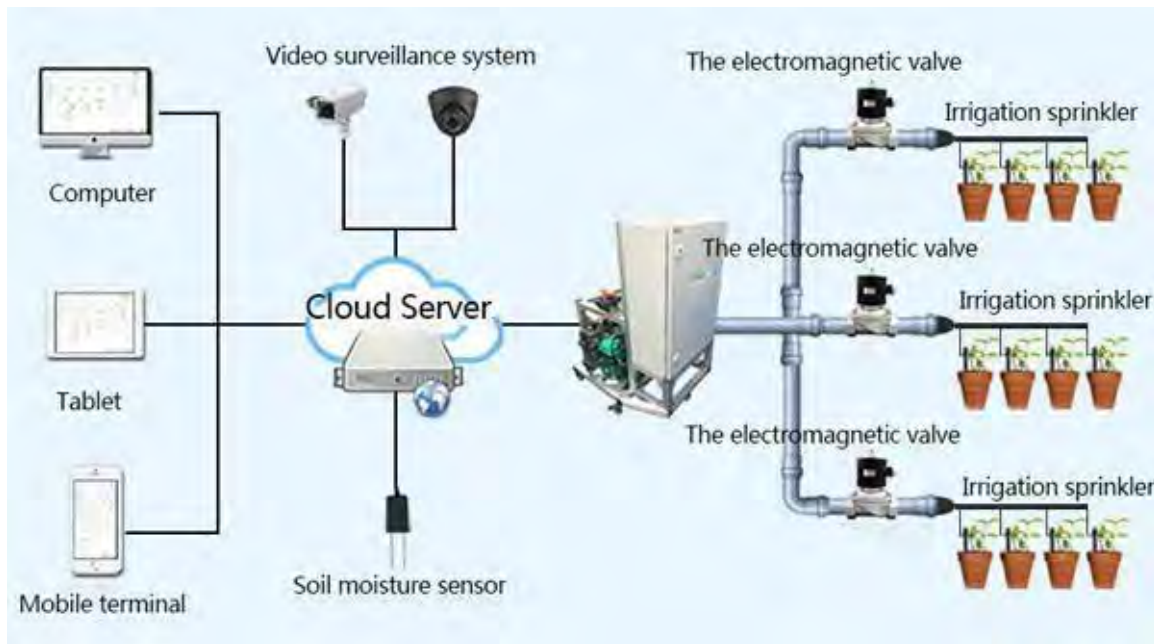


Figure 1 – Architecture of an IoT-based automated irrigation system

The collected data is transmitted to a cloud server, where it is processed and analyzed in real time. This information forms the basis for irrigation decisions, ensuring that water is supplied only when required by the crops. The cloud server acts as the central control and data management unit of the system. It stores sensor data, applies predefined control algorithms, and sends control commands to the irrigation infrastructure. Users can access the system through various devices such as computers, tablets, and mobile terminals, allowing remote monitoring and manual intervention if necessary.

The practical motivation for implementing automation in irrigation systems can be summarized as follows:

**1. Efficient water utilization and crop protection.**

The use of soil moisture sensors and intelligent control strategies enables precise irrigation, preventing both excessive watering and water stress, which helps protect crops and conserve water resources.

**2. Improved agricultural productivity and system performance.**

Automated irrigation systems ensure timely and consistent water delivery, allowing crops to grow under optimal moisture conditions even in large agricultural areas with limited workforce availability.

**3. Minimization of manual intervention and labor dependency.**

By automatically controlling irrigation valves and pumps based on real-time environmental data, the system significantly reduces the need for constant human supervision and manual operation.

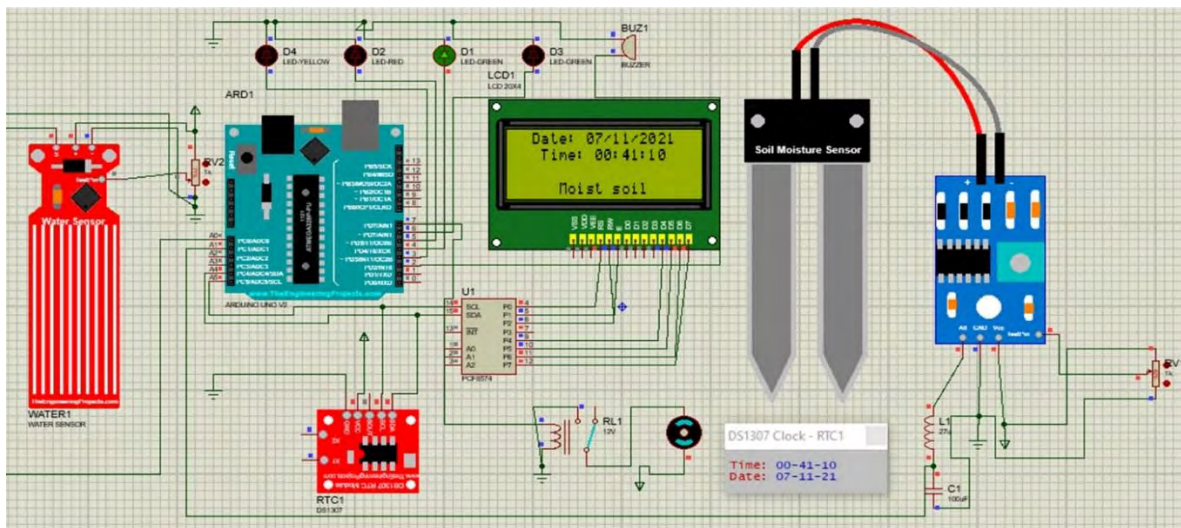


Figure 2 – Block Diagram of an arduino-controlled smart irrigation system

The system is developed to monitor soil moisture conditions and control water supply automatically, ensuring efficient irrigation and optimal plant growth. It integrates sensing units, a microcontroller, display modules, and control components to achieve reliable and autonomous operation.

At the core of the system is the Arduino microcontroller, which receives input signals from connected sensors and processes them according to predefined control logic. A soil moisture sensor is placed in the soil to continuously measure the moisture level and transmit analog data to the Arduino.

Additionally, a water level sensor is included to monitor the availability of water in the supply source, preventing dry operation of the pump and ensuring safe system performance. An LCD module is used to display real-time system information such as soil condition, date, and time.

The integration of a real-time clock (RTC) module enables accurate time tracking and supports time-based irrigation scheduling. Visual indicators such as LEDs and an audible buzzer provide system status notifications and alert users in case of abnormal conditions. The irrigation process is controlled through a relay module connected to the Arduino, which switches the water pump or solenoid valve on and off based on sensor readings. When the soil moisture level falls below a predefined threshold, the controller activates the relay to initiate irrigation. Once sufficient moisture is detected, the relay is deactivated to stop water flow, preventing over-irrigation.

Overall, this system demonstrates a cost-effective and reliable solution for automated irrigation applications. By combining real-time sensing, intelligent control, and user feedback mechanisms, the Arduino-based irrigation system reduces manual labor, improves water usage efficiency, and supports sustainable agricultural practices.

### Conclusion

The Arduino-based automated irrigation system provides an efficient and reliable solution for managing water resources in agricultural applications. By utilizing soil moisture sensing and automatic control mechanisms, the system ensures optimal irrigation while reducing water wastage. The integration of real-time monitoring and control components minimizes manual intervention and enhances operational efficiency. Overall, the proposed system supports sustainable farming practices and demonstrates the practical benefits of automation in modern irrigation systems.

#### List of used literature:

1. Michael, K., & McCathie, L. (2005)., The pros and cons of RFID in supply chain management. IEEE International Conference on Mobile Business.\
2. Gutiérrez, J., Villa-Medina, J. F., Nieto-Garibay, A., & Porta-Gándara, M. Á. (2014). Automated irrigation system using a wireless sensor network and GPRS module. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 63(1), 166–176.

3. Kim, Y., Evans, R.G., & Iversen, W.M. (2008). Remote sensing and control of an irrigation system using a distributed wireless sensor network. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 57(7), 1379–1387.
4. Ojha, T., Misra, S., & Raghuwanshi, N. S. (2015)., *Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 66–84.

© Sardarova I., Akbarov M., 2026

**UDC 62.5**

**Sardarova I.,**

Associate professor,

**İsmailova A.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

## **INTEGRATION OF ROBOTIC ARMS INTO THE TECHNOLOGICAL PROCESS**

### **Abstract**

The integration of robotic arms into technological processes has become a key factor in increasing productivity, precision, and operational efficiency in modern industrial environments. Robotic arms enable the automation of repetitive, complex, and hazardous tasks, thereby reducing human involvement and minimizing the risk of errors and workplace injuries. This study examines the role of robotic arm integration in technological processes, focusing on system architecture, control strategies, and interaction with existing production systems.

The article analyzes the benefits of robotic automation, including improved process consistency, enhanced quality control, and flexible reconfiguration of manufacturing operations. Furthermore, challenges related to system integration, programming complexity, and cost are discussed. The findings highlight that effective integration of robotic arms significantly contributes to optimized production workflows and supports the transition toward smart and intelligent manufacturing systems.

### **Keywords:**

Robotic arms, industrial automation, technological process integration, robotics control systems, smart manufacturing.

The rapid advancement of industrial technologies has led to a growing demand for automation solutions that improve efficiency, accuracy, and safety in production environments. Traditional manufacturing processes that rely heavily on manual labor often face limitations such as inconsistent quality, higher error rates, and increased operational risks. To overcome these challenges, robotic arms have become an essential component of modern technological processes, offering precise control and repeatable performance. Robotic arms are designed to perform a wide range of tasks, including material handling, assembly, welding, packaging, and inspection. Their ability to operate continuously with high precision makes them particularly suitable for applications that require accuracy and consistency.

The integration of robotic arms into technological processes allows manufacturers to automate complex operations while maintaining stable production quality and reducing process variability. In addition to productivity improvements, robotic arm integration enhances workplace safety by minimizing human exposure to dangerous or physically demanding tasks. Advanced control systems, sensors, and communication interfaces

enable robotic arms to interact efficiently with other machines and control units within a production line. This level of integration supports flexible manufacturing systems that can be easily adapted to changing production requirements.

Furthermore, the adoption of robotic arms contributes to the development of smart manufacturing and Industry 4.0 concepts. By combining robotics with intelligent control, data exchange, and monitoring systems, technological processes become more efficient, adaptable, and sustainable. As a result, the integration of robotic arms represents a critical step toward the modernization and optimization of industrial production systems.

The image shows an industrial production environment where multiple robotic arms are integrated into an automated manufacturing line. The robotic arms are mounted on fixed workstations and equipped with end-effectors designed for precise manipulation tasks. These robots operate in a coordinated manner, interacting with mechanical fixtures, conveyors, and control units to perform repetitive and high-precision operations.

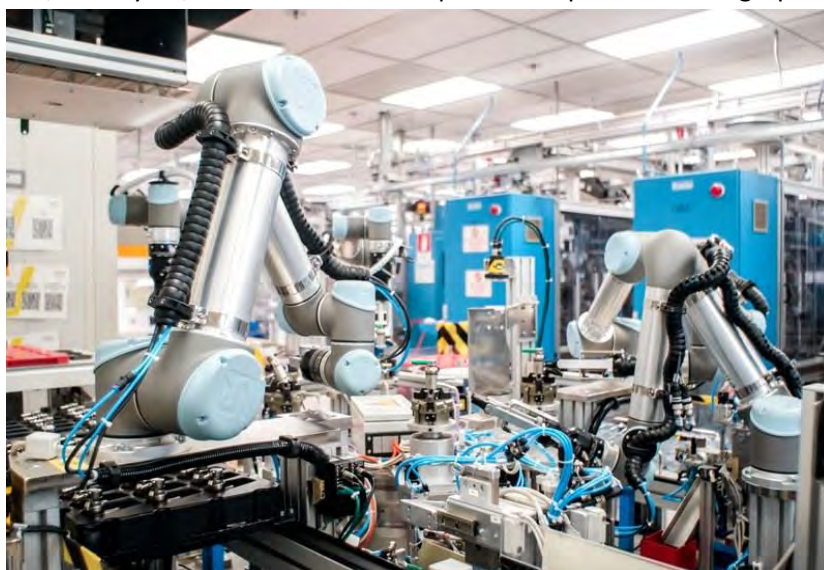


Figure 1 – Robotic arm-based automated manufacturing line

The robotic arms are connected through electrical and pneumatic systems, which enable accurate motion control and force application. Sensors and control cables integrated into the system allow real-time feedback, ensuring consistent positioning, alignment, and task execution. Such systems are typically controlled by programmable logic controllers (PLCs) or industrial robotic controllers, enabling synchronized operation across the entire production line. The environment depicted in the image reflects a high level of automation, where robotic systems replace or support human labor in tasks that require speed, accuracy, and repeatability. This setup improves production efficiency, reduces error rates, and enhances workplace safety by limiting human exposure to potentially hazardous operations.

The necessity of adopting automation in irrigation practices can be explained through the following aspects:

1. **Optimized water management and plant health.**

By applying soil moisture sensing technologies and adaptive control mechanisms, irrigation is performed with high accuracy, reducing water loss while maintaining suitable moisture levels for healthy crop development.

2. **Increased farming efficiency and operational reliability.**

Automated irrigation solutions provide regular and timely water distribution, supporting stable crop growth and consistent system operation even in extensive agricultural fields with limited human resources.

3. **Reduced reliance on manual labor and supervision.**

The automatic regulation of pumps and irrigation valves using real-time data minimizes the need for continuous human involvement, simplifying system operation and lowering labor demands.

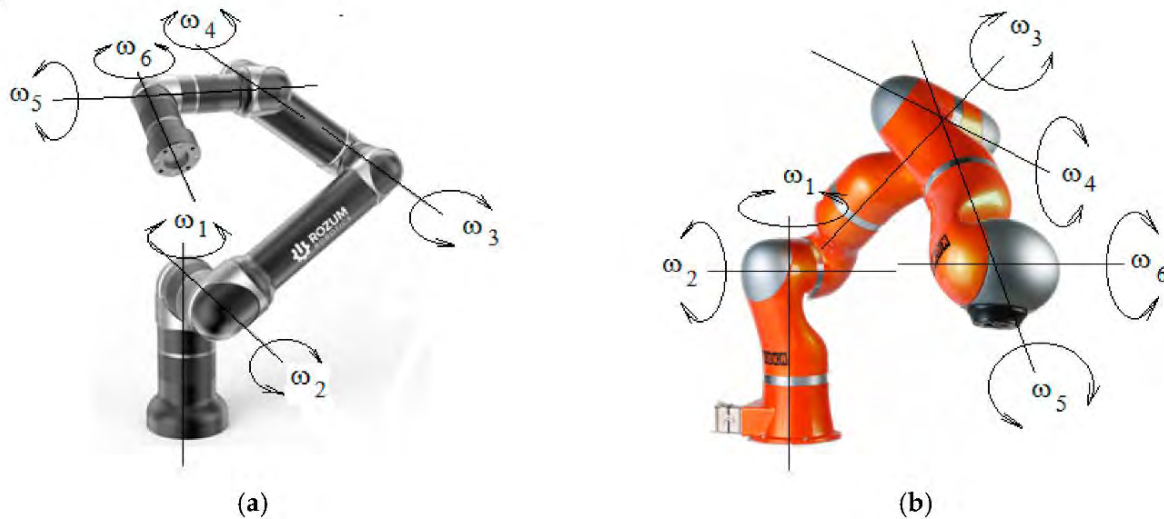


Figure 2 – Kinematic structure and degrees of freedom of a six-axis robotic arm

The figure illustrates the kinematic configuration of two six-degree-of-freedom (6-DOF) industrial robotic arms, labeled as (a) and (b). Each robotic arm consists of a sequence of rotational joints, where the angular velocities  $\omega_1$  through  $\omega_6$  represent the rotational motion around individual joint axes. These joints collectively provide the robot with a high level of flexibility and maneuverability within its workspace. In both configurations, the first joint typically enables base rotation, allowing the robot to move around a vertical axis.

The second and third joints control the motion of the arm links, enabling forward, backward, and vertical movements that position the end-effector within the working area. The remaining joints, often referred to as wrist joints, provide orientation control of the end-effector, allowing precise alignment and manipulation during task execution.

The arrows and coordinate axes shown in the figure indicate the direction of rotation and the orientation of each joint axis. This representation is commonly used in robotic kinematics to describe joint motion, calculate forward and inverse kinematics, and analyze robot dynamics. Differences between configurations (a) and (b) reflect variations in mechanical design and joint arrangement, which influence the robot's reach, dexterity, and application suitability.

Overall, the figure demonstrates how a six-axis robotic arm achieves complex spatial motion by combining multiple rotational joints. Such kinematic structures are widely used in industrial automation for tasks such as assembly, welding, material handling, and precision manipulation, where accurate positioning and orientation of the end-effector are essential.

### Conclusion

Six-degree-of-freedom robotic arms provide high flexibility and precision through their kinematic structure, enabling complex spatial movements and accurate end-effector positioning. The combination of multiple rotational joints allows robotic systems to perform a wide range of industrial tasks with consistent quality and repeatability. Kinematic analysis of robotic arms plays a crucial role in motion planning, control design, and performance optimization. Overall, the integration of multi-axis robotic arms significantly enhances automation efficiency and supports the development of advanced technological processes in modern industry.

#### List of used literature:

1. Craig, J. J. (2005). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson Education.
2. Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. (2010). Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer..
3. Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2006). Robot Modeling and Control. Wiley..
4. Corke, P. (2017). Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB. Springer.
5. William Bolton. Instrumentation and control systems, 2021.

6. Doebelin, E. O., & Manik, D. N. Measurement Systems: Application and Design. McGraw-Hill, 2011.
7. Bela G. Lipták. Instrument Engineers' Handbook: Process Measurement and Analysis. CRC Press, 2003.

© Sardarova I., İsmailova A., 2026

**UDC 62.5**

**Sardarova I.**

Associate professor,

**Mammadov T.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

## **COMMUNICATION DEVICE FOR SMART HOME SYSTEM**

### **Abstract**

Smart home systems integrate various sensors, controllers, and actuators to supply automation, monitoring, and remote control of residential environments, and at the core of these systems lies the communication device that allows reliable data exchange among components. A communication device for a smart home system functions as a bridge between user interfaces, embedded controllers, cloud platforms, and physical devices such as lighting, HVAC, security cameras, and household appliances. The article analyzes the architecture, functional requirements, and performance characteristics of communication devices used in smart home environments, focusing on data transmission reliability, encryption mechanisms, fault tolerance, and system scalability. It analyzes the role of edge processing, cloud connectivity, and protocol conversion in enhancing system efficiency and user experience.

### **Keywords:**

Smart home system, communication device, Bluetooth, embedded systems, edge computing.

In recent years, the rapid progress of digital technologies, wireless networks, and embedded systems has reshaped conventional residential buildings into smart and automated living environments. The smart home concept has become one of the most prominent applications of the Internet of Things (IoT), where interconnected physical devices communicate through network infrastructures to monitor, manage, and optimize household operations. Modern smart homes combine multiple subsystems—including lighting, heating, ventilation, air conditioning (HVAC), security solutions, surveillance cameras, energy management systems, and domestic appliances—within an integrated digital framework. The overall efficiency of this framework heavily relies on the capability and dependability of the communication device responsible for enabling data exchange among sensors, controllers, user interfaces, and cloud-based services.

Within a smart home architecture, the communication device functions as a central hub or gateway that manages data flow between distributed system components. It guarantees that information collected from sensors is accurately delivered to processing units and that control signals are transmitted to actuators with minimal delay. To ensure interoperability among devices from various manufacturers, these communication units typically support diverse protocols such as Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, Ethernet, and other IoT standards. As the variety and number of smart devices continue to increase, compatibility and seamless integration have become critical design priorities. Consequently, contemporary communication devices must include protocol

translation capabilities, multi-band wireless connectivity, and scalable network management mechanisms.

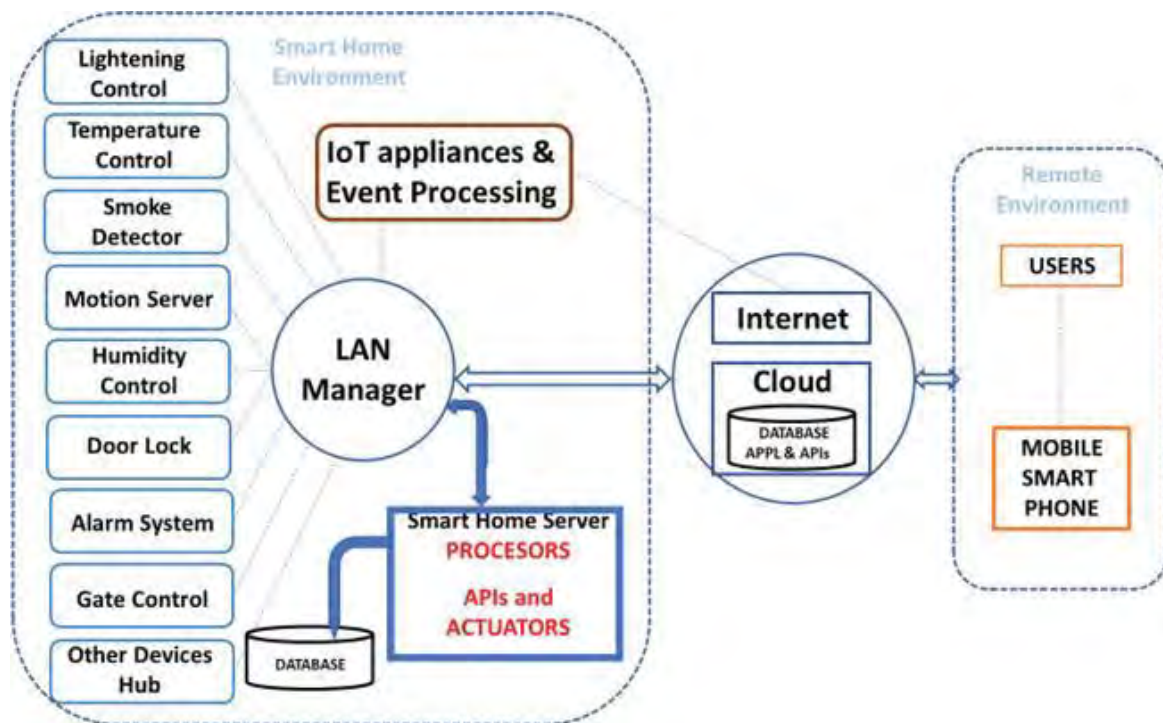


Figure 1 – Smart Home Communication Architecture with Cloud Integration

On the left side, the Smart Home Environment consists of various IoT-based devices and control modules such as lighting control, temperature control, smoke detectors, motion sensors, humidity control, door locks, alarm systems, gate control, and other connected devices. These components continuously generate data and interact with the system through sensors and actuators.

At the core of the local network is the LAN Manager, which acts as a gateway responsible for managing communication between internal smart devices and the central Smart Home Server. The Smart Home Server includes processors, APIs, and actuators that handle event processing, device control logic, and data management. A local database is also integrated to store system data and operational records. The LAN Manager connects bidirectionally to the Internet and Cloud layer, where databases, applications, and APIs are hosted. This enables remote data storage, advanced processing, and scalable services.

On the right side, the Remote Environment represents end users who access the system through mobile smartphones or other connected interfaces. Through cloud connectivity, users can monitor, control, and manage home devices in real time from any location. Overall, the diagram demonstrates how local IoT devices, network management, cloud infrastructure, and remote users interact within a unified smart home communication framework..

The necessity of using communication devices in smart home systems can be explained through the following aspects:

1. **Efficient data exchange and system coordination.**

By enabling continuous communication between sensors, controllers, actuators, and cloud platforms, the communication device ensures accurate data transmission and synchronized operation of all smart home components, resulting in stable and optimized system performance.

2. **Improved reliability and interoperability.**

Supporting multiple communication protocols such as Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, and Ethernet allows seamless integration of heterogeneous devices from different manufacturers, ensuring consistent operation and scalable system expansion without compatibility issues.

### 3. Enhanced security and reduced manual intervention.

Through secure data encryption, authentication mechanisms, and automated network management, communication devices protect sensitive user information while minimizing the need for constant human supervision, thereby increasing overall system safety and operational efficiency.

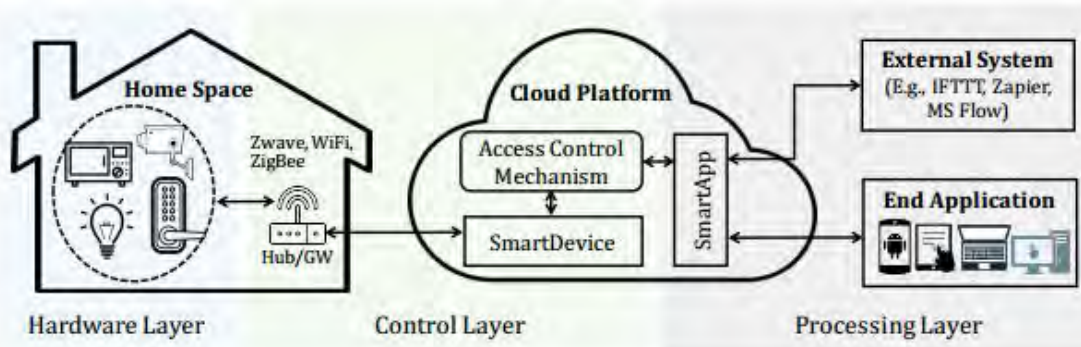


Figure 2 – Layered Smart Home System Architecture with Cloud and Application Integration

The structure is divided into Hardware Layer, Control Layer, and Processing Layer, each performing specific roles in the overall system functionality. In the Hardware Layer (Home Space), various smart devices such as sensors, lighting units, and home appliances operate within the residential environment. From a bottom-up perspective, the Hardware Layer (Home Space) represents the physical sensing and actuation environment. It includes smart appliances, lighting systems, sensors, and other connected objects that continuously generate environmental and operational data. Communication technologies such as Z-Wave, ZigBee, and Wi-Fi enable these devices to exchange information with the local Hub or Gateway (Hub/GW). In this context, the hub does more than simply forward data—it aggregates device information, performs preliminary coordination, and ensures reliable connectivity between heterogeneous protocols. This layer essentially acts as the system's perception and execution interface with the physical world. These devices communicate through wireless technologies including Z-Wave, Wi-Fi, and ZigBee. Moving upward, the Control Layer (Cloud Platform) can be viewed as the intelligence and governance center of the system. It hosts access control mechanisms that enforce authentication and authorization policies, ensuring that only legitimate users and applications can interact with smart devices. The SmartDevice management module organizes device identities, configurations, and operational states, while the SmartApp interface provides logical abstraction between raw device communication and user-level commands. This layer transforms raw sensor data into actionable control logic, manages automation rules, and synchronizes device states across the network. It also enhances scalability by allowing centralized updates, remote diagnostics, and dynamic configuration management. A central Hub or Gateway (Hub/GW) acts as the local coordinator, collecting data from devices and forwarding it to higher system levels. This layer is responsible for physical device connectivity and real-time data acquisition from the home environment. The Control Layer is represented by the Cloud Platform, which contains essential components such as the Access Control Mechanism and Smart Device management modules. This layer ensures authentication, authorization, and secure communication between users and devices. It manages system logic, device configuration, and data exchange while enabling centralized monitoring and remote control through a SmartApp interface. The cloud infrastructure enhances scalability, remote accessibility, and secure service management.

The Processing Layer includes End Applications and External Systems such as third-party automation platforms (e.g., IFTTT, Zapier, Microsoft Flow). This layer allows integration with external services and provides user-facing applications accessible via smartphones, tablets, or computers. It supports automation rules, data processing, analytics, and cross-platform interoperability. Additionally, integration with external systems like IFTTT, Zapier, or Microsoft Flow enables cross-platform automation and advanced workflow creation. This layer extends system functionality beyond the home environment by allowing interoperability with third-party

services, data analytics platforms, and intelligent assistants.

From a systems engineering perspective, the diagram demonstrates vertical integration across sensing, control, and application domains. Data flows upward from physical devices to cloud intelligence, while control commands flow downward from users and automation engines back to actuators. Horizontally, the system enables interoperability between internal components and external platforms

### Conclusion

In conclusion, communication devices play a fundamental role in the architecture and functionality of modern smart home systems. They serve as the core enablers of connectivity, ensuring seamless interaction between hardware components, cloud-based control platforms, and user-facing applications. Through the integration of multiple communication protocols, gateway management, and secure data transmission mechanisms, these devices provide interoperability, scalability, and reliable system performance. The layered architectural approach—comprising hardware, control, and processing domains—demonstrates how distributed sensing, centralized cloud intelligence, and external service integration work together to deliver efficient home automation solutions..

### List of used literature:

- 1.Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- 2.Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.
- 3.Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- 4.Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2015). Security, Privacy and Trust in Internet of Things: The Road Ahead. *Computer Networks*, 76, 146–164.
- 5.Perera, C., Liu, C. H., Jayawardena, S., & Chen, M. (2014). A Survey on Internet of Things From Industrial Market Perspective. *IEEE Access*, 2, 1660–1679.

© Sardarova I., Mammadov T., 2026

### UDC 62.5

**Suleymanov N.M.**

Associate professor,

**Mirtalibova Z.**

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

### PREPARATION OF A RISK MAP OF MINED AREAS BASED ON FUZZY LOGIC AND GIS APPROACH

#### Abstract

This article proposes an integrative methodology based on fuzzy logic and Geographic Information Systems (GIS) approaches for determining and visualizing the risk level of mined areas.

#### Keywords:

Fuzzy logic, GIS, mined areas, risk map, spatial analysis.

Minefields remain a serious humanitarian, socio-economic and security problem for many countries today. Explosives and mines left in areas after armed conflicts pose a direct threat to people's lives, economic activities and regional development processes for many years. Mined areas, especially those located close to settlements, agricultural areas and important transport infrastructure, differ in their level of risk, and a correct assessment of this risk is considered a key condition for effective planning. In this regard, systematic mapping of mined areas and identification of risk zones is of great importance in terms of prioritizing mine clearance activities.

Geographic Information Systems (GIS) have extensive capabilities in terms of collecting, storing, analyzing and visualizing spatial data. GIS technologies enable a comprehensive analysis of risk factors by integrating various spatial layers. Combining information such as relief maps of mined areas, land use data, location of settlements and transport networks in a single environment plays a key role in the preparation of risk maps. However, classical GIS analysis methods are often based on strict assessment principles and do not fully take into account uncertainties.

The main purpose of this article is to present a methodology for developing a risk map of mined areas based on fuzzy logic and GIS approach and to explore its application possibilities. The research includes the selection of the main spatial criteria affecting the formation of risk, the construction of appropriate membership functions for these criteria, and the formation of a fuzzy rule base. At the same time, the application of the developed model in a GIS environment and the significance of the resulting risk map in terms of safety and planning are analyzed.

Inaccuracy and uncertainty of data in the assessment of mined areas can affect the results of GIS analyses. To overcome this problem, GIS technologies are integrated with a fuzzy logic approach. This integration allows for a step-by-step assessment of risk factors.

The presence of mined areas is one of the most complex problems for countries experiencing a post-conflict period in terms of security, socio-economic development and humanitarian activities. Accurate identification, classification and mapping of these areas according to risk levels directly determines the effectiveness of mine clearance processes. Since mined areas often cover large geographical areas and are formed under the influence of various natural-geographic, social and technogenic factors, their management requires a spatially based approach. In this context, Geographic Information Systems (GIS) act as the main technological platform for mapping mined areas.

The development of a fuzzy risk map is a complex process consisting of sequential and systematic stages. These stages can be summarized as follows (Figueira et al., 2005):

- identification of the main criteria affecting the formation of risk;
- preparation and standardization of spatial data in a GIS environment;
- construction of fuzzy membership functions;
- formation of a fuzzy rule base;
- fuzzy inference and defuzzification;
- mapping and visualization of risk levels.

Each of these stages directly affects the reliability and applicability of the risk map.

The presence of mined areas is considered one of the most serious humanitarian and security problems for post-conflict societies in the modern era. The threat in these areas is not limited to the physical presence of explosive devices, but is also accompanied by complex risk factors that prevent socio-economic development, restrict the safe movement of the population and hinder the use of land resources. Therefore, a correct and scientifically based assessment of the risk level of mined areas is of great importance both in terms of increasing the effectiveness of humanitarian demining activities and optimizing security and planning processes.

The application of fuzzy logic in the risk assessment of mined areas has a number of theoretical advantages. First of all, this approach allows you to take into account the subjective and qualitative characteristics of risk factors. For example, expressions such as “the area is close to a settlement”, “the relief is difficult” or “human

activity is high” are concepts that are difficult to translate into precise numerical values in classical mathematical models. Fuzzy logic allows you to put such concepts into mathematical form through membership functions.

One of the main advantages of GIS technologies is the ability to conduct spatial analyses. These capabilities are of particular importance in terms of mapping mined areas and assessing risks on a scientific basis. Spatial analyses reveal spatial dependencies between various geographical objects, natural and anthropogenic factors, and objectively determine the level of danger. This approach to the management of mined areas significantly increases the accuracy and efficiency of the decision-making process.

The most important step in mapping mined areas using GIS technologies is the preparation of risk maps. Risk maps visually reflect the spatial distribution of the threat and act as a key source of information in the decision-making process.

Risk maps are usually prepared in the following categories (Linkov et al., 2004):

- low risk zones;
- medium risk zones;
- high risk zones.

These zones are displayed in different colors (green, yellow, red) and provide understandable information for users.

Effective safety management of mined areas requires mapping approaches that take into account not only the presence of risk, but also its spatial variability. Traditional risk maps are usually based on rigid categories, and in these maps areas are expressed in binary divisions as “dangerous” or “safe”. However, since the concept of risk in mined areas is gradual and relative, such approaches do not fully reflect the real situation. In this regard, fuzzy risk maps come to the fore as a modern approach that more adequately expresses the uncertain and variable nature of risk.

Fuzzy risk maps have a wide range of applications in minefield management. These maps can be effectively used in the following areas:

- prioritization of humanitarian demining activities;
- identification of safety zones;
- planning of safe movement routes for the population;
- risk assessment of agricultural and infrastructure projects;
- long-term monitoring and updating processes.

These application possibilities make fuzzy risk maps an important tool not only from a scientific but also from a practical point of view.

Thus, the fuzzy logic approach provides a theoretical framework that overcomes the limitations of classical methods in mine risk assessment, takes into account uncertainty, and provides results that are more relevant to real conditions. As a result, fuzzy logic acts as a reliable and scientifically sound methodological basis for the preparation of mine risk maps.

The study shows that the integration of fuzzy logic and GIS approaches has high scientific and practical efficiency for risk assessment and mapping of mined areas. Unlike classical deterministic methods, the fuzzy logic approach allows taking into account the uncertain and variable nature of the risk, which ensures the achievement of results more relevant to real conditions. Fuzzy models, especially in conditions of incompleteness and limited accuracy of data on mined areas, allow for a step-by-step expression of risk.

Within the framework of the study, an integrative analysis of the main spatial criteria affecting the formation of risk – relief features, land cover, proximity to settlements and transport infrastructure, intensity of human activity and historical mine data – was carried out in a GIS environment. The membership functions and fuzzy rule base established for these criteria allowed for a more flexible and justified determination of risk levels. The resulting fuzzy risk map ensured that hazardous zones were displayed not with rigid boundaries, but with gradual transition zones.

**List of used literature:**

1. Burton, G.A., Chapman, P.M., & Smith, E.P. (2002). Weight-of-evidence approaches for assessing ecosystem impairment. *Human and Ecological Risk Assessment*, 8(7), 1657–1673.
2. Chang, K. (2007). *Introduction to geographic information systems* (4th ed.). McGraw-Hill.
3. Eom, S. B. (2001). Decision support systems. In *International encyclopedia of business and management* (2nd ed.). Thomson Business Press.
4. Figueira, J., Greco, S., & Ehrgott, M. (Eds.). (2005). *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*. Springer.
5. Giove, S., Brancia, A., Satterstrom, F. K., & Linkov, I. (2009). Environmental role of MCDA. In A. Marcomini, G. W. Suter II, & A. Critto (Eds.), *Decision support systems for risk-based management of contaminated sites* (pp. 47–64). Springer.

© Suleymanov N.M., Mirtalibova Z., 2026

**УДК 62**

**Yhlasova N.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Hanova N.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

**MATHEMATICS AND PHYSICS IN SCIENCE****Abstract**

Telecommunication science is fundamentally an intersection of mathematical modeling and physical phenomena. The rapid development of modern systems—from high-capacity fiber optics to complex 6G wireless networks—is entirely dependent on a deep understanding of these two disciplines. Physics (specifically electromagnetism and wave theory) dictates the non-negotiable limits and behaviors of the communication channel. Mathematics (specifically information theory, coding, and signal processing) provides the theoretical and algorithmic tools to maximize the efficiency, reliability, and security of data transmitted within those physical limits. This article details the essential, co-dependent roles of both mathematics and physics in driving technological advancement and system optimization in telecommunications.

**Keywords:**

Information Theory, Electromagnetism, Channel Capacity, Digital Signal Processing,  
Wave Propagation, Telecommunication Science.

**I. Physics: Defining the Communication Channel**

Physics provides the non-negotiable reality of the communication process. Without a mastery of the underlying physical laws, engineers cannot accurately design or predict system performance.

**A. The Supremacy of Electromagnetism**

The entire field of wireless and optical communication rests on Maxwell's Equations. These equations

govern the generation, propagation, and reception of electromagnetic waves. The physical understanding of phenomena like attenuation, reflection, refraction, and diffraction is critical for:

1. Antenna Design: Optimizing the size, shape, and material to direct and receive signals efficiently.
2. Channel Modeling: Accurately predicting signal strength and interference in different environments (e.g., indoor vs. urban outdoor).
3. High-Frequency Systems: Understanding unique propagation challenges in millimeter-wave (mmWave) and terahertz (THz) spectrums used for 5G/6G.

#### B. Thermodynamics and Quantum Limits

Physical constraints extend beyond wave theory. Thermodynamics defines limits on system energy efficiency and heat dissipation, a major concern for massive-MIMO arrays and edge computing devices. Looking ahead, Quantum Physics defines the ultimate boundary of information security and capacity, driving research in quantum communication and computing.

#### II. Mathematics: Optimizing Data within Physical Limits

If physics defines the boundaries of the field, mathematics provides the tools to play the game optimally within those boundaries. Mathematics is crucial for making the data reliable, secure, and efficient.

##### A. The Bedrock: Information Theory

The most important mathematical contribution is Information Theory, specifically the Shannon-Hartley theorem. This theorem uses mathematics to quantify the maximum theoretical rate ( $C$ , the channel capacity) at which information can be transmitted reliably over a noisy channel, a limit defined by bandwidth ( $B$ ) and the signal-to-noise ratio (SNR):

$$C = B \log_2(1 + \text{SNR})$$

This formula is the fundamental benchmark for every telecommunication system engineer. It establishes that to increase capacity, one must either increase the physical bandwidth (Physics) or optimize the SNR through algorithmic techniques (Mathematics).

##### B. Algorithmic Tools: Processing and Coding

Advanced mathematics translates theoretical capacity into real-world performance:

1. Digital Signal Processing (DSP): Uses mathematical tools (like Fourier Transforms) to efficiently manipulate signals. DSP is the core of modulation/demodulation, filtering, and equalization, converting physical signals into binary data and vice-versa.
2. Coding Theory: This branch of discrete mathematics is essential for dealing with errors caused by physical channel noise. Techniques like LDPC (Low-Density Parity-Check) and Polar Codes use sophisticated algebraic structures to add redundancy, allowing the receiver to correct errors and achieve data fidelity extremely close to the Shannon limit.

#### III. Conclusion: A Call for Curricular Integration

The future of telecommunication science—whether it is designing a better receiver or implementing a smarter network protocol—requires engineers who do not see physics and mathematics as separate subjects. Success demands an integrated perspective where mathematical models are directly applied to physical system designs and where physical constraints inform the selection of optimal mathematical algorithms. Educational programs must therefore prioritize hands-on, problem-based learning that explicitly connects a noisy received signal (Physics) to the choice of the appropriate error-correction code (Mathematics).

#### References:

1. Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal, 27(3), 379–423. (The foundational work that introduced Information Theory and the concept of channel capacity.)
2. Maxwell, J. C. (1873). A Treatise on Electricity and Magnetism. Clarendon Press. (The seminal work that established the mathematical theory of Electromagnetism and predicted electromagnetic waves.)
3. Goldsmith, A. (2005). Wireless Communications. Cambridge University Press. (A key modern text providing a

unified treatment of the physical layer and Information Theory in wireless systems.)

4. Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2006). Elements of Information Theory (2nd ed.). Wiley-Interscience. (A standard reference for Coding Theory and the rigorous mathematics of data compression and transmission.)

5. Oppenheim, A. V., & Schaffer, R. W. (2010). Discrete-Time Signal Processing (3rd ed.). Prentice-Hall. (A core text detailing the mathematical tools, such as the Fourier Transform, central to Digital Signal Processing.)

© Yhlasova N., Hanova N., 2026

## УДК 62

**Абдуллаев Ф.**, студент,

**Гурбанова А.**, студент,

**Анваров А.**, студент,

**Розгелдыева Дж.**, студент,

**Научный руководитель: Джомартов М.** преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

### ЦИФРОВОЙ ГОРИЗОНТ: ПОЧЕМУ БУДУЩЕЕ ГОРНОГО ДЕЛА ЗАВИСИТ ОТ КАЧЕСТВА СВЯЗИ И МОЩНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА

#### Аннотация

В данной статье анализируется концептуальная трансформация горнодобывающей отрасли в рамках четвертой промышленной революции. Рассматриваются риски технологического отставания, проблемы «цифрового разрыва» в условиях глубокого залегания руд и преимущества, которые дает синергия ИИ и современных сетей связи для обеспечения безопасности и экономической устойчивости предприятий.

#### Ключевые слова:

цифровая трансформация, горнодобывающая промышленность, искусственный интеллект, промышленная связь, Индустрия 4.0, управление данными, устойчивое развитие.

Долгое время успех горнодобывающего предприятия определялся мощностью техники и богатством месторождения. Однако сегодня отрасль достигла предела экстенсивного роста. Новым «золотом» стали данные, а главным инструментом их добычи — связка высокоскоростных сетей и искусственного интеллекта (ИИ). Статья посвящена исследованию того, как качество коммуникационной инфраструктуры и интеллектуальные алгоритмы формируют «цифровой горизонт» отрасли.

Любая попытка внедрения инноваций в шахте или карьере упирается в качество связи. Без стабильного покрытия Private LTE или 5G концепция «умного рудника» остается лишь маркетинговым лозунгом.

- Проблема задержки (Latency): Для дистанционного управления буровыми установками или самосвалами задержка сигнала должна быть минимальной. Плохая связь превращает высокотехнологичную машину в бесполезный и опасный объект.

- Масштабируемость: Современный карьер — это тысячи датчиков (IoT). Способность сети поддерживать массивную связность определяет полноту данных, поступающих в систему управления.

Если связь — это нервная система предприятия, то ИИ — его мозг. Мощность вычислительных

систем определяет глубину анализа:

1. Предиктивное управление: ИИ предсказывает поломку двигателя за неделю до инцидента, основываясь на микровибрациях, передаваемых через сеть.

2. Геологическое моделирование: Мощные нейросети обрабатывают терабайты сейсмических данных, строя 3D-модели месторождений с точностью, недоступной человеку.

3. Динамическая оптимизация: ИИ в реальном времени корректирует план горных работ, реагируя на изменение погоды, поломку техники или колебания цен на бирже.

Будущее отрасли зависит от преодоления двух барьеров:

- Инфраструктурный барьер: Создание качественной связи в глубоких шахтах требует колоссальных инвестиций и нестандартных инженерных решений.

- Кадровый дефицит: Отрасли нужны специалисты, понимающие одновременно и горное дело, и Data Science.

Главный аргумент в пользу «цифрового горизонта» — это человеческая жизнь. Горное дело всегда было сопряжено с риском. Интеллектуальные системы позволяют выводить людей из опасных зон. Сегодня оператор может управлять буровой установкой, находясь в комфортном офисе за сотни километров от карьера.

Цифровой горизонт горного дела — это не просто автоматизация старых процессов, а создание новой реальности. Будущее отрасли принадлежит тем компаниям, которые инвестируют в «цифровую зрелость»: строят надежные сети связи и наращивают интеллектуальный потенциал своих систем. Эффективность теперь измеряется не только в тоннах добытой руды, но и в гигабайтах обработанной информации.

#### Список использованной литературы:

1. Арнс В.Ж. Физико-химическая геотехнология: состояние и перспективы в цифровой среде. — М.: Издательство «Горная книга», 2023.
2. Григорьев А.С., Павлов Е.П. Цифровизация промышленности: стратегии и технологии. — СПб.: Питер, 2024.

© Абдуллаев Ф., Гурбанова А., Анваров А., Розгелдыева Дж., 2026

**УДК 62**

**Абдыев А.**, студент,  
**Курбанова Л.**, студент,  
**Арсланов Ш.**, студент,  
**Хайдаров Ш.**, студент,

**Научный руководитель: Шохрадова М.**, преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

## **АВТОНОМНОЕ ГОРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ: СИНЕРГИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ И СЕТЕЙ СВЯЗИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

### **Аннотация**

В данной статье исследуется концепция «автономного горного предприятия» как высшей ступени цифровой трансформации добывающей отрасли. Рассматривается синергетический эффект от

объединения нейросетевых алгоритмов глубокого обучения и телекоммуникационных стандартов 5G/6G.

**Ключевые слова:**

автономное горное предприятие, нейросетевые алгоритмы, сети 6G, промышленный ИИ, граничные вычисления (Edge Computing), беспилотный транспорт, цифровая трансформация.

Горное дело всегда считалось отраслью для сильных духом, сопряженной с тяжелым трудом и постоянным риском. Однако сегодня мы стоим на пороге величайшего сдвига: человек перестает быть «мускулами» производства, становясь его «архитектором». Концепция автономного горного предприятия — это не просто автоматизация, это создание симбиоза между «мозгом» (ИИ) и «нервной системой» (сетями связи нового поколения).

Современные нейросетевые алгоритмы в горном деле решают задачи, которые ранее казались невозможными. Машинное зрение сегодня способно не только управлять самосвалом в пыли, но и анализировать состав руды прямо в ковше экскаватора. Обучение с подкреплением позволяет системе координировать десятки машин так, чтобы они не пересекались, минимизируя простои. Это превращает хаотичный процесс добычи в выверенный балет огромных механизмов.

Интеллектуальное ядро современного рудника базируется на трех типах нейросетей:

- Компьютерное зрение (CNN): анализ гранулометрического состава руды на конвейерах и навигация беспилотной техники в условиях пыли и плохой видимости.
- Рекуррентные нейронные сети (RNN/LSTM): прогнозирование сейсмической активности и износа узлов оборудования (Predictive Maintenance).
- Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning): оптимизация маршрутов десятков автономных самосвалов в режиме реального времени для исключения простоев.

Без качественной связи самый мощный интеллект бесполезен. Сети 5G уже дали нам возможность удаленного управления техникой с задержкой, неразличимой для глаза. Но именно 6G обещает стать настоящим прорывом. В условиях глубоких шахт, где сигнал затухает мгновенно, технологии шестого поколения предложат «интеллектуальные поверхности», способные перенаправлять сигнал за угол выработки. Это обеспечит стопроцентную связность каждого датчика, превращая рудник в «прозрачную» цифровую систему.

Главный результат этой синергии — безопасность. Автономное предприятие выводит человека из опасной зоны. Оператор теперь сидит в кресле за сотни километров от забоя, управляя процессами через очки дополненной реальности. Нейросеть предсказывает обвал за несколько часов до его начала, а сеть 6G мгновенно оповещает об этом всю технику, предотвращая катастрофу.

Будущее горного дела — это союз математики и физики. Синергия нейросетей и связи 5G/6G стирает границы между виртуальным планированием и реальным производством. Автономное предприятие — это не только про прибыль и эффективность, это про новую этику труда, где технологии стоят на защите жизни и экологии. Синергия нейросетей и сетей 5G/6G превращает горное предприятие в саморегулирующийся организм. Это не только повышает рентабельность на 25-30%, но и сводит производственный травматизм к нулю, выводя человека из опасной зоны забоя в комфортный офис управления.

**Список использованной литературы:**

1. Белов С.В., Козлов Д.А. Цифровое будущее недр: роль ИИ в горной промышленности. — М.: Издательство «Наука и техника», 2024.
2. Григорьев А.И. Индустрия 4.0: Сети 5G и 6G как основа промышленного интернета вещей. — СПб.: Издательство «Политех-Пресс», 2025.

© Абдыев А., Курбанова Л., Арсланов Ш., Хайдаров Ш., 2026

УДК 62

Аманов Б., студент,  
Астанакулиев Дж., студент,  
Бабамурадов М., студент,  
Доллыев А., студент,

Научный руководитель: Аннабердиев А., преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

## СОЗДАНИЕ И АКТУАЛИЗАЦИЯ «ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА» МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

### Аннотация

В статье рассматривается методология формирования и динамического обновления «цифрового двойника» (Digital Twin) горнодобывающего предприятия с применением технологий наземного и мобильного лазерного сканирования. Автор анализирует технологический цикл превращения «облака точек» в высокоточную геометрическую и атрибутивную модель месторождения.

### Ключевые слова:

цифровой двойник, лазерное сканирование, LiDAR, облако точек, маркшейдерия, ГГИС, цифровизация месторождений, актуализация данных.

В условиях перехода к «Индустрии 4.0» горнодобывающие предприятия стремятся к созданию единого информационного пространства. Ключевым элементом такого пространства является цифровой двойник месторождения — динамическая копия реального объекта, которая не только отображает его геометрию, но и содержит данные о физических свойствах пород, состоянии крепи и движении техники. Основным источником высокоточных пространственных данных для актуализации таких моделей сегодня выступает лазерное сканирование (LiDAR).

Процесс создания цифрового двойника начинается с первичного высокоплотного сканирования всех выработок или бортов карьера.

- Наземное лазерное сканирование (НЛС): обеспечивает максимальную точность (до миллиметров), что необходимо для мониторинга деформаций.

- Мобильное лазерное сканирование (МЛС): основано на технологии SLAM, позволяет быстро оцифровывать протяженные подземные выработки без использования GPS.

Результатом является «облако точек» — массив координат  $X, Y, Z$ , который служит каркасом для будущей модели.

Цифровой двойник теряет ценность, если он не соответствует текущему состоянию недр. Лазерное сканирование позволяет автоматизировать процесс актуализации:

1. Регулярная съемка: Проведение сканирования после каждого цикла взрывных работ или проходки.

2. Автоматическое сопоставление: Программное обеспечение сравнивает новое облако точек с предыдущей итерацией модели, выявляя объемы извлеченной массы.

3. Обновление атрибутов: Интеграция данных о качестве руды из геологических баз данных непосредственно в геометрию цифрового двойника.

Актуальный цифровой двойник, построенный на данных LiDAR, позволяет решать задачи, недоступные традиционным методам:

- Геомеханический мониторинг: Выявление микросмещений бортов и кровли через сравнение одновременных сканов.

- Виртуальное проектирование: Проверка возможности прохода крупногабаритной техники в узких выработках до её физического спуска в шахту.

- Прозрачность отчетности: Исключение человеческого фактора при расчете объемов выполненных работ.

Лазерное сканирование является наиболее эффективным инструментом для поддержания жизнеспособности цифрового двойника месторождения. Переход от дискретных замеров к непрерывной актуализации модели позволяет трансформировать маркшейдерскую службу в аналитический центр, обеспечивающий руководство предприятия точными данными для принятия стратегических решений.

#### **Список использованной литературы:**

1. Гришин В.А. Автоматизация маркшейдерских работ и цифровая визуализация недр. — М.: Издательство «Недра», 2023.
2. Охотин А.Л. Лазерное сканирование в горном деле: теория и практика. — Иркутск: Издательство ИРНТУ, 2022.
3. Клебанов Д.А., Кузнецов М.С. Цифровые двойники в горной промышленности: от датчиков к интеллектуальному управлению. — М.: Издательство «Горная книга», 2024.

© Аманов Б., Астанакүлиев Дж., Бабамурадов М., Доллыев А., 2026

#### **УДК 62**

**Ашыров Ю.**, преподаватель,  
**Абдуллаева А.**, студент,  
**Агамуродова Н.**, студент,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

### **КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ УПРАВЛЯЕТ НЕДРАМИ ЧЕРЕЗ ОБЛАКА**

#### **Аннотация**

В статье исследуется конвергенция облачных технологий и искусственного интеллекта (ИИ) в современной горнодобывающей промышленности. Рассматривается переход от локальных систем управления к централизованным облачным платформам, которые позволяют обрабатывать массивы Big Data, поступающие с месторождений в режиме реального времени.

#### **Ключевые слова:**

недропользование, искусственный интеллект, облачные технологии, цифровая трансформация, Big Data, интеллектуальные системы управления, Industry 4.0.

Долгое время горное дело ассоциировалось с локальным, сугубо физическим присутствием человека и техники в месте добычи. Однако сегодня недра Земли становятся частью глобальной сети. Понятие «облако», которое раньше относилось лишь к ИТ-сектору, теперь управляет движением многотонных самосвалов и работой буровых установок на глубине сотен метров. Искусственный интеллект, базирующийся в удаленных дата-центрах, становится «невидимым диспетчером», который видит сквозь породу и время.

Процесс управления начинается на самом нижнем уровне. Каждая единица техники, каждый датчик давления или газоанализатор в шахте генерирует поток данных. Через высокоскоростные подземные сети эти данные устремляются вверх, в «облако». Здесь происходит магия цифровой трансформации: физический мир недр превращается в бесконечные ряды цифр.

Современная интеллектуальная экосистема недропользования строится на трехуровневой модели:

1. Полевой уровень (Edge): Датчики IoT на карьерной технике и в шахтах собирают первичные данные.
2. Транспортный уровень: Сети 5G/Private LTE передают информацию в облако.
3. Облачный уровень (Cloud Intelligence): Здесь сосредоточены мощности для работы генеративного ИИ и глубокого обучения.

Почему именно облако? Мощности локальных компьютеров на руднике недостаточно для обработки терабайтов информации в секунду. В облачных хранилищах ИИ создает «цифрового двойника» месторождения. Алгоритмы машинного обучения моделируют тысячи сценариев: от того, как изменится устойчивость свода при следующем взрыве, до того, какой маршрут беспилотного транспорта будет наиболее экономичным. ИИ управляет недрами не «вслепую», а опираясь на предиктивную аналитику, предвидя проблемы до их реального появления.

Самое захватывающее происходит в момент принятия решения. После анализа данных в облаке ИИ отправляет управляющий сигнал обратно на объект. Это может быть команда на автоматическую остановку конвейера или изменение параметров флотации на обогатительной фабрике. Несмотря на расстояния в тысячи километров между сервером и шахтой, благодаря современным сетям связи это происходит практически мгновенно. Человек в этой схеме превращается в стратега, который лишь наблюдает за тем, как интеллект эффективно и безопасно «вычерпывает» богатства земли.

Использование облаков позволяет создавать динамические цифровые двойники месторождений. В отличие от статичных карт, облачный двойник обновляется каждую секунду. ИИ анализирует эти изменения, позволяя:

- Прогнозировать движение пластов и предотвращать обрушения.
- Оптимизировать траектории бурения с учетом актуальной плотности пород.
- Виртуально тестировать сценарии добычи перед их физическим воплощением.

Централизация интеллекта в облаке снижает капитальные затраты (CAPEX) на IT-инфраструктуру конкретного рудника. По данным на 2025 год, внедрение облачных ИИ-платформ позволяет снизить удельные энергозатраты на 12–15% за счет более точного планирования работы обогатительных фабрик и логистических цепочек.

Будущее горного дела — это не просто «глубже и больше». Это «умнее и безопаснее». Управление недрами через облака — это триумф человеческого гения, позволивший объединить грубую мощь горных машин с тончайшими алгоритмами нейронных сетей. Искусственный интеллект в облаке делает добычу прозрачной, предсказуемой и, что самое важное, безопасной. Мы вступаем в эпоху, когда успех горного предприятия зависит не от силы мышц, а от скорости передачи данных и мощности «облачного разума».

#### **Список использованной литературы:**

1. Акаткин Ю.М., Конявский В.А. Цифровая экономика. Интеллектуальный путь к управлению будущим. — М.: Издательство АСТ, 2023.
2. Клебанов Д.А., Кузнецов М.С. Цифровизация недропользования: от автоматизации к интеллектуальному производству. — М.: Издательство «Горная книга», 2024.

© Ашыров Ю., Абдуллаева А., Агамуратова Н., 2026

## УДК 62

**Ашыров Ю.**, преподаватель,  
**Байрамов Ы.**, студент,  
**Бабаева О.**, студент,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

## КАК ИИ И СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ МЕНЯЮТ ОБЛИК ГОРНОГО ДЕЛА

### Аннотация

В данной статье рассматривается процесс фундаментальной трансформации горнодобывающей отрасли под воздействием искусственного интеллекта (ИИ) и высокоскоростных систем связи нового поколения.

### Ключевые слова:

искусственный интеллект, промышленная связь, цифровая трансформация, горное дело, беспилотный транспорт, предиктивная аналитика, Индустрия 4.0.

Горнодобывающая промышленность, веками ассоциировавшаяся с тяжелым физическим трудом, пылью и шумом, сегодня переживает самую масштабную трансформацию в своей истории. «Лицо» современного рудника — это уже не человек с отбойным молотком, а оператор в цифровом центре управления, координирующий работу флотилии автономных машин.

На наших глазах облик отрасли меняется до неузнаваемости: там, где раньше правили железные рычаги и интуиция мастера, теперь господствуют алгоритмы искусственного интеллекта и невидимые радиоволны высокоскоростной связи.

Традиционно эффективность добычи зависела от грузоподъемности техники и квалификации водителей. ИИ меняет эту логику, перенося центр тяжести на оптимизацию процессов:

- Предиктивное обслуживание: Вместо плановых ремонтов системы ИИ анализируют вибрации и тепловые сигнатуры оборудования, предсказывая поломки до их совершения. Это сокращает простои на 20–30%.

- Интеллектуальное планирование: Алгоритмы машинного обучения за секунды просчитывают тысячи вариантов планов горных работ, выбирая тот, который минимизирует расход топлива и максимизирует извлечение полезного компонента.

Первое, что бросается в глаза при посещении современного «умного» карьера, — это отсутствие привычного хаоса. Каждая единица техники, от гигантского экскаватора до небольшого вспомогательного автомобиля, вплетена в единую сеть. Если раньше связь в карьере ограничивалась прерывистыми переговорами по рации, то сегодня это мощные частные сети LTE и 5G.

Эта «нервная система» позволяет передавать огромные массивы данных в режиме реального времени. Благодаря бесперебойному сигналу, диспетчер в центре управления видит точное местоположение каждой машины с точностью до сантиметра. Качество связи стало тем фундаментом, на котором строится безопасность: системы анти-столкновения мгновенно предупреждают водителей об опасности, блокируя технику в случае критического сближения.

Если связь — это нервы, то искусственный интеллект — это «мозг», который делает добычу осознанной. ИИ меняет саму логику производственных процессов.

Во-первых, это автономность. На горизонт выходят беспилотные самосвалы. Под управлением ИИ они движутся по математически выверенным траекториям, не знают усталости и не совершают ошибок, вызванных «человеческим фактором». Машины работают в связке: экскаватор «сообщает» самосвалу о

готовности к погрузке, а тот, в свою очередь, выбирает оптимальный маршрут к отвалу, исходя из текущей загруженности дорог.

Во-вторых, это предиктивная аналитика. ИИ способен предсказывать поломки до того, как они произойдут. Анализируя вибрации, температуру узлов и состав выхлопных газов, алгоритм понимает, что двигателю нужен сервис, и заранее бронирует место в ремонтном боксе. Это превращает внезапные простои, стоившие миллионы, в плановые десятиминутные проверки.

Важнее всего то, как технологии меняют роль человека. Горное дело перестает быть профессией «повышенного риска». Благодаря связке ИИ и связи, операторы покидают опасные забои и пересаживаются в комфортные офисные кресла.

Дистанционное управление буровыми установками или погрузчиками позволяет человеку находиться за сотни километров от места работы, управляя процессом через джойстики и мониторы с 4K-разрешением.

Будущее горного дела — это не просто «глубже и больше». Это «умнее и безопаснее». Искусственный интеллект и современные технологии связи превращают карьер в высокотехнологичную экосистему, где каждый бит данных работает на эффективность.

Облик отрасли меняется: сегодня горняк — это не человек с киркой, а инженер данных и оператор интеллектуальных систем. Мы стоим на пороге эпохи, когда добыча недр станет абсолютно прозрачным, предсказуемым и экологичным процессом, управляемым силой цифрового разума.

#### **Список использованной литературы:**

1. Дмитриев А.Н. Интеллектуальное горное предприятие: от теории к реализации. — М.: Издательство «Горная книга», 2024.
2. Захаров П.С., Лебедев В.В. Сети связи 5G в промышленном секторе: опыт внедрения. — СПб.: Наука и техника, 2023.

© Ашыров Ю., Байрамов Ы., Бабаева О., 2026

#### **УДК 62**

**Бабамырадов А.**, студент,  
**Нуретдинов З.**, студент,  
**Джепбаров С.**, студент,  
**Атамырадов Д.**, студент,

**Научный руководитель: Назаргулыев Н.** старший преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМ ИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются технические аспекты и методы оптимизации сетевой инфраструктуры в глубоких подземных выработках. Автоматизация горного дела на базе искусственного интеллекта (ИИ) требует передачи огромных массивов данных с минимальной задержкой, что затруднено в условиях замкнутого пространства и экранирования радиосигнала горными породами.

**Ключевые слова:**

глубокие шахты, передача данных, искусственный интеллект, реальное время, граничные вычисления, промышленный интернет вещей (IIoT), задержка сигнала (Latency), оптоволоконные системы связи.

Современная шахта — это самый сложный лабиринт, уходящий на километры под землю, где каждый метр породы становится барьером для радиоволн. В эпоху цифровой трансформации, когда искусственный интеллект (ИИ) должен управлять комбайнами и следить за безопасностью персонала, вопрос передачи данных становится «узким горлышком» прогресса. ИИ требует огромных массивов информации в режиме реального времени, но как доставить эту информацию из забоя на поверхность без задержек?

Глубокие шахты представляют собой экстремальную среду для любых систем связи. Извилистые штреки, металлическое оборудование, высокая влажность и экранирующее действие горных пород вызывают многолучевое затухание и интерференцию. Традиционные решения здесь бессильны: сигнал Wi-Fi гаснет через несколько десятков метров. Для работы ИИ, анализирующего видеопоток с камер беспилотного погрузчика, необходима стабильная полоса пропускания и задержка (latency) не более 10–20 мс.

Основными барьерами для внедрения ИИ в шахтах являются:

1) высокая задержка (Latency): Для автономных систем задержка более 10–20 мс может быть критической.

2) ограниченная пропускная способность: Поток видео высокой четкости для нейросетевого анализа требует стабильных каналов.

3) сложная топология: Постоянное расширение выработок требует гибкой и масштабируемой сети.

Основной путь оптимизации передачи данных сегодня лежит в использовании архитектуры Edge Computing (граничные вычисления). Вместо того чтобы отправлять «сырые» данные из глубины шахты на сервер на поверхности, первичная обработка происходит непосредственно в узлах связи внутри шахты. Нейросеть на «границе» отфильтровывает лишнее, передавая вверх только критически важные метаданные. Это снижает нагрузку на сеть на 70–80%. Для обеспечения работы ИИ в реальном времени применяются следующие методы:

- Промышленные Mesh-сети: самоорганизующиеся сети, где каждое устройство (каска, датчик, машина) является ретранслятором, создавая сплошное покрытие.

- Оптоволокно до забоя: использование защищенных бронированных кабелей как магистралей с последующим развертыванием локальных зон 5G/6G.

- Использование ИИ для оптимизации самой сети: алгоритмы ИИ могут динамически перераспределять частоты и мощность сигнала в зависимости от местонахождения техники, предотвращая «заторы» данных.

Оптимизация передачи данных в глубоких шахтах — это не просто инженерная задача, это фундамент безопасности и эффективности будущего. Без надежной связи «интеллект» машины остается запертым внутри её процессора. Сочетание граничных вычислений и адаптивных протоколов связи позволяет создать надежный фундамент для внедрения «сильного» промышленного ИИ, обеспечивая безопасность и непрерывность производственного цикла. Создание гибридных сетей, сочетающих мощь оптоволоконной, гибкость 5G и быстроту граничных вычислений, позволит превратить темные глубины шахт в прозрачную и управляемую цифровую среду.

**Список использованной литературы:**

1. Антонов И. Ю., Петренко С. А. Информационные системы в подземных выработках: проблемы и решения. — М.: Издательство «Горное дело», 2024.
2. Васильев В. В. Промышленные сети связи нового поколения. — СПб.: Наука и техника, 2023.

© Бабамырадов А., Нуретдинов З., Джембаров С., Атамырадов Д., 2026

УДК 331.45:677.027

**Баженова А.О.,**

Сургутский государственный университет, магистрант,

Сургут, РФ

**Фомина Е.Р.,**

Сургутский государственный университет, старший преподаватель,

Сургут, РФ

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ****Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы оценки качества тканей, применяемых для изготовления специальной (защитной) одежды в условиях импортозамещения. Приводится обзор актуальных научных работ, посвящённых физико-механическим, теплотехническим, гигиеническим и огнестойким свойствам текстильных материалов. Особое внимание уделено отечественным разработкам в области синтетических тканей, утепляющих пакетов, огнестойких пропиток и антистатических волокон. Проанализированы методы комплексной оценки качества материалов, включая функцию желательности Харрингтона и графоаналитические подходы. Отдельно рассмотрены результаты исследований, касающихся долговечности защитных свойств тканей при эксплуатации. Подчёркивается роль импортозамещения как фактора технологического развития текстильной отрасли России и повышения безопасности труда. Сделан вывод о способности отечественных производителей обеспечивать необходимый уровень защиты при условии строгого контроля качества и внедрения инноваций.

**Ключевые слова:**

спецодежда, защитные ткани, импортозамещение, физико-механические свойства, огнестойкие материалы, антистатические свойства, утепляющие прокладки, методы оценки качества, производственный травматизм, синтетические ткани, тепловая защита, износостойкость, безопасность труда.

**Bazhenova A.O., Fomina E.R.****ASSESSMENT OF WORKWEAR FABRIC QUALITY UNDER IMPORT SUBSTITUTION CONDITIONS****Annotation**

This article explores the quality assessment of fabrics used in the production of protective workwear under the conditions of import substitution. It reviews recent scientific studies on the physical, mechanical, thermal, hygienic, and flame-retardant properties of textile materials. Special attention is given to domestic developments in synthetic fabrics, insulating multilayer systems, flame-resistant treatments, and antistatic fibers. The study analyzes comprehensive evaluation methods such as the Harrington desirability function and graphical-analytical approaches. It also examines data on the durability of protective properties during use. The paper highlights the role of import substitution as a driver of technological advancement in the Russian textile industry and a factor contributing to improved occupational safety. The findings confirm that domestic manufacturers are capable of meeting protection standards, provided strict quality control and continued innovation are maintained.

**Keywords:**

workwear, protective fabrics, import substitution, physical and mechanical properties, flame-resistant materials, antistatic properties, insulating layers, quality assessment methods, occupational injuries, synthetic fabrics, thermal protection.

## Введение

Специальная (защитная) одежда является одним из ключевых средств обеспечения безопасности труда. Она предназначена для защиты работников от неблагоприятных факторов производства – будь то экстремальные температуры, открытое пламя, электрические разряды или промышленные загрязнители. К спецодежде предъявляются универсальные требования: она должна быть прочной, износостойкой, удобной, гигиеничной и безопасной для человека. От качества материалов, из которых изготовлена такая одежда, напрямую зависят жизнь и здоровье работников. Неслучайно отсутствие или ненадлежащее применение спецодежды рассматривается как одна из причин производственного травматизма [14]. Например, в железнодорожной отрасли РФ за последние годы до 3–9% смертельных несчастных случаев были связаны с тем, что работники не использовали спецодежду или средства защиты в полном объеме или использовали их ненадлежащим образом [14]. Поэтому повышение качества и надежности защитных тканей – одна из важнейших задач в области охраны труда.

В современных условиях особую актуальность приобретает тема импортозамещения в легкой промышленности. Санкционные и геополитические факторы после 2014 года заставили российский рынок переориентироваться на внутренние ресурсы и снизить зависимость от импорта материалов [18]. Ранее значительная доля тканей для спецодежды ввозилась из-за рубежа, включая высокотехнологичные огнестойкие, антистатические и другие специализированные материалы. Теперь же реализуются программы замещения импортных текстильных материалов отечественными аналогами. В результате к 2024 году внутренняя продукция практически полностью покрывает потребности: объем производства спецодежды в РФ превысил объем импорта в 274 раза (доля импортной продукции менее 0,5% рынка в штуках) [18]. Импортные поставки сведены к минимуму и состоят преимущественно из дешевых хлопчатобумажных униформ низкого ценового сегмента [18]. Напротив, подавляющая часть сложной защитной одежды теперь производится внутри страны – по некоторым данным, уже к 2019 году до 98,8% спецодежды на российском рынке было отечественного производства [18]. Такая ситуация открывает новые возможности для развития российской текстильной отрасли, но и возлагает ответственность за обеспечение надлежащего качества выпускаемых материалов. Государство уделяет этому пристальное внимание: например, в апреле 2024 г. Президент РФ поручил принять меры по увеличению ассортимента отечественной готовой спецодежды, а также производству негорючих тканей, пряжи и нетканых материалов на основе арамидного волокна [17]. Данное поручение отражает приоритетную задачу – создать конкурентоспособные отечественные аналоги высокопрочных и огнестойких материалов, ранее во многом зависимых от импорта.

В этих условиях актуальным является анализ качества тканей для спецодежды именно с точки зрения импортозамещения. Необходимо оценить, насколько отечественные материалы соответствуют строгим требованиям безопасности и эксплуатации, и какие технологии применяются для улучшения их свойств. Настоящая статья посвящена рассмотрению методов оценки качества защитных тканей, а также обзору типов и свойств современных материалов для спецодежды (включая утепленные, синтетические, огнестойкие и антистатические) в контексте импортозамещения.

## Цели исследования

Цель работы: проанализировать качество материалов специальной одежды в условиях импортозамещения, обобщив современные требования, методы оценки и достижения в области разработки защитных тканей.

Для достижения указанной цели в статье решаются следующие задачи:

1. Анализ тенденций импортозамещения в сегменте тканей для спецодежды и их влияния на ассортимент и требования к качеству материалов.
2. Обзор методов оценки качества текстильных материалов для специальной одежды, включая стандартные испытания и комплексные показатели.

3. Исследование типов и свойств тканей, используемых в спецодежде: утепляющие многослойные пакеты, материалы на основе синтетических волокон, ткани с огнестойкой пропиткой и антистатическими характеристиками.

4. Связь качества спецодежды с безопасностью труда – рассмотрение влияния свойств материалов на уровень производственного травматизма и обоснование необходимости высоких стандартов качества при замещении импорта.

### Обзор литературы

Одним из важных элементов безопасных условий труда является наличие качественной спецодежды [9]. В научной литературе широко исследуются вопросы производственного травматизма и профилактики несчастных случаев на производстве [14]. Отмечено, что применение эффективных средств индивидуальной защиты, включая спецодежду, позволяет существенно снизить риск травм и профзаболеваний. И.А. Быстров и Ю.И. Харламова провели анализ статистики травматизма на предприятиях транспорта и показали, что отсутствие или неиспользование спецодежды напрямую коррелирует с ростом травматизма. Ими обоснована необходимость создания специализированных сервисных центров по обеспечению работников СИЗ, что позволит повысить доступность качественной спецодежды и уменьшить случаи её неприменения. Выводы исследователей однозначны: обеспечение работников современной и качественной специальной одеждой – ключевое условие снижения травматизма на производстве.

Переход на отечественные материалы в производстве спецодежды сопровождался ростом числа исследований, посвященных качеству и свойствам новых тканей. В последние годы рынок спецодежды в России демонстрирует заметные изменения под влиянием программ импортозамещения. Как отмечается в аналитических обзорах, санкции 2014-2024 годов стимулировали локализацию: если раньше значительная часть специализированных тканей и готовой экипировки импортировалась, то к настоящему времени разработаны отечественные аналоги и налажено собственное производство большинства позиций [18]. Уже к 2019 г. порядка 90–99% спецодежды, используемой в промышленности (например, в нефтегазовом секторе), составляла продукция российских производителей. Импортозамещение особо продвинулось в сегменте сложной защитной одежды: появились отечественные огнестойкие ткани, мембранные материалы, химически стойкие и т.д. Тем не менее, часть высокотехнологичных компонентов (например, «умные» материалы, сложные композиционные ткани) до недавнего времени почти полностью завозилась из-за рубежа. Сейчас их производство начинают осваивать и в России, параллельно совершенствуя технологии пошива и обработки тканей. Таким образом, в научных источниках подчёркивается двоякая задача: с одной стороны, достичь максимальной независимости от импорта, с другой – не уступать ему по качеству и инновационности материалов.

Качество тканей для спецодежды исследуется по нескольким направлениям. Во-первых, это оценка тепловых и климатических свойств материалов для средств защиты от холода. Так, А.Р. Камарова провела анализ ассортимента утепляющих прокладок (утеплителей), применяемых в спецодежде для холодных климатических условий. Показано, что основной компонент такой одежды – утепляющая прослойка – во многом определяет ее эффективность. Автором рассмотрены как натуральные утеплители (шерсть, ватин и др.), так и синтетические (например, синтепон, материалы типа Thinsulate и др.). Отмечается, что современный материал *Thinsulate* обладает уникальной комбинацией легкости и теплоизоляции: он не теряет структуры после многократных стирок, не сваливается и не расслаивается; по способности сохранять тепло *Thinsulate* значительно превосходит пух [11]. Однако у данного материала фактически нет аналогов в мире, что создает вызов для импортозамещения – требуется разработка сопоставимых по свойствам отечественных утеплителей. Сравнивая натуральные и синтетические утепляющие прокладки, А.Р. Камарова выделяет их плюсы и минусы. Натуральные утеплители (например, шерстяные) обеспечивают высокую теплозащиту, хорошую воздухопроницаемость, гигроскопичность и не

накапливают статическое электричество. Их недостатки – значительная усадка при намокании, склонность к смятию, большой вес, подверженность гниению и высокая стоимость. Синтетические утеплители более долговечны, упруги, экономичны, сохраняют форму, не вызывают аллергии и отводят влагу. В то же время они обычно обладают лишь средней степенью теплоизоляции и способны электризоваться. Качество утеплителя, по данным исследования, рекомендуется оценивать сразу по целому комплексу критериев: теплопроводности (теплоизоляции), воздухопроницаемости, влагопоглощению, толщине и массе, способности волокон мигрировать, экологической безопасности, антистатическим свойствам, огнестойкости, долговечности, устойчивости к деформациям, способности удерживать форму и пригодности к чистке [11]. Такой многофакторный подход позволяет объективно сравнить различные материалы и выбрать оптимальный для конкретных условий эксплуатации.

Во-вторых, существенное внимание уделяется механическим и гигиеническим свойствам тканей на основе синтетических волокон. С развитием химической промышленности доля синтетики и смесовых тканей в спецодежде постоянно растёт. А.А. Кириллин и О.С. Сачкова проанализировали физико-механические показатели различных комплектов спецодежды для строителей, сравнив новый опытный костюм из современной синтетической ткани с традиционным костюмом из смесовой (хлопково-полиэфирной) ткани [12]. Выявлено, что при несколько меньшей поверхностной плотности ( $187 \frac{\text{г}}{\text{м}^2}$  против  $212 \frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ ) чисто синтетическая ткань не уступает смешанной по прочностным показателям, а по ряду параметров даже превосходит её более чем в 3 раза. Легкий синтетический материал обеспечил высокую разрывную прочность и износостойкость при существенно меньшем весе костюма. Отмечено, что использование такой ткани позволяет повысить долговечность спецодежды и повысить комфорт за счёт снижения общей массы комплекта. Данное исследование демонстрирует потенциал современных синтетических материалов в улучшении качества спецодежды: благодаря им возможно заменить тяжелые хлопчатобумажные ткани более легкими, но прочными аналогами без ущерба для защитных свойств. Это особенно важно в условиях импортозамещения, так как отечественная промышленность освоило производство широкого спектра полиэфирных и смесовых тканей.

Следующий важный аспект – огнестойкость и пожаробезопасность материалов спецодежды. Легковоспламеняемость одежды представляет серьезную опасность: по статистике, высокая горючесть текстильных материалов и быстрое распространение пламени приводят к тяжелым последствиям при пожарах [1]. В связи с этим во многих странах законодательно запрещено применение горючих тканей при изготовлении спецодежды для работ во взрыво- и пожароопасных условиях (например, при риске контакта с раскаленным металлом), а также для одежды детей, пожилых, для постельных принадлежностей и т.п.. Поэтому разработка эффективных огнестойких тканей и пропиток – приоритетная задача в легкой промышленности. Дюссенбиева и др. (Chemical Journal of Kazakhstan, 2024) провели исследование по созданию огнезащитных составов для обработки полиэфирных и хлопкополиэфирных тканей. Авторами проанализированы существующие методы придания тканям трудновоспламеняемых свойств и предложена собственная технология пропитки, включающая составы на основе гексаметафосфата натрия, полиэтиленгликоля и мочевины. В качестве объектов испытаний выбраны несколько видов тканей разного состава (100% полиэстер и смеси полиэстера с хлопком различной плотности). Результаты показали, что разработанные огнезащитные пропитки эффективно снижают горючесть материалов. Были подобраны оптимальные концентрации пропитывающих компонентов и режимы термообработки, при которых достигается требуемая огнестойкость. Важно подчеркнуть, что огнезащитная обработка не ухудшила физических и потребительских свойств тканей. По заключению авторов, нанесение данных составов обеспечивает тканям устойчивость к пламени без снижения прочности и других качественных показателей, что делает технологию пригодной для промышленного

применения. Таким образом, отечественная наука предлагает решения, позволяющие получать негорючие текстильные материалы, соответствующие мировым стандартам, из доступных компонентов – что полностью вписывается в концепцию импортозамещения.

Наконец, значимый пласт исследований посвящен методам комплексной оценки качества материалов для спецодежды. Традиционно свойства тканей оцениваются по отдельным показателям (прочность при разрыве, истираемость, воздухопроницаемость, гидрофобность, электризация и др.), согласно ГОСТ и отраслевым стандартам. Однако для обобщенной сравнительной оценки разных образцов применяются и интегральные методики. Так, Т.А. Добровольская и А.А. Маслова предложили использовать графоаналитический метод и обобщенную функцию желательности Харрингтона для комплексной оценки уровня качества тканей спецодежды [9]. В их работе (2023 г.) десять образцов тканей были проанализированы с помощью двух указанных методов, рассчитывался интегральный показатель качества каждого образца. Согласно установленным критериям, минимально допустимый уровень комплексного показателя  $D$  был принят равным 0,64 (нижняя граница оценки «хорошо»). Выявлено, что оба подхода (и графоаналитический, и функция желательности) дали согласующиеся результаты: в выборке образцов ткани № 4 и № 8 имели неудовлетворительный уровень качества ( $D < 0,64$ ) и потому не могут рекомендоваться для пошива спецодежды. Остальные образцы продемонстрировали приемлемое и хорошее качество ( $D$  от  $\sim 0,70$  до  $0,93$ ). Таким образом, комплексная оценка позволила выявить слабые материалы, не удовлетворяющие повышенным требованиям безопасности. Авторы отмечают, что графоаналитический метод (основанный на площади фигуры, образованной нормированными показателями свойств) и функция желательности Харрингтона дополняют друг друга и могут успешно применяться для ранжирования материалов по общему уровню качества [9]. Применение таких методов особенно актуально при расширении ассортимента отечественных тканей: оно помогает службам качества отслеживать соответствие новых материалов требованиям ГОСТ (например, ГОСТ Р 57877–2017 на спецодежду [8] [9]) и отбирать лучшие аналоги импортных образцов.

Также интерес представляют работы, где оценивается долговечность защитных свойств тканей в процессе эксплуатации. Е.Д. Ефанов и Ю.С. Шустов (2021) провели исследования изменений качественных показателей тканей спецодежды работников авторемонтных предприятий в условиях реальной носки [10]. Они сравнили несколько марок тканей, широко применяемых для спецодежды автомехаников (в том числе смесовые и с специальными покрытиями типа «Консул Антистат»), по параметрам нефтепроницаемости, маслостойкости и прочности до и после многократных стирок. Выяснилось, что неоднократные стирки ощутимо влияют на маслоотталкивающие свойства материалов – у ряда образцов показатель устойчивости к пропитыванию маслом заметно снизился после 25–50 циклов стирки. Одновременно замеры разрывной нагрузки показали уменьшение прочности ткани по мере накопления стирок и воздействия технологических жидкостей (например, трансмиссионного масла). Степень деградации различалась для разных материалов: некоторые современные смесовые ткани (например, с водо- и маслоотталкивающей пропиткой) сохраняли приемлемую прочность даже после интенсивной эксплуатации, тогда как более дешевые саржевые ткани теряли до 40–50% прочностных показателей. Эти результаты подчёркивают необходимость учитывать ресурс и условия эксплуатации при выборе материала: важна не только начальная стойкость новой ткани, но и сохранение защитных свойств на протяжении всего срока службы спецодежды.

В целом обзор литературы показывает, что в последние годы в России сформировалась научная база, поддерживающая курс на импортозамещение в сфере защитных текстильных материалов. Исследования охватывают широкий спектр вопросов – от разработки новых утеплителей и огнезащитных пропиток до совершенствования методов оценки качества и изучения эксплуатационной стойкости

тканей. Это создает предпосылки для повышения качества отечественной спецодежды до уровня мировых стандартов.

### Результат анализа

Импортозамещение и качество материалов. Исследования подтверждают, что переход на отечественные материалы для спецодежды возможен без снижения качества изделий. Доля импортных тканей в сегменте спецодежды сейчас сведена к минимуму [18], при этом отечественные производители уже освоили выпуск большинства необходимых видов тканей – от легких смесовых до специализированных огнестойких. Импортозамещение стимулировало разработку новых материалов: так, вместо зарубежных утеплителей типа *Thinsulate* начали активнее применяться комбинации синтепона, шерсти, хлопчатобумажных отходов и других локальных ресурсов [16]. Экспериментальные работы (например, в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности) демонстрируют, что использование отходов хлопка, шелкового волокна и шерсти в качестве утепляющих прокладок вполне возможно – полученные многослойные пакеты спецодежды обеспечивают требуемую теплозащиту при правильном сочетании слоев. Конечно, ни шерстяной ватин, ни синтепон пока не достигли эффективности *Thinsulate*, однако активный поиск альтернатив повышает автономность отрасли. Важно, что при замещении импорта особое внимание уделяется соответствию материалов строгим эксплуатационным требованиям. Примером служит перечисление критериев качества утеплителя [11]: отечественные аналоги должны удовлетворять по возможности всему комплексу – от термоизоляции до экологической безопасности и антистатичности. Таким образом, импортозамещение в данном контексте – не просто замена одного источника поставки на другой, а системная работа по обеспечению высокого качества и надежности российских материалов.

Современные виды тканей и их свойства. Благодаря научным достижениям, на рынке появились отечественные ткани с улучшенными характеристиками, ранее доступными преимущественно в импортных образцах. Во-первых, новые синтетические и смесовые ткани обеспечивают высокую прочность при меньшей массе. Это показали испытания в строительной отрасли: облегченная полиэфирная ткань российского производства превзошла традиционную хлопкополиэфирную по ряду механических показателей [12]. Ее применение делает спецодежду более легкой и удобной, что повышает вероятность того, что рабочие будут ее регулярно носить, не испытывая дискомфорта. Косвенно это влияет и на безопасность: комфортная одежда реже игнорируется персоналом, а значит, лучше выполняет свою защитную функцию. Во-вторых, огнестойкие материалы для спецодежды теперь также создаются внутри страны. Если ранее ткани с арамидным волокном (типа *Nomex*) практически полностью импортировались, то сейчас ведется работа по производству собственных арамидных полотен и огнезащитных пропиток [17]. Приведенное исследование огнеупорных пропиток для полиэфирных тканей [1] демонстрирует, что даже без привлечения дорогостоящих импортных добавок можно добиться требуемой негорючести. Это особенно актуально для отраслей с повышенным риском возгорания (нефтегаз, металлургия, энергетика): рабочие должны быть обеспечены костюмами, которые не вспыхнут от искры или капли расплавленного металла. В-третьих, разрабатываются ткани с антистатическими и специальными свойствами. Антистатичность критична на взрывоопасных объектах и при работе с электроникой – скопление заряда на одежде может вызвать искру или вывести из строя чувствительное оборудование. Достичь антистатических свойств позволяет введение в ткань проводящих нитей (например, с углеродным или металлизированным волокном) либо нанесение антистатических покрытий. В российской практике уже применяются ткани типа «Консул-Антистат» и аналогичные, содержащие электропроводящие нити по основе [10]. Они обеспечивают отвод заряда с поверхности одежды. При этом испытания показывают, что такие материалы по прочности и износостойкости сопоставимы с

обычными плотными тканями и выдерживают многократные стирки [10]. Наконец, следует упомянуть специализированные ткани с защитой от химических воздействий, влаги, электрической дуги и др. – их тоже всё чаще производят локально. Например, появление российских мембранных тканей позволило шить влагозащитную и дышащую спецодежду, не уступающую импортным аналогам. В совокупности, расширение линейки отечественных тканей – от теплозащитных до огне- и электростойких – свидетельствует о том, что импортозамещение сопровождается технологическим прогрессом, а не приводит к компромиссам по безопасности.

Методы оценки и контроль качества. Чтобы гарантировать, что новые материалы действительно соответствуют требованиям, используются как традиционные испытания, так и комплексные методики оценки. Стандарты (ГОСТы) регламентируют минимальные показатели прочности, стойкости к истиранию, воздухопроницаемости, устойчивости окраски и пр. для тканей спецназначения. Однако при наличии множества альтернативных материалов возникает задача сравнительного ранжирования и выбора оптимального. Здесь на помощь приходят методы комплексной оценки, описанные в литературе [9]. Применение функции желательности Харрингтона, например, позволяет свести воедино результаты по десяткам разных тестов и получить единый индекс качества образца. Если этот интегральный индекс ниже заданного порога, материал бракуется для использования в спецодежде. Такой подход уже доказал эффективность: в эксперименте две из десяти отечественных тканей не прошли порог и были признаны непригодными, тогда как остальные соответствовали уровню “хорошо” и “отлично”. Это показывает, что даже при доминировании внутреннего производства нельзя снижать планку требований – напротив, необходим жесткий отбор. Качество должно подтверждаться испытаниями и в новых, и в эксплуатируемых состояниях. Последнее означает учет ресурса: лабораторные тесты все чаще дополняют имитацией старения (стирки, механические воздействия, климатические циклы), чтобы проверить, как сохранится защита через год-два носки [10]. Организация надлежащего контроля качества в масштабах отрасли – обязательное условие успешного импортозамещения, иначе рынок наводнят недолговечные материалы. Отрадно, что формируется система сертификации СИЗ, требующая подтверждения соответствия отечественных тканей установленным нормативам [14]. Результатом должен стать единый высокий стандарт: работник в российской спецодежде должен быть так же защищен, как и в лучшем импортном аналоге.

Безопасность труда и эффективность спецодежды. Конечная цель всех рассматриваемых мероприятий – снижение травматизма и профессиональных рисков за счет качественной спецодежды. Как видно из статистики, сами по себе программы обеспечения СИЗ не гарантируют безопасности, если одежда неудобна или недостаточно надежна – люди могут ею пренебрегать [14]. Поэтому улучшение потребительских свойств (эргономика, комфорт, дизайн) является неотъемлемой частью повышения качества. Современные тенденции включают эргономичный крой, дышащие вставки, снижение веса экипировки без потери защиты [12]. Всё это направлено на то, чтобы спецодежда стала привычным и естественным элементом труда, а не обузой для работника. Импортозамещение не должно сводиться лишь к экономии или независимости – по сути, оно приносит пользу только тогда, когда отечественные материалы реально защищают людей и служат достаточно долго. Создание инфраструктуры (сервисные центры по уходу за СИЗ, ремонт и стирка) дополняет эту задачу [14], обеспечивая поддержание защитных свойств одежды в течение всего срока носки. В итоге, инвестиции в качество спецодежды окупаются сохраненными жизнями и здоровьем, снижением потерь от несчастных случаев и повышением производительности труда.

### **Выводы**

Проведенный анализ показывает, что в условиях импортозамещения отечественная индустрия

спецодежды способна обеспечить высокий уровень качества текстильных материалов при условии строгого контроля и внедрения инноваций. Основные выводы исследования можно сформулировать следующим образом:

1. Импортозамещение как драйвер развития. Отказ от импорта стимулировал появление российских аналогов практически всех видов защитных тканей – от утеплителей до огнестойких и антистатических. Государственная поддержка и спрос на локальную продукцию привели к тому, что доля импорта спецодежды в РФ сегодня снизилась до считанных процентов [18]. Это значительно повысило технологическую независимость отрасли и открыло возможности для создания собственной сырьевой базы высокопрочных волокон (арамидных, углеродных и др.).

2. Разнообразие и качество материалов. В распоряжении производителей спецодежды теперь имеется широкий спектр отечественных тканей с необходимыми свойствами. Натуральные и синтетические утеплители, комбинированные многослойные пакеты обеспечивают защиту от холода вплоть до крайне низких температур. Современные синтетические ткани позволяют шить более легкую, но прочную одежду [12], улучшая удобство эксплуатации. Разработаны технологии придания тканям огнестойкости без ущерба для их прочности [1], а также доступны материалы с антистатическими, масло- и водоотталкивающими характеристиками. По основным параметрам (прочность, износостойкость, теплопроводность, пожаробезопасность и др.) лучшие образцы российских тканей соответствуют мировым стандартам, что подтверждено испытаниями и исследованиями.

3. Методы оценки соответствия. Для обеспечения надлежащего качества применяется система стандартизации и многоуровневого тестирования. Наряду с классическими ГОСТ-испытаниями внедряются комплексные методы анализа, позволяющие интегрально оценивать качество материала. Такой подход особенно важен при постоянном появлении новых отечественных разработок: объективное сравнение с эталонными показателями гарантирует, что на рынок не попадут материалы, не дотягивающие до требований безопасности. Кроме того, акцент смещается на испытания устойчивости свойств в процессе носки (износ, стирки, внешние воздействия) [10], что обеспечивает контроль не только стартового, но и сохраняющегося качества спецодежды.

4. Влияние на безопасность труда. Качественная спецодежда прямо воздействует на снижение уровня производственного травматизма. Обеспечение работников современными защитными комплектами совместно с обучением их правильному использованию приводит к сокращению числа инцидентов, связанных с отсутствием или неэффективностью средств защиты [14]. Внедрение новых материалов, более удобных и надежных, повышает приверженность персонала требованиям охраны труда. В итоге выигрывают все: работники получают лучшую защиту и комфорт, работодатели – снижение травматизма и потерь рабочего времени, а экономика – снижение социальных и страховых издержек.

Таким образом, анализ качества тканей для спецодежды в контексте импортозамещения демонстрирует успешное движение к полной обеспеченности отечественными материалами без компромисса в безопасности. Для закрепления достигнутого необходимо продолжать научные исследования, направленные на создание новых видов защитных тканей (например, *smart*-материалов, самоочищающихся покрытий, биостойких и др.), и совершенствовать нормативную базу их оценки. Только при условии, что российская спецодежда будет отвечать самым высоким стандартам качества, импортозамещение действительно оправдывает себя, превратившись из вынужденной меры в фактор технологического прогресса и гарант безопасности отечественных работников.

#### **Список использованной литературы:**

1. Dyussenbiyeva K.Zh., Burkitbay A. Creation of flame retardant compositions for polyester and cotton-polyester textile materials // Chemical Journal of Kazakhstan. – 2024. – Vol. 4, № 88. – P. 123–131. – DOI:

<https://doi.org/10.51580/2024-4.2710-1185.55> (дата обращения: 01.05.2025).

2. Белов С. А., Горбунов С. А. Сервисное обеспечение работников средствами индивидуальной защиты как фактор снижения травматизма // Человек и труд. – 2022. – № 10. – С. 25–29.
3. Быстров И. А., Харламова Ю. И. Повышение уровня профилактики производственного травматизма на предприятиях транспорта // Современные научные исследования и инновации. – 2023. – № 2(48). – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2023/02/107973> (дата обращения: 01.05.2025).
4. ГОСТ 11209–2014. Материалы текстильные. Метод определения сопротивления проникновению жидкостей. – М.: Стандартинформ, 2015.
5. ГОСТ 12.4.103–83. Одежда специальная защитная. Классификация и обозначение. – М.: Стандартинформ, 2005.
6. ГОСТ ISO 6530–2012. Одежда защитная. Защита от жидкостей. Метод оценки отталкивания и сопротивления проникновению жидкостей. – М.: Стандартинформ, 2013.
7. ГОСТ Р 12.4.230–2007. Одежда специальная. Метод определения устойчивости к воздействию нефти и нефтепродуктов. – М.: Стандартинформ, 2007.
8. ГОСТ Р 57877–2017. Одежда специальная защитная. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2018.
9. Добровольская Т.А., Маслова А.А. Сравнительный анализ методов комплексной оценки качества материалов для спецодежды // Технологии и техника: пути инновационного развития: сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. – Курск: ЮЗГУ, 2023. – С. 243–248.
10. Ефанов Е.Д., Шустов Ю.С. Исследование изменений специализированных показателей качества тканей для специальной одежды работников авторемонтных предприятий в процессе эксплуатации // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 4. – С. 166–170.
11. Камарова А.Р. Анализ ассортимента утепляющих прокладок, представленных на рынке в качестве проектирования спецодежды для холодных климатических зон // Актуальные проблемы и перспективы развития лёгкой и текстильной промышленности: сб. науч. ст. – Иваново: ИГЭУ, 2021. – С. 43–48.
12. Кириллин А.А., Сачков О.С. Исследование теплофизических и гигиенических характеристик спецодежды строителей // Безопасность в техносфере. – 2022. – № 3. – С. 28–36.
13. Лобанова А. Импортзамещение на рынке спецодежды: что изменилось за 10 лет // Forbes.ru. – 2024. – 4 сент. – URL: <https://www.forbes.ru/forbeslife/498131-importozameshenie-na-rynke-specodezdy> (дата обращения: 01.05.2025).
14. Обеспечение средствами индивидуальной защиты / под ред. А.А. Рогова. – М.: Академия труда и социальных отношений, 2022. – 246 с.
15. Президент РФ. Поручения по итогам совещания по развитию лёгкой промышленности от 11.04.2024 г. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/73627> (дата обращения: 01.05.2025).
16. Пулатова С.У., Гайбуллаева Н.З., Эсанова М. Исследование теплозащитных свойств пакета материалов спецодежды для работников с холодильными устройствами // Бухарский инженерно-технологический институт. – 2022. – 8 с.
17. Российский текстиль привлёк покупателей из стран Азии и Ближнего Востока [Электронный ресурс] // Ведомости. – 2024. – 22 июля. – URL: [https://www.vedomosti.ru/industry/industrial\\_policy/articles/2024/07/22/1051468-rossiiskii-tekstil-privlek-pokupatelei](https://www.vedomosti.ru/industry/industrial_policy/articles/2024/07/22/1051468-rossiiskii-tekstil-privlek-pokupatelei) (дата обращения: 01.05.2025).
18. Рынок рабочей одежды в России и СНГ — 2025: обзор и тренды [Электронный ресурс] // Luminorica.dev. – 2025. – 19 фев. – URL: <https://luminorica.dev/2025/02/19/rynok-rabochej-odezhdy-v-rossii-i-sng-2025-obzor-i-trendy/> (дата обращения: 01.05.2025).
19. Топ-10 причин производственного травматизма в строительстве по данным Минстроя // GetSIZ.ru. –

2024. – 22 апр. – URL: <https://getsiz.ru/nepriemenie-siz-ostaetsya-odnoi-iz-gl.html> (дата обращения: 01.05.2025).

© Баженова А.О., Фомина Е.Р., 2026

**УДК 62**

**Бердиев Р.**, преподаватель,

**Оразметова З.**, преподаватель,

**Азадов М.**, студент,

**Бабамырадов Б.**, студент,

**Научный руководитель: Сулеймангулыев А.** старший преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАМЕРОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

### **Аннотация**

В данной статье рассматривается эволюция методов маркшейдерского контроля в условиях подземных горных работ. Анализируются переход от традиционных инструментальных замеров к современным технологиям автоматизации: наземному и мобильному лазерному сканированию (Lidar), фотограмметрии и применению беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

### **Ключевые слова:**

маркшейдерия, автоматизация, лазерное сканирование, LiDAR, БПЛА в шахтах, SLAM-технологии, подземные выработки, цифровая модель месторождения.

Маркшейдерия — это «глаза» горного предприятия. От точности геометрических замеров зависит не только эффективность отработки месторождения, но и жизни людей, находящихся под землей. Долгое время маркшейдерский замер в шахте был синонимом тяжелого ручного труда в условиях ограниченной видимости и опасности обрушений. Однако сегодня автоматизация превращает этот процесс в мгновенное цифровое сканирование, создавая безупречную математическую копию подземного пространства.

Классические замеры с использованием тахеометров требовали длительного присутствия человека в опасной зоне забоя. Автоматизация привнесла технологию LiDAR (лазерное сканирование). Современный сканер за несколько секунд выпускает миллионы лучей, фиксируя каждую неровность свода и объем отбитой горной массы. Это исключает «человеческий фактор» и ошибки округления, которые в масштабах крупного рудника могут приводить к значительным финансовым потерям.

Одним из самых ярких проявлений автоматизации стало использование автономных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных системами SLAM (одновременная навигация и картографирование). В условиях отсутствия GPS такие дроны способны самостоятельно пролетать в опасные очистные пространства или заваленные штреки, куда доступ человеку запрещен. Они создают плотные «облака точек», которые мгновенно передаются в маркшейдерский отдел через подземные сети связи.

Автоматизация замеров ценна не сама по себе, а как часть единой системы. Полученные данные

автоматически интегрируются в горно-геологические информационные системы (ГГИС). Искусственный интеллект сравнивает проектный контур выработки с фактическим, выявляя отклонения или зоны потенциальной неустойчивости. Таким образом, маркшейдерский замер из периодической процедуры превращается в непрерывный поток данных, поддерживающий «цифрового двойника» шахты в актуальном состоянии.

Автоматизированные замеры теряют часть своей ценности без оперативной обработки. Современные программные комплексы позволяют:

- Автоматически вычислять объемы добытой горной массы.
- Сверять фактическое направление проходки с проектным в режиме реального времени.
- Визуализировать отклонения на маркшейдерских планах в облачных сервисах, доступных главным инженерам и геологам.

Переход к автоматизированным замерам позволяет:

- Сократить время на проведение съемок на 60–80%.
- Повысить точность определения объемов, что снижает погрешность в расчетах с подрядчиками.
- Реализовать концепцию «безопасного измерения», полностью исключив присутствие маркшейдера в зонах риска обрушения.

Автоматизация маркшейдерских работ — это не просто замена рулетки на лазер. Это смена парадигмы управления недрами. Когда замеры происходят в реальном времени и без участия человека в опасных зонах, предприятие получает беспрецедентный уровень контроля. В будущем полностью автоматизированная маркшейдерия станет основой для роботов-проходчиков, которые будут самостоятельно ориентироваться в пространстве, ведя добычу с идеальной точностью по цифровым чертежам.

#### **Список использованной литературы:**

1. Охотин В.Н. Автоматизированные системы маркшейдерского обеспечения. — М.: Издательство «Недра», 2024.
2. Попов С.А., Васильев Д.В. Лазерное сканирование и фотограмметрия в горном деле. — СПб.: Издательство «Горный институт», 2023.

© Бердиев Р., Оразметова З., Азадов М., Бабамырадов Б., 2026

**УДК 004.416.6**

**Глаженков А.И.**

магистрант 2 курса СамГТУ  
г. Самара, РФ

### **АЛГОРИТМ БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

#### **Аннотация**

Разработан алгоритм контроля и управления доступом на объектах электроэнергетики, позволяющий модернизировать устаревшие, уже существующие решения и принципы физического доступа на подстанции, а также защиты необходимых для этого данных. Посредством реализации единой

системы, включающие компоненты двухфакторной аутентификации, централизованной и локальной базы данных, независимой архитектуры передачи данных под руководством непосредственно алгоритма, достигнута работоспособная система, расширяющая будущие возможности в области обеспечения безопасности на подстанциях городского типа.

**Ключевые слова:**

СКУД, безопасность на подстанциях, двухфакторная аутентификация, алгоритм безопасного управления, интеллектуальные системы.

Существующие подходы и решения, касаемые безопасности на объектах электроэнергетики, электроснабжающих организаций, подстанциях различного назначения, вслед за развитием технологий, также требуют пересмотра реализации данного вопроса. Вопрос безопасного доступа на подстанции во время проведения работ различного характера, будь то строительно-монтажные, наладка, техническое обслуживание, иные плановые работы, становится в числе проблем далеко не последней важности. По этой причине особое внимание при проектировании новых объектов или реконструкции существующих, придается отдельное внимание совершенствованию охранной системы и системы контроля управления доступом, а также их интеллектуализации.

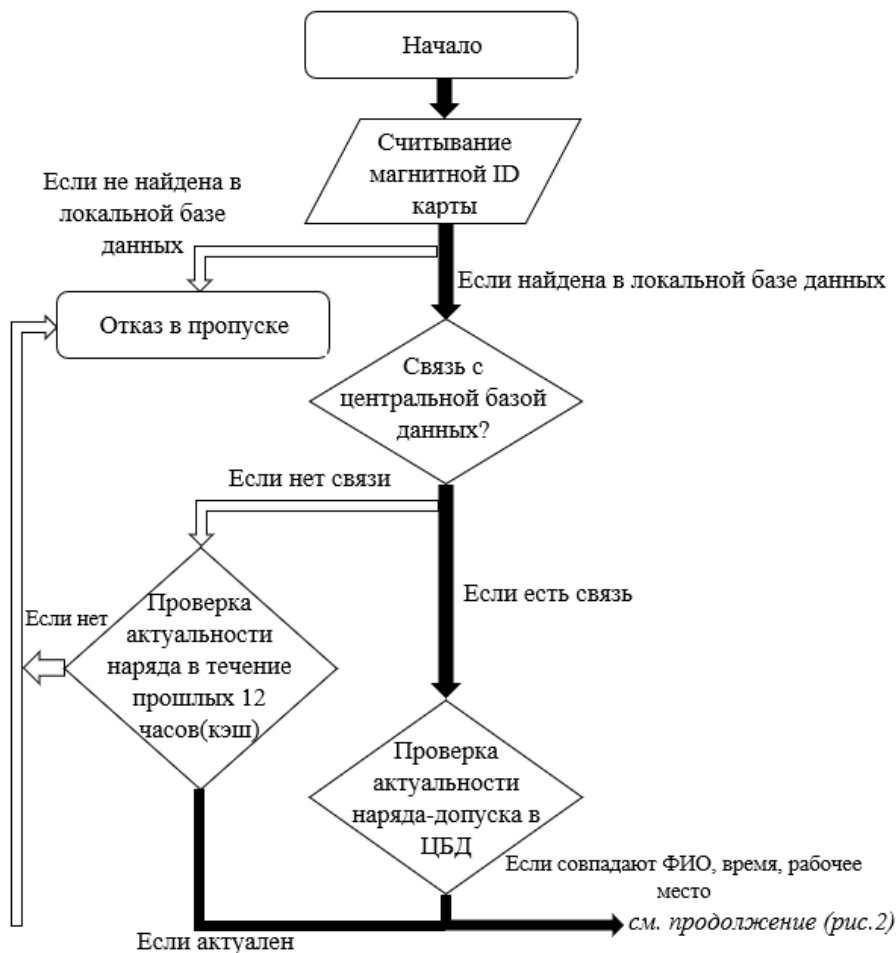


Рисунок 1 – Начало упрощенной блок-схемы алгоритма

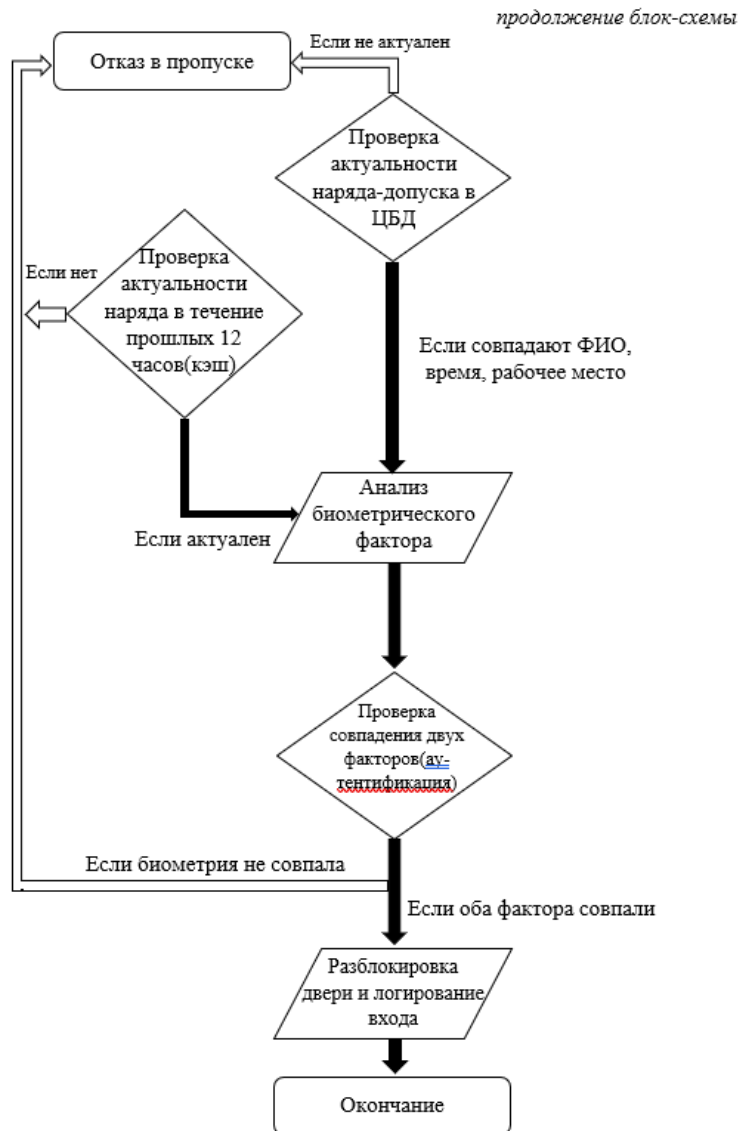


Рисунок 2 – Продолжение упрощенной блок-схемы алгоритма

Главное преимущество данного алгоритма заключается в исключении внешнего влияния на решение о проходе в недоступную рабочую зону, территорию объекта, поскольку оператор-диспетчер не имеет физической возможности повлиять на допуск или недопуск человека в защищаемую зону.

Идея интеллектуализации - двухфакторная аутентификация (ID карточка и биометрия по сопоставлению видеоданных с фотокарточкой из базы данных), объединенная с базой данных нарядов-допусков, позволяет исключить необоснованное нахождение посторонних людей и работу в местах, в которых халатность чревата серьезными экономическими последствиями и ситуациями, подвергающими риску безопасности жизнедеятельности работников.

Защита данных реализуется применением независимой интегрированной информационной шины безопасности, расположенной на объекте централизованной базы данных, что снижает риск кибератак. Это позволяет провести необходимые проверки актуальности нарядов-допусков для надежной работы алгоритма. Также при построении ЛВС, сеть не должна быть сегментирована, а шифрование данных должно быть реализовано применением защищенных протоколов передачи данных.

#### Список использованной литературы:

1. Биометрические системы контроля и управления доступом в задачах защиты информации : учебно-метод. пособие / В.В. Вихман, А.А. Якименко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 54 с.

2. Ворона В.А., Тихонов В. А. Системы контроля и управления доступом. - М.: Горячая Линия, 2010. - 272 с.
3. ГОСТ Р 51241-2008 Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. ГОСТ Р 53704-2009 Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования.

© Глаженков А.И., 2026

## УДК 62

**Джурабаев А.**, студент,  
**Мансуров Д.**, студент,  
**Довранова М.**, студент,  
**Рахманова О.**, студент,

**Научный руководитель: Бабаев Б.** преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

### УМНЫЙ КАРЬЕР: КАК СВЯЗКА ИИ И БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СНИЖАЕТ ИЗДЕРЖКИ И ПОВЫШАЕТ БЕЗОПАСНОСТЬ

#### Аннотация

В статье рассматривается трансформация горнодобывающей отрасли через внедрение концепции «Умного карьера». Автор анализирует синергию искусственного интеллекта (ИИ) и современных беспроводных сетей (промышленные Wi-Fi, 4G/5G LTE), выявляя их влияние на операционную эффективность.

#### Ключевые слова:

умный карьер, искусственный интеллект, промышленный интернет вещей (IIoT), беспроводные технологии, 5G, автоматизация добычи, промышленная безопасность.

Современная горнодобывающая промышленность переживает эпоху «тихой революции». На смену суровому и опасному труду, основанному исключительно на интуиции инженеров и выносливости рабочих, приходит концепция «Умного карьера». В её основе лежит уникальный технологический симбиоз: искусственный интеллект (ИИ) как «мозг» предприятия и высокоскоростные беспроводные сети как его «нервная система».

Традиционные карьеры — это сложнейшие объекты с меняющимся рельефом, огромными глубинами и обилием металлической техники, создающей помехи. В таких условиях обычный Wi-Fi бессилён. На помощь приходят частные сети LTE и 5G (Private Networks).

Они обеспечивают бесперебойную передачу данных в реальном времени с минимальными задержками. Без этой «связующей нити» работа ИИ была бы невозможна, ведь для принятия решений алгоритмам нужны актуальные данные с тысяч датчиков, установленных на самосвалах, экскаваторах и буровых установках. Когда данные собраны и переданы, в дело вступает ИИ. Его влияние на снижение издержек проявляется в трех ключевых аспектах:

1. Оптимизация логистики: В обычном карьере самосвалы часто простаивают в очередях к экскаватору. ИИ-диспетчер анализирует положение всей техники и мгновенно перераспределяет

маршруты. Это позволяет сократить пробеги «порожняком» и снизить расход топлива на 10–15%.

2. Предиктивная аналитика: Вместо того чтобы ждать поломки двигателя, ИИ по косвенным признакам (вибрация, температура, химический состав масла) предсказывает неисправность за неделю до её возникновения. Ремонт становится плановым, а не аварийным.

3. Автономное вождение: Беспилотные самосвалы могут работать 24/7 без перерывов на обед и пересменок. Они движутся по математически выверенным траекториям, что минимизирует износ шин — одной из самых дорогих расходных статей в горном деле.

Самым ценным результатом внедрения умных технологий является спасение человеческих жизней. Карьер — зона повышенного риска. Использование связи ИИ и беспроводных сетей позволяет создать «цифровой купол» безопасности:

- Системы анти-столкновения: Если два огромных самосвала движутся по пересекающимся курсам в условиях плохой видимости, система мгновенно подаст сигнал или сама активирует торможение.

- Контроль состояния оператора: Умные камеры в кабинах следят за направлением взгляда и частотой моргания водителя. Если человек засыпает или отвлекается на телефон, система немедленно поднимет тревогу.

- Вывод людей из опасных зон: Благодаря надежной связи операторы могут управлять буровыми установками или экскаваторами дистанционно, находясь в комфортном офисном кресле за сотни километров от пыльного и опасного забоя.

«Умный карьер» — это не просто автоматизация ради автоматизации. Это стратегия выживания и процветания отрасли. Интеграция ИИ и беспроводных технологий превращает добычу ископаемых в высокотехнологичный, предсказуемый и, что самое важное, безопасный процесс. Мы стоим на пороге будущего, где карьер станет полностью автономной экосистемой, работающей с точностью швейцарских часов под бдительным присмотром цифрового разума.

#### **Список использованной литературы:**

1. Акаткин Ю. М., Конявский В. А. Цифровая экономика. Интеллектуальный путь к управлению будущим. — М.: Издательство АСТ, 2023.
2. Дриженко А. Ю. Карьерные транспортные системы. — Днепр: Издательство Журфонд, 2022.

© Джурабаев А., Мансуров Д., Довранова М., Рахманова О., 2026

**УДК 658.58:622.002.5**

**Кабанова А.К.**

магистрант 2 курса СПбПУ, г. Санкт-Петербург, РФ

**Павленко О.А.** магистрант 2 курса СПбПУ,

г. Санкт-Петербург, РФ

## **МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА К ПРЕДИКТИВНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ РЕМОНТОВ В ЕАМ-СИСТЕМЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **Аннотация**

Статья посвящена разработке информационной модели поэтапного перехода к предиктивному управлению техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР) на основе интеграции ЕАМ-системы, IoT и машинного обучения.

**Ключевые слова:**

управление надежностью, цифровой двойник, сервисно-ресурсная модель, предиктивная модель обслуживания, интернет вещей, машинное обучение.

**Kabanova A.K.**

Master's Student, SPbPU,  
St. Petersburg, Russian Federation

**Pavlenko O.A.**

Master's Student,  
Master's Student, SPbPU,  
St. Petersburg, Russian Federation

**MODEL OF TRANSITION TO PREDICTIVE MAINTENANCE PLANNING  
IN THE EAM SYSTEM OF A MINING ENTERPRISE****Аннотация**

This article is devoted to the development of an information model for the phased transition to predictive maintenance and repair management based on the integration of an EAM system, IoT, and machine learning.

**Ключевые слова:**

Reliability management, Digital twin, Service-resource model, Predictive maintenance, Internet of Things (IoT), Machine Learning.

Переход к парадигме Индустрии 4.0 обуславливает трансформацию управления промышленными активами, где данные становятся ключевым стратегическим ресурсом [1]. Для предприятий горнодобывающего комплекса надежность оборудования имеет системное значение: его отказ вызывает каскадные нарушения в смежных отраслях (энергетика, металлургия) и ведет к значительным финансовым и репутационным потерям. Традиционные системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР), основанные на реактивном подходе и бумажном документообороте, характеризуются высокой задержкой данных, ошибками ручного ввода и отсутствием аналитической основы для прогнозирования. Это создает «цифровой разрыв», блокирующий реализацию предиктивных стратегий, определенных в современных стандартах (ISO 55000, ГОСТ Р 27.606-2013) как наиболее эффективных [3, 4].

Актуальность исследования обусловлена противоречием между объективной необходимостью перехода к предиктивному управлению надежностью и отсутствием у многих промышленных предприятий готовой цифровой платформы для такого перехода. Решение не в единовременной замене всех процессов, а в разработке последовательной модели перехода. Целью исследования является проектирование архитектуры информационной системы и модели данных для поэтапного перехода к предиктивному планированию ремонтов в EAM-системе горнодобывающего предприятия.

Эффективное управление активами, согласно ISO 55000, направлено на получение максимальной ценности от актива на протяжении всего жизненного цикла [3]. Ключевыми элементами системы являются управление рисками, определение критических активов и реализация предупреждающих действий, что позволяет уменьшить неопределённость и повысить устойчивость производственных процессов [6]. ГОСТ Р 27.606-2013 прямо указывает на необходимость формирования программ обслуживания на основе анализа критичности и целесообразности, что требует достоверных и своевременных данных [4].

Анализ существующей практики на типичном угледобывающем предприятии выявляет типовые проблемы:

— возможность утери данных о выявленных отклонениях в результате человеческого фактора из-за переноса данных с бумажных носителей в базу данных;

— двойная работа при фиксации неисправностей и отклонений: первый раз отклонение записывается на бумажном бланке специалистом, который совершает осмотр, второй раз отклонение вносится в базу данных;

— отсутствие контроля специалиста, совершающего осмотр, на предмет посещения всех указанных в бланке технических объектов;

— отсутствие четко регламентированного порядка осмотра узлов оборудования.

— ремонтные работы инициируются либо после возникновения отказа, либо по календарному графику без учёта фактического технического состояния оборудования.

Эти проблемы приводят к тому, что собрать надёжные исторические данные для прогнозов становится невозможным. Поэтому первый шаг на пути к предиктивному обслуживанию — это устранение «цифрового разрыва» и создание единой цифровой системы, где все данные собираются, хранятся и обрабатываются в одном контуре [2, 7].

Предлагаемая модель перехода к предиктивному планированию ремонтов реализуется в три последовательных этапа (рис. 1), где каждый этап создает инфраструктурные и информационные предпосылки для следующего.

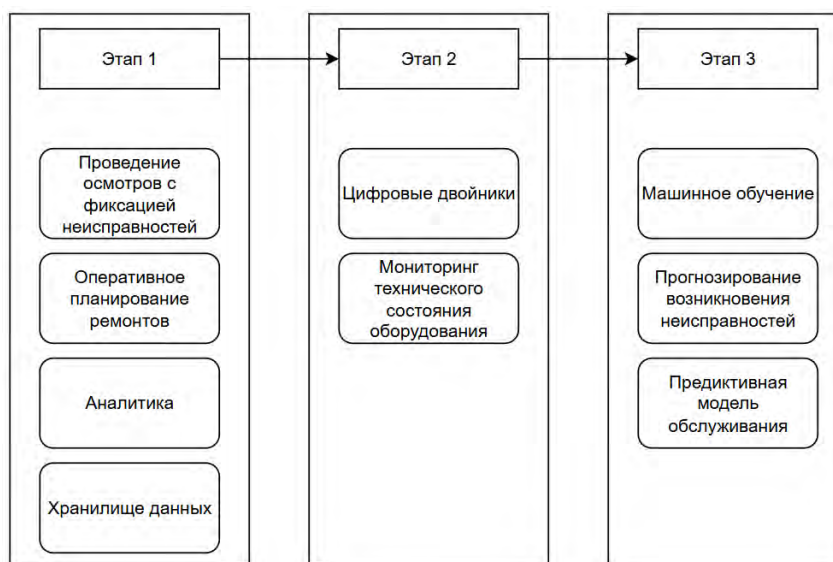


Рисунок 1 – Модель перехода ИТ-ландшафта к предиктивному планированию ремонтов  
Источник: разработано авторами

Этап 1. Формирование единого контура данных на основе микросервисной архитектуры. Цель – организовать прямой поток сбора данных о состоянии оборудования и процессах без дублирования операций.

Решение: внедрение системы планирования ремонтов, построенной на микросервисной архитектуре. Задачи:

- реализация мобильного приложения для регламентированного сбора данных;
- разработка веб-интерфейса для планирования и аналитики;
- организация гибридного хранилища данных (SQL/NoSQL) для обеспечения целостности и доступности информации.

Результат: формируется единое, достоверное цифровое ядро данных по всем операциям ТОиР. Устраняются потери, сокращается время реакции, обеспечивается контроль качества осмотров. Система становится готовой к приёму и обработке потоков данных.

Этап 2. Интеграция IoT и формирование цифровых двойников критических активов. Цель – автоматизировать сбор данных о состоянии оборудования для непрерывного мониторинга в реальном времени.

Решение: оснащение критических узлов оборудования датчиками. Интеграция потока данных IoT-платформы с системой, созданной на Этапе 1. Создание цифровых двойников ключевых агрегатов.

Результат: данные о состоянии оборудования становятся непрерывными и объективными. Появляется возможность мониторинга параметров, недоступных при визуальном осмотре.

Этап 3. Внедрение предиктивных моделей на основе машинного обучения. Цель – прогнозирование отказов оборудования и повышение эффективности планирования ремонтных работ.

Решение: на основе исторических данных (Этап 1) и потоков в реальном времени (Этап 2) происходит обучение ML-моделей для выявления аномалий, оценки остаточного ресурса и прогнозирования момента потенциального отказа.

Результат: система формирует прогнозные заявки на обслуживание, оптимизирует графики ремонтов и закупки запасных частей с учётом операционных ограничений.

Научная новизна работы заключается в разработке сервисно-ориентированной архитектуры EAM-системы с поддержкой постепенной интеграции IoT и ML-модулей, а также в предложении модели данных, обеспечивающей консолидацию разнородных источников информации для предиктивного анализа (см. рис. 2). Микросервисная архитектура обеспечивает низкую связность. Новые сервисы (например, для анализа данных с датчиков или запуска прогнозных моделей) могут быть добавлены без необходимости модификации ядра системы. Использование брокеров сообщений для асинхронной связи позволяет надёжно обрабатывать высокоскоростные потоки данных с датчиков на последующих этапах. Гибкая модель хранения данных: транзакционные данные хранятся в SQL-СУБД, неструктурированные данные осмотров – в NoSQL-хранилищах.

Переход к предиктивному планированию ремонтов в EAM-системе представляет собой поэтапное внедрение.

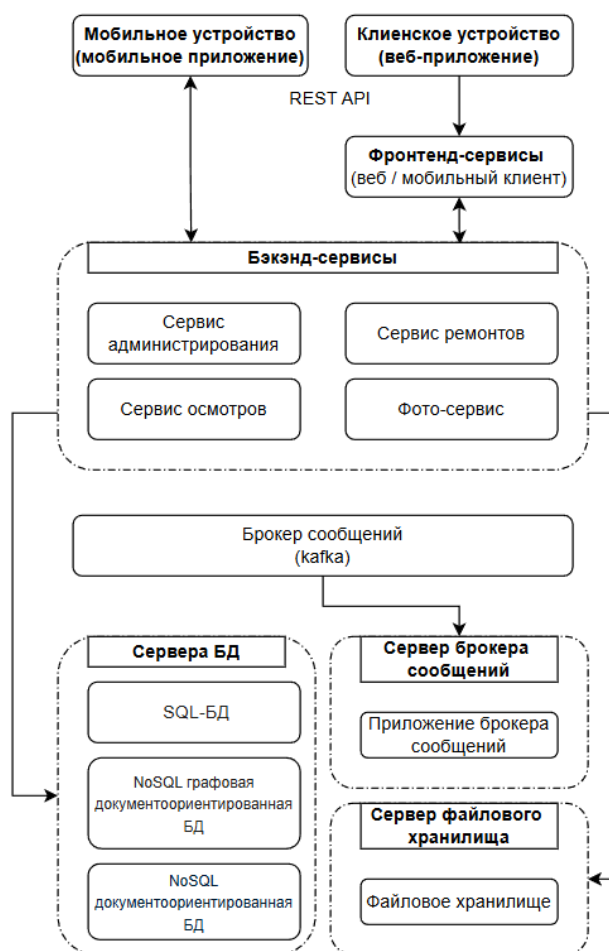


Рисунок. 2. Сервисно-ресурсная модель EAM-системы

Источник: разработано авторами

Ключевым условием является формирование цифровой инфраструктуры данных, выступающей связующим звеном между операционной деятельностью и аналитическими инструментами.

Разработанная трехэтапная модель перехода предоставляет предприятию четкую дорожную карту. На первом этапе за счет внедрения микросервисной платформы ликвидируется «цифровой разрыв» и создается единый источник данных. Второй и третий этапы, связанные с IoT и ML, становятся технически и организационно реализуемыми, так как опираются на подготовленную платформу и структурированные данные.

Практическая значимость работы заключается в тиражируемом проекте цифровой платформы для управления жизненным циклом активов, который может быть адаптирован для предприятий горнодобывающей отрасли с учётом специфики их данных и бизнес-процессов.

#### **Список использованной литературы:**

1. Дмитриева С.В. Индустрия 4.0 и цифровая трансформация в промышленном комплексе // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 6. – С. 400–404.
2. Мезина Т.В., Зозуля А.В., Зозуля П.В., Чернова Т.Ф., Плетнёва А.В. Влияние Индустрии 4.0 на экономику и производство // Вестник университета. 2022. № 2. С. 71–76.
3. ISO 55000:2014. Управление активами. Общее представление, принципы и терминология.
4. ГОСТ Р 27.606-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность. — М.: Стандартинформ, 2014. — 34 с.
5. Петров Д. В., Андрончев И. К., Новоселов А. И. Применение цифровых технологий как метод повышения надежности и качества производственных процессов // Форум молодых ученых. – 2022. – № 1(65). – С. 167–174.
6. Староверов, А.С. Методологические подходы к проектированию и внедрению интеллектуальных информационных систем в экономике / А.С. Староверов, О.С. Чемерис // Актуальные вопросы экономических наук и современного менеджмента: Сборник статей по материалам CI международной научно-практической конференции, Новосибирск, 03 декабря 2025 года. – Новосибирск: ООО "Сибирская академическая книга", 2025. – С. 99-110.
7. Чемерис, О.С. Моделирование экономической эффективности внедрения умных технологий на сельхозпредприятиях / О.С. Чемерис, Р.В. Карпович // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2025. – № 1. – С. 159-166. – DOI 10.18101/2304-4446-2025-1-159-166.

© Кабанова А.К., Павленко О.А., 2026

#### **УДК 62**

**Кошилиева А.**, преподаватель,

**Эльясов Э.**, преподаватель,

**Овезгельдиев В.**, преподаватель,

**Оразбердиев А.**, преподаватель,

**Научный руководитель: Нурмырадов Б.** преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И ОХРАНЫ НЕДР**

#### **Аннотация**

В статье исследуется роль технологий наземного, мобильного и воздушного лазерного

сканирования (LiDAR) в системе государственного учета и охраны недр. Рассматриваются методики оперативной инвентаризации выработанного пространства, контроля за соблюдением проектных контуров и выявления безлицензионной добычи полезных ископаемых.

**Ключевые слова:**

охрана недр, инвентаризация запасов, лазерное сканирование, LiDAR, маркшейдерский контроль, рациональное недропользование, цифровой мониторинг.

Охрана недр и рациональное использование минерально-сырьевой базы — приоритетные задачи государственного регулирования. Традиционные методы маркшейдерского учета зачастую не позволяют оперативно и с высокой точностью контролировать объемы фактически добытого сырья, что создает риски сверхнормативных потерь. Внедрение лазерного сканирования (LiDAR) переводит процесс инвентаризации в цифровой формат, обеспечивая прозрачность и объективность данных.

Лазерное сканирование позволяет создать «эталонную» цифровую модель выработки, которая фиксирует состояние недр на конкретный момент времени.

- **Объективность данных:** В отличие от ручных замеров, лазерный луч фиксирует каждую неровность контура, что исключает субъективизм при подсчете объемов.

- **Сличение с проектом:** Автоматизированное наложение облака точек на проектную 3D-модель позволяет мгновенно выявить недоборы или переборы породы, влияющие на устойчивость массива.

Охрана недр подразумевает не только защиту ресурсов, но и контроль за законностью их освоения.

1. **Борьба с незаконной добычей:** Воздушное лазерное сканирование с БПЛА позволяет проводить мониторинг обширных территорий, выявляя несанкционированные карьеры, скрытые под кронами деревьев или в сложном рельефе.

2. **Мониторинг потерь и разубоживания:** Высокая детализация моделей позволяет маркшейдерам точнее разделять рудные и пустые зоны, способствуя соблюдению нормативов извлечения полезных ископаемых.

Актуальные данные сканирования необходимы для мониторинга состояния законсервированных и ликвидированных шахт. Оцифровка пустот позволяет прогнозировать провалы земной поверхности, предотвращая техногенные катастрофы и защищая экосистему региона.

Несмотря на очевидные плюсы, внедрение технологии сталкивается с определенными сложностями: высокая стоимость оборудования, необходимость мощных вычислительных ресурсов и потребность в высококвалифицированных кадрах для обработки «облаков точек».

Однако развитие искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения открывает новые горизонты. В ближайшем будущем мы увидим автоматические системы мониторинга, которые в реальном времени будут анализировать данные со сканеров, сигнализируя о малейших рисках обрушения или нерационального использования ресурсов.

Применение лазерного сканирования в целях инвентаризации и охраны недр — это стандарт современной горной промышленности. Технология обеспечивает высокую достоверность государственной отчетности и стимулирует недропользователей к бережному освоению ресурсов. В перспективе интеграция LiDAR-данных в государственные информационные системы мониторинга недр станет обязательным условием легитимного недропользования. В условиях цифровизации экономики лазерное сканирование становится фундаментом для создания «умных месторождений», где безопасность и экологичность идут рука об руку с производственными показателями.

**Список использованной литературы:**

1. Гришин В. А. Автоматизация маркшейдерских работ и геометризация недр. — М.: Издательство «Недра», 2023.
2. Охотин А. Л. Современные методы дистанционного зондирования при мониторинге состояния недр. — Иркутск: Издательство ИРНТУ, 2024.

© Кошилиева А., Эльясев Э., Овезгельдиев В., Оразбердиев А., 2026

УДК 62

**Мамедов Э.,**

Преподаватель,

Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана,

Ашхабад, Туркменистан

## **ИНТЕГРАЦИЯ ИИ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

### **Аннотация**

В статье рассматривается синергия искусственного интеллекта (ИИ) и высокоскоростных систем связи (5G, оптоволоконные решения) как фундаментальный фактор цифровой трансформации горнодобывающей отрасли.

### **Ключевые слова:**

искусственный интеллект, высокоскоростные системы связи, 5G в промышленности, цифровая трансформация.

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и высокоскоростных систем связи открывает новую эру в цифровой трансформации горнодобывающей отрасли, обещая революционизировать операционную эффективность, безопасность и устойчивость. Эти передовые технологии, работая в синергии, позволяют не только оптимизировать текущие процессы, но и закладывают фундамент для интеллектуальных, автономных горных систем будущего.

Высокоскоростные сети, такие как 5G и оптоволоконные решения, обеспечивают надежную и мгновенную передачу огромных объемов данных, генерируемых датчиками, оборудованием и дронами на удаленных и зачастую труднодоступных горнодобывающих объектах. Эта повсеместная связность является критически важным условием для развертывания и эффективного функционирования систем ИИ. Анализ данных в режиме реального времени, машинное обучение для прогнозирования отказов оборудования, оптимизация траекторий движения горнотранспортных средств и динамическое управление добычей — все эти задачи становятся реальностью благодаря моментальной передаче информации. Внедрение ИИ в горнодобывающую промышленность позволяет перейти от реактивного к проактивному управлению. Алгоритмы машинного обучения способны выявлять мельчайшие аномалии в работе техники, предсказывая потенциальные поломки задолго до их возникновения, тем самым минимизируя простои и затраты на ремонт. Системы компьютерного зрения, использующие ИИ, обеспечивают автоматический мониторинг состояния забоев, выработок и бортов карьеров, повышая безопасность труда и предотвращая аварийные ситуации.

Сочетание этих технологий способствует не только повышению производительности, но и существенному улучшению экологических показателей. Оптимизация потребления энергии, рациональное использование ресурсов и минимизация воздействия на окружающую среду становятся достижимыми благодаря интеллектуальному управлению процессами. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли, основанная на интеграции ИИ и высокоскоростных систем связи, — это не просто модернизация, а стратегический переход к более интеллектуальному, безопасному и устойчивому будущему. Автономные горнодобывающие машины, оснащенные продвинутыми системами ИИ и управляемые по высокоскоростным сетям, становятся реальностью. Беспилотные самосвалы, экскаваторы и буровые установки способны выполнять сложные задачи с высокой точностью, снижая потребность в физическом присутствии человека в опасных зонах. Это не только повышает производительность, но и радикально снижает риски для здоровья и жизни работников. Искусственный

интеллект, анализируя данные с множества сенсоров, обеспечивает навигацию, избегание препятствий и координацию действий группы машин, создавая слаженно работающий роботизированный комплекс.

Особое значение интеграция ИИ и высокоскоростных коммуникаций приобретает в области контроля и управления рисками. Системы предиктивной аналитики, основанные на ИИ, способны обрабатывать огромные массивы данных датчиков давления, вибрации, сейсмической активности и даже метеорологических условий. Это позволяет не только предсказывать возможные обрушения или горные удары, но и заранее принимать превентивные меры, обеспечивая максимальную безопасность персонала и сохранность дорогостоящего оборудования. Виртуальная и дополненная реальность, интегрированные с данными от ИИ, также открывают новые возможности для обучения персонала и планирования сложных операций в безопасной, имитированной среде. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли, стимулируемая ИИ и быстрыми сетями, играет ключевую роль в повышении прозрачности и подотчетности. Блокчейн-технологии, интегрированные с системами ИИ, могут обеспечить неизменную фиксацию всех производственных операций, от добычи сырья до его отгрузки. Это создает полную прослеживаемость на всех этапах цепочки поставок, что особенно важно для соблюдения экологических стандартов и удовлетворения растущих требований к ответственному потреблению. ИИ также может быть использован для автоматизированного формирования отчетности, снижая нагрузку на персонал и повышая точность данных.

Дальнейшее развитие предполагает создание "цифровых двойников" горнодобывающих предприятий. Эти виртуальные копии, постоянно обновляющиеся данными реальных объектов, позволяют моделировать различные сценарии, тестировать новые технологии и оптимизировать производственные процессы в режиме симуляции, прежде чем внедрять их на практике. Интеграция ИИ и высокоскоростных систем связи является фундаментом для таких интеллектуальных платформ, которые позволят горнодобывающей отрасли перейти на качественно новый уровень управления.

#### **Список использованной литературы:**

1. Куприяновский В.П. и др. Цифровое горное предприятие на базе технологий интернета вещей и ИИ. — М.: Изд-во МГУ, 2021.
2. Дмитриев А.Н., Головин К.А. Интеллектуальные системы управления в горном деле. — М.: Издательство «Горная книга», 2022.

© Мамедов Э., 2026

#### **УДК 62**

**Мередов Г.**, преподаватель,  
**Гурдова Дж.**, преподаватель,  
**Туркменова З.**, преподаватель,  
**Акмырадов А.**, студент,

**Научный руководитель: Сулеймангульев А.** старший преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

### **РОЛЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЧИСТОГО ТОПЛИВА**

#### **Аннотация**

В статье исследуется значение природного газа как ключевого ресурса для производства

экологически чистых видов топлива, в частности «голубого» водорода. Рассматриваются технологии паровой конверсии метана (SMR) в сочетании с системами улавливания и хранения углерода (CCS).

**Ключевые слова:**

природный газ, чистые виды топлива, водородная энергетика, декарбонизация, «голубой» водород, паровая конверсия метана, улавливание углерода (CCS).

В современном мире вопрос экологии перестал быть просто темой для дискуссий в научных кругах, превратившись в стратегический приоритет для всего человечества. Мы стоим на пороге глобального энергетического перехода, стремясь заменить привычное ископаемое топливо чем-то более чистым и безопасным. В этой сложной картине будущего природному газу отведена уникальная роль. Он перестал быть просто «младшим братом» нефти и угля, превратившись в ключевой инструмент создания экологически чистого топлива.

Главный парадокс природного газа заключается в том, что, оставаясь углеводородом, он является самым мощным союзником декарбонизации. В первую очередь это связано с его химической чистотой.

При сгорании метана — основы природного газа — выделяется значительно меньше углекислого газа, чем при сжигании угля или нефтепродуктов, а вредные выбросы вроде серы или твердых частиц практически отсутствуют. Именно поэтому газ называют «топливным мостом»: он позволяет человечеству снижать нагрузку на атмосферу уже сегодня, пока инфраструктура для возобновляемых источников энергии (солнца и ветра) еще только строится.

Однако по-настоящему революционная роль газа раскрывается в производстве водорода. Водород сегодня называют «топливом будущего», так как продуктом его сгорания является обычная вода. Но чтобы получить водород, нужно затратить энергию и сырье.

Метод паровой конверсии природного газа является на данный момент самым эффективным и экономически оправданным способом получения водорода. Когда этот процесс объединяют с технологиями улавливания углерода, рождается «голубой водород». Это чистое топливо, которое может приводить в движение поезда, корабли и питать целые заводы, не оставляя грязного следа в небе.

Нельзя забывать и о транспортном секторе. Сжиженный природный газ (СПГ) уже сегодня успешно заменяет тяжелое дизельное топливо в морских перевозках и магистральных грузовиках. Это не просто экономия — это радикальное оздоровление воздуха в портовых городах и вдоль транспортных артерий. Более того, современные технологии позволяют создавать из газа синтетическое жидкое топливо (GTL), которое по своим характеристикам превосходит бензин из нефти, будучи при этом гораздо более дружелюбным к окружающей среде.

Конечно, переход на чистое топливо — процесс не мгновенный. Он требует огромных инвестиций и инженерной смелости. Но именно природный газ дает нам необходимое время и ресурсы. Он выступает в роли фундамента, на котором строится здание новой, «зеленой» экономики. Без него мечта о чистом небе над мегаполисами и сохранении климата могла бы так и остаться недостижимой мечтой.

В заключение хочется отметить, что роль природного газа в производстве чистого топлива — это роль созидателя. Это ресурс, который связывает индустриальное прошлое с экологически безупречным будущим. Используя потенциал газа для создания водородных технологий и чистого моторного топлива, человечество делает уверенный шаг к гармонии с природой, не жертвуя при этом своим развитием и комфортом.

**Список использованной литературы:**

1. Александров А.В. Мировая энергетика и водородные технологии: роль газовой отрасли. Издательство «Техника», 2023.
2. Иванов С.П., Петров К.Д. Декарбонизация природного газа: методы и перспективы. Вестник энергетического анализа., 2022.

© Мередов Г., Гурдова Дж., Туркменова З., Акмырадов А., 2026

УДК 62

Новрузова Ч., преподаватель,

Дидаров Р., студент,

Халлыев Б., студент,

Мухамметгулыев Я., студент,

Научный руководитель: Турмаев Х. старший преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

## ИНТЕГРАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ДАННЫХ В ЕДИНУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СРЕДУ (BIM) ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

### Аннотация

В статье рассматриваются методологические и технологические аспекты интеграции маркшейдерской информации в единую информационную среду горнодобывающего предприятия на базе технологии BIM (Building Information Modeling). Анализируются переход от традиционных 2D-чертежей к многомерным цифровым моделям, объединяющим геодезические замеры, геологические данные и проектные решения.

### Ключевые слова:

маркшейдерия, BIM-технологии, единое информационное пространство, цифровой двойник, горнодобывающая промышленность, информационное моделирование, интеграция данных.

Эпоха разрозненных чертежей и изолированных баз данных в горном деле подходит к концу. На смену им приходит концепция единой информационной среды, в которой каждый объект — от выработки до вентилятора — представлен в виде цифрового элемента с набором атрибутов. В центре этого процесса находится маркшейдер: именно его высокоточные замеры создают «геометрический каркас», на который нанизывается вся остальная информация. Интеграция маркшейдерских данных в BIM-среду — это не просто смена программного обеспечения, а переход к коллективному управлению будущим предприятия. Внедрение BIM-технологий в горную отрасль (часто называемых Mining Information Modeling — MIM) позволяет создать сквозной поток данных, где маркшейдерская служба играет роль поставщика актуальной геометрической основы для всей информационной модели.

В гражданском строительстве BIM-модель создается до начала работ. В горном деле ситуация обратная: среда постоянно меняется в процессе добычи. Здесь маркшейдер выступает в роли «поставщика реальности».

- Облака точек: Результаты лазерного сканирования преобразуются в интеллектуальные поверхности.

- Атрибутивность: Замеру присваиваются не только координаты, но и дата, тип породы, объем извлеченной массы и фамилия исполнителя. Интеграция этих данных позволяет всем участникам процесса видеть актуальное состояние рудника в режиме реального времени.

Главная ценность BIM — в устранении информационных разрывов. Когда маркшейдерские данные интегрированы в единую среду:

1. Проектировщики мгновенно видят отклонения факта от проекта и корректируют планы.
2. Геологи уточняют контуры рудных тел, опираясь на фактические границы выработок.
3. Службы вентиляции и безопасности моделируют потоки воздуха и пути эвакуации на актуальной 3D-сетке. Это исключает коллизии (например, наложение новой выработки на уже существующую инфраструктуру) еще на этапе планирования.

Интеграция маркшейдерских данных позволяет выйти за рамки объема и координат. Добавление временной шкалы (4D) и данных о стоимости (5D) превращает BIM-модель в мощный инструмент финансового контроля. Маркшейдерский отчет об объемах добычи автоматически обновляет показатели выполнения плана и бюджетные метрики предприятия, делая производственный цикл прозрачным для высшего руководства.

Интеграция маркшейдерских данных в BIM-среду превращает горное предприятие из набора разрозненных цехов в единый, прозрачный и управляемый механизм. Маркшейдер в этой системе становится не просто замерщиком, а куратором цифровой реальности недр. Будущее отрасли — за «живыми» моделями, где каждое движение ковша экскаватора или проходка метра штрека мгновенно отражаются в глобальной информационной экосистеме, обеспечивая максимальную эффективность и безопасность.

#### **Список использованной литературы:**

1. Адлер С.В., Петров А.В. Информационное моделирование в горном деле: учебное пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2023.
2. Васильев П.Н. Цифровые двойники месторождений и маркшейдерское обеспечение. — СПб.: Издательство Санкт-Петербургского горного университета, 2024.

© Новрузова Ч., Дидаров Р., Халлыев Б., Мухамметгулыев Я., 2026

#### **УДК 62**

**Нурлыев Б.,**

Заведующий кафедры Гидрогеология и инженерная геология,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

**Ораздурдыев Д.,**

КГМН, Старший преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

**Байрамова И.,**

К.Г.М.Н., Старший научный сотрудник,  
НИИ природного газа ГК «Туркменгаз»,  
Ашхабад, Туркменистан

**Гурдова Г.,**

Старший преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

### **ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РЕКИ АМУДАРЬЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЛЕБАПСКОГО ВЕЛЯЯТА**

#### **Аннотация**

В данной статье рассматривается характер взаимодействия поверхностных вод реки Амударья с горизонтами подземных вод Лебапского веляята Туркменистана. Особое внимание уделено антропогенному фактору и значению фильтрационных потерь для мелиоративного состояния прилегающих земель.

**Ключевые слова:**

Амударья, Лебапский веляят, подземные воды, гидродинамическая связь, инфильтрация, минерализация, аллювиальный.

Взаимодействие реки и подземных вод описывается принципом гидравлического подпора. При прохождении паводковых волн (май–июль) уровень подземных вод в прибрежной зоне (до 500 м от русла) поднимается практически синхронно с речным. Математически это влияние можно описать уравнением неустановившегося движения грунтовых вод, где изменение напора  $H$  зависит от расстояния  $x$  и времени  $t$ .

Лебапский веляят, расположенный в долине среднего течения Амударьи, характеризуется тесной взаимосвязью поверхностных и подземных вод. В условиях аридного климата река является не только главной транспортной артерией и источником орошения, но и основным фактором формирования запасов и режима подземных вод аллювиальных отложений. Лебапский веляят является начальным пунктом Каракум-реки (Каракумского канала). Забор огромных масс воды из Амударьи создает специфический гидродинамический режим:

Зона забора: Наблюдается локальное снижение уровня подземных вод из-за высокой скорости потока.

Магистральные каналы: Вдоль них формируются постоянные «купола» растекания подземных вод, которые смыкаются с речным потоком, создавая сплошное зеркало грунтовых вод на глубине всего 1,0–2,5 метра.

Инфильтрация речных вод в Лебапе имеет двоякий характер: Позитивный: Опреснение природных соленых вод пустыни Каракум, создание запасов пресных вод для колодезного водоснабжения. Негативный: При высоком стоянии уровня (менее «критической глубины») включается механизм капиллярного поднятия. В условиях испаряемости, превышающей осадки в 10–15 раз, соли остаются в верхнем слое почвы.

Основное влияние Амударьи на подземные воды проявляется через фильтрационные потери из русла и магистральных каналов. Поскольку долина реки сложена преимущественно рыхлыми песчано-суглинистыми отложениями четвертичного периода, гидравлическая связь между рекой и водоносным горизонтом является прямой и высокоэффективной.

Период паводков: При повышении уровня воды в реке происходит инверсия потока — речные воды начинают питать подземные горизонты, вызывая подпор грунтовых вод на расстоянии до нескольких километров от русла.

Период межени: В засушливые периоды может наблюдаться обратный процесс (дренирование подземных вод рекой), однако из-за интенсивного орошения в Лебапском веляйте уровень грунтовых вод часто поддерживается искусственно выше уровня реки. Река Амударья существенно влияет на качественный состав подземных вод. Вдоль русла формируется полоса «пресных линз» за счет инфильтрации относительно маломинерализованной речной воды.

Минерализация: В прибрежной зоне минерализация подземных вод минимальна (0,6–1,2 г/л). Тенденции: По мере удаления от русла в сторону пустынных массивов минерализация возрастает до 3–5 г/л и более из-за испарительной концентрации и выщелачивания солей из почвогрунтов.

Одной из главных проблем региона является подтопление сельскохозяйственных угодий. Избыточная фильтрация из Амударьи и оросительной сети при недостаточном естественном оттоке приводит к подъему уровня грунтовых вод (УГВ) до критических отметок (менее 1,5–2 метров от поверхности). Это провоцирует вторичное засоление почв, что требует постоянной работы коллекторно-дренажных систем.

Амударья выступает в роли «регулятора» гидрогеологического режима Лебапского веляята. Для

устойчивого развития региона необходимо внедрение современных методов мониторинга УГВ и совершенствование облицовки каналов для контроля над инфильтрационными процессами.

**Список использованной литературы:**

1. Байрамова И.А. Подземные воды Туркменистана. – А.: ТГСП, 2012. – 206 с.
2. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра. 1972. 216 с.  
© Нурлыев Б., Ораздурдыев Д., Байрамова И., Гурдова Г., 2026

**УДК 62**

**Ныязов С.**, студент,  
**Нурыев Ш.**, студент,  
**Патышов Э.**, студент,  
**Сапаргелдиев С.**, студент,

**Научный руководитель: Сейидова А.**, преподаватель,  
Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,  
Ашхабад, Туркменистан

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗОН АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ**

**Аннотация**

В данной статье рассматриваются современные подходы к применению технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для мониторинга и прогнозирования зон риска аварийных разливов нефти. Анализируются методы обработки больших данных, получаемых со спутниковых снимков, датчиков интернета вещей (IoT) и систем внутритрубной диагностики.

**Ключевые слова:**

искусственный интеллект, машинное обучение, нефтегазовая отрасль, разлив нефти, экологическая безопасность, мониторинг трубопроводов, предиктивная аналитика.

Экологические катастрофы, связанные с разливами нефти, десятилетиями оставались «черными лебедями» мировой промышленности — событиями внезапными, разрушительными и труднопредсказуемыми. Традиционные методы мониторинга, полагающиеся на человеческий фактор и простые датчики, часто срабатывают слишком поздно, когда нефтяное пятно уже наносит непоправимый ущерб флоре и фауне. Однако сегодня на передовую борьбы за чистоту экосистем выходит искусственный интеллект (ИИ), превращая реактивную защиту в проактивную стратегию.

Роль ИИ в прогнозировании зон аварийного разлива нефти можно разделить на три ключевых аспекта: анализ состояния инфраструктуры, мониторинг окружающей среды и математическое моделирование рисков.

Во-первых, ИИ радикально меняет подход к диагностике оборудования. Тысячи километров трубопроводов и глубоководных скважин ежесекундно генерируют огромные массивы данных (Big Data). Нейронные сети способны улавливать в этом «шуме» микроскопические изменения давления, вибрации или температуры, которые для человеческого глаза выглядят незначительными. Обученные на исторических данных об авариях, алгоритмы распознают паттерны «предаварийного состояния», позволяя инженерам устранить утечку еще до того, как она произошла.

Во-вторых, ИИ стал «глазами» экологов в космосе. Современные спутники непрерывно сканируют поверхность океана. С помощью компьютерного зрения ИИ анализирует радиолокационные и оптические снимки, мгновенно отличая естественные слики от техногенных загрязнений. Более того, объединяя данные о течениях, розе ветров и температуре воды, ИИ может с высокой точностью предсказать, в какую сторону двинется пятно и какие прибрежные зоны окажутся под угрозой в ближайшие часы.

В-третьих, ИИ позволяет создавать динамические карты рисков. В отличие от статичных планов ликвидации аварий, ИИ-модели учитывают текущую навигационную обстановку: плотность трафика танкеров, погодные аномалии и даже сейсмическую активность. Это позволяет компаниям и государственным службам заранее концентрировать силы спасения в тех точках, где вероятность инцидента в данный момент максимальна.

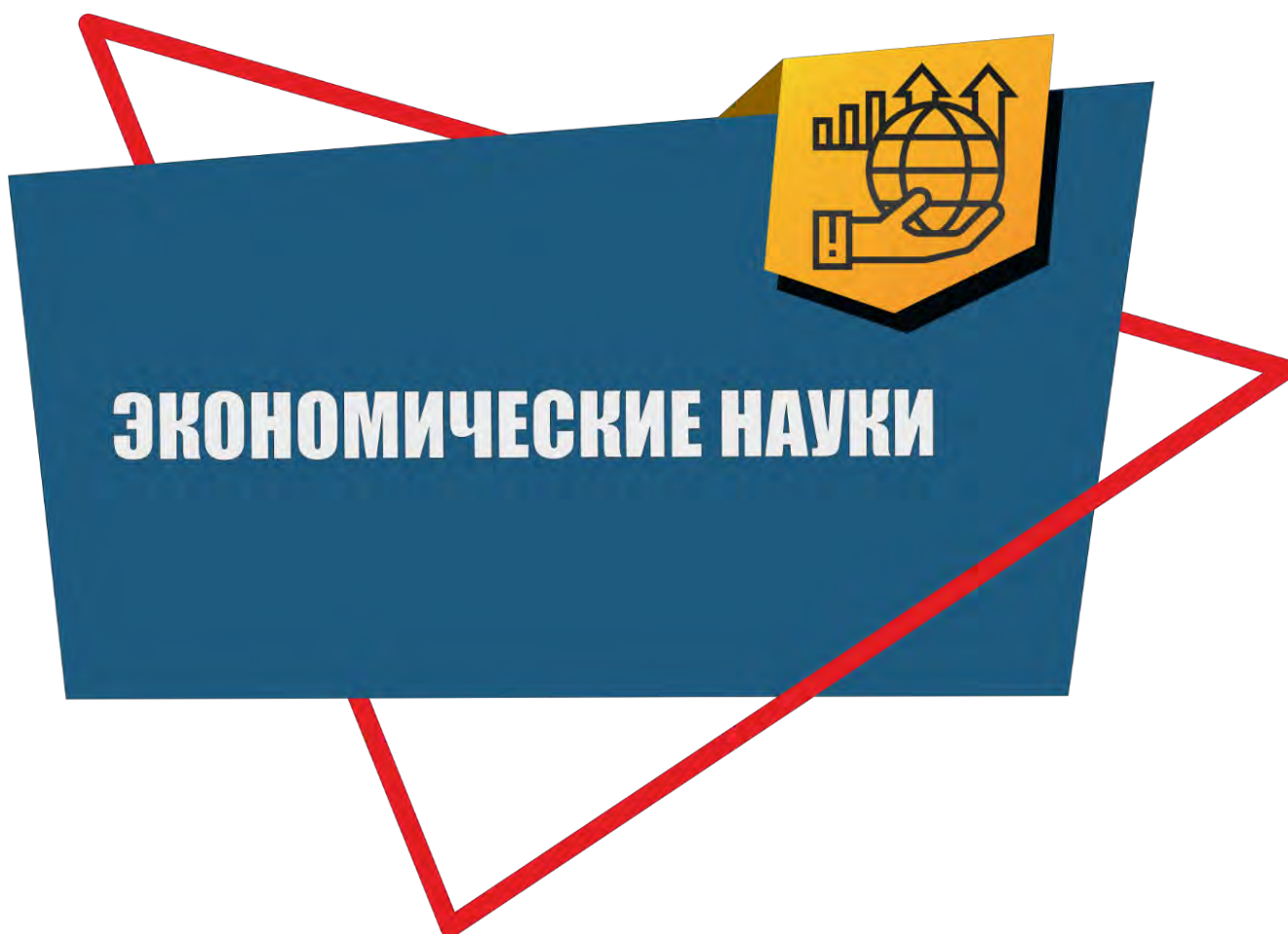
Однако использование ИИ — это не только технологический прорыв, но и огромная ответственность. Алгоритмы требуют качественных данных и постоянного обучения. Кроме того, сохраняется этический вопрос: насколько мы можем доверять машине принятие решений в критических ситуациях? Несмотря на это, очевидно одно: интеграция интеллектуальных систем в нефтяную отрасль — это не просто дань моде, а жизненная необходимость.

В заключение хочется сказать, что искусственный интеллект дает нам то, чего нам всегда не хватало в борьбе с техногенными катастрофами — время. Предсказывая потенциальные зоны аварий, ИИ превращает катастрофу из неизбежности в предотвратимый инцидент. Интеграция ИИ в системы управления промышленной безопасностью позволяет не только предотвращать финансовые потери, но и обеспечивать сохранность хрупких экосистем. Это мощный инструмент, который помогает человечеству продолжать технический прогресс, сохраняя при этом хрупкое равновесие планеты.

**Список использованной литературы:**

1. Кузнецов Н.Н., Лебедев В.М. Анализ больших данных в предотвращении разливов нефти на шельфовых проектах. Нефтегазовое дело., 2021.
2. Chen, H. & Wang, L. Artificial Intelligence for Oil Spill Detection and Management: A Review. Environmental Technology & Innovation., 2023.

© Ныязов С., Нурыев Ш., Патышов Э., Сапаргелдиев С., 2026



УДК 33

**Agamyradova A.,**Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Annamammedova L.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan**ACCOUNTING IN NONPROFIT ORGANIZATIONS****Abstract**

Accounting in nonprofit organizations is a specialized area of financial management that emphasizes accountability, stewardship, and transparency over profitability. This article explores the core principles of nonprofit accounting, the unique reporting requirements for charitable entities, and the challenges these organizations face in maintaining financial integrity and donor trust. It also highlights best practices for budgeting, fund accounting, and compliance with legal standards.

**Keywords:**

nonprofit accounting, fund accounting, financial reporting, donations, transparency, accountability, budgeting.

Nonprofit organizations (NPOs) exist to serve public interests rather than to generate profit. Despite their charitable or service-oriented mission, nonprofits must adhere to rigorous financial management practices to ensure sustainability, donor confidence, and regulatory compliance. Accounting plays a critical role in tracking resources, demonstrating the effective use of funds, and informing strategic decision-making.

A central feature of nonprofit accounting is fund accounting. Unlike in for-profit entities, where financial activity is recorded in a unified ledger, NPOs separate their financial resources into “funds” according to purpose or restrictions. These may include unrestricted funds, temporarily restricted funds (such as project-specific donations), and permanently restricted funds (such as endowments). This system ensures that resources are used according to donor intentions and legal requirements.

Key financial statements used in nonprofit accounting include:

- The Statement of Financial Position (similar to a balance sheet), which reports assets, liabilities, and net assets categorized by restrictions.
- The Statement of Activities (similar to an income statement), which details revenues (donations, grants, membership fees) and expenses by program and supporting services.
- The Statement of Cash Flows, showing how cash is received and spent over time.
- The Statement of Functional Expenses, which allocates costs to program services, management, and fundraising.

Revenue for nonprofits comes from various sources such as donations, government grants, service fees, and fundraising events. Accurate recognition and classification of income are crucial, particularly when funds are conditional or require special reporting. Expenses must also be carefully tracked to distinguish between administrative, programmatic, and fundraising activities.

One of the major challenges in nonprofit accounting is transparency. Donors, grant providers, and the general public often expect high levels of openness and accountability. Annual reports, independent audits, and detailed disclosures help organizations build trust and credibility. Internal controls and ethical guidelines further strengthen financial integrity.

Another issue is compliance with legal and tax regulations. Many countries require nonprofits to register with government agencies and file regular reports to maintain tax-exempt status. In the United States, for example, most NPOs must file IRS Form 990 annually. Failure to comply can result in penalties or loss of exemption.

Technology has enhanced financial reporting in nonprofits through accounting software specifically designed for fund accounting and donor tracking. These tools facilitate grant management, budgeting, and financial analysis, helping staff and board members make informed decisions.

In conclusion, accounting in nonprofit organizations is essential for effective mission delivery, resource stewardship, and regulatory compliance. By adopting proper accounting standards, maintaining transparency, and embracing financial best practices, nonprofits can enhance public confidence and ensure their long-term impact.

#### References:

1. Miller, K. E. (2018). *Nonprofit Financial Management: A Practical Guide*. Wiley.
2. American Institute of CPAs (2020). *Audit and Accounting Guide: Not-for-Profit Entities*. AICPA.
3. National Council of Nonprofits (2023). *Principles for Good Governance and Ethical Practice*. [www.councilofnonprofits.org](http://www.councilofnonprofits.org)
4. IRS (2023). *Tax-Exempt Status for Your Organization*. Internal Revenue Service. [www.irs.gov](http://www.irs.gov)
5. Accounting Standards Board (FASB). (2016). *Update on Financial Reporting for Not-for-Profit Organizations*. [www.fasb.org](http://www.fasb.org)

© Agamyradova A., Annamammedova L., 2026

#### УДК 33

**Amansahedova A.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Gulayeva O.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

#### ENHANCING INDIVIDUAL QUALITY OF LIFE

##### Abstract

Economic participation encompasses a variety of mechanisms through which individuals engage in the economy, contributing to both personal and community well-being. This article discusses the multifaceted purposes and functions of economic participation, examining how it fosters economic development, enhances individual quality of life, promotes social inclusion, and facilitates democratic engagement. By highlighting key examples and case studies, the discussion illustrates the critical importance of active economic participation in creating sustainable and equitable societies.

##### Keywords:

economic participation, economic development, social inclusion,  
democratic engagement, personal well-being.

Economic participation is a foundational element of modern economies, encompassing a range of activities that enable individuals and groups to engage in economic processes. This participation can take many forms, including employment, entrepreneurship, volunteering, and active consumer engagement.

The value of economic participation extends far beyond mere financial contributions; it plays a pivotal role in enhancing quality of life, fostering community engagement, and driving sustainable development. With the evolving nature of economies due to globalization, technological advances, and shifting demographics, understanding the purposes and functions of economic participation becomes increasingly important. This article will explore these dimensions, highlighting their significance for individual empowerment and societal progress.

### **Economic Development and Growth**

One of the primary purposes of economic participation is to drive economic growth. When individuals participate in the economy through employment or entrepreneurship, they contribute to the production of goods and services, thus enhancing overall economic performance.

Entrepreneurship is a key driver of innovation and economic development. By starting new businesses, individuals not only create jobs for themselves but also for others, leading to increased economic activity within communities. For instance, small businesses often serve as the backbone of local economies, contributing significantly to regional growth and job creation. Governments around the world recognize the importance of nurturing entrepreneurial ecosystems by providing support through grants, training programs, and access to financing, thereby amplifying the impact of economic participation on growth.

### **Enhancing Individual Quality of Life**

Economic participation significantly enhances individual quality of life by providing income, fostering personal development, and establishing a sense of purpose. Engaging in meaningful work or entrepreneurial activities allows individuals to achieve financial independence, improve their standard of living, and build self-esteem.

Employment opportunities offer not only a source of income but also access to benefits such as health care, retirement plans, and professional development. Moreover, satisfying work can contribute to overall happiness and life satisfaction. For example, individuals engaged in careers aligned with their passions and interests often report higher levels of job satisfaction, which in turn positively affects their mental and emotional well-being.

### **Democratic Engagement and Civic Responsibility**

Active economic participation is also closely tied to democratic engagement and civic responsibility. When individuals are engaged in the economy, they often become more invested in their communities and more likely to participate in civic activities.

Communities with high levels of economic participation tend to have stronger civic engagement, as individuals who experience economic stability are more likely to vote, volunteer, and participate in local decision-making processes. For instance, research shows that economically empowered individuals are more likely to advocate for policies that benefit their communities, thereby enhancing democratic processes and fostering a sense of collective responsibility.

### **Conclusion**

The purposes and functions of economic participation are diverse and multifaceted, encompassing economic development, individual empowerment, social inclusion, and democratic engagement. Understanding these roles is essential for promoting policies that encourage active participation in the economy, as such measures lead to healthier, more equitable societies. As economies continue to evolve, fostering inclusive economic participation will be crucial in addressing the challenges and opportunities of the 21st century, ensuring that individuals and communities can thrive together.

### **References:**

1. Standing, G. (2011). *The Precariat: The New Dangerous Class*. Bloomsbury Academic.

2. World Bank. (2020). World Development Report 2020: The Changing Nature of Work. World Bank Publications.

3. Putnam, R. D. (2000). Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. Simon & Schuster.

© Amansahedova A., Gulayeva O., 2026

### УДК 33

**Hojikova L.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Atayeva N.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city

Arkadag, Turkmenistan

## ANALYSING THE INFLUENCE OF GLOBAL TRADE AGREEMENTS

### Abstract

Global trade agreements (GTAs), ranging from multilateral pacts (e.g., WTO) to regional accords (e.g., USMCA, CPTPP), are designed to liberalize commerce, but their impact extends deeply into the world of finance. Their strategic importance lies in their ability to fundamentally alter the risk-reward calculus for international investors. Consequently, the structure, enforcement, and evolution of GTAs are elevated to the status of a core determinant of global financial and economic policy. Governments, investors, and multinational enterprises (MNEs) must constantly navigate the complex trade-offs between maximizing market access, ensuring investor protection, mitigating geopolitical risk, and adhering to new regulatory standards. This article examines the multifaceted role of GTAs and outlines key mechanisms through which they influence both International Financial Flows (IFFs) and Foreign Direct Investment (FDI).

### Keywords:

Global trade agreements, international financial flows (IFFs), Foreign Direct Investment (FDI), economic policy, market access, investor-state dispute settlement (ISDS), capital mobility, trade liberalization, risk reduction.

### The Fundamental Role of Trade Agreements in Finance

GTAs are formal treaties that aim to reduce barriers to trade in goods and services. However, their scope increasingly includes provisions that directly govern or significantly influence financial transactions and cross-border investment, acting as a high-level assurance mechanism for capital.

#### Core Financial and Investment Impacts:

**FDI Attraction and Stability:** GTAs offer legal stability and non-discrimination principles (National Treatment, Most-Favored-Nation) to foreign investors, making signatory countries relatively safer destinations, thereby increasing the likelihood of long-term FDI.

**Capital Mobility and IFFs:** Many modern agreements include explicit chapters on financial services, which mandate the relaxation of capital controls, facilitating the faster and easier movement of short-term IFFs (e.g., bank loans, portfolio investments) across borders.

**Risk Mitigation:** Provisions like the Investor-State Dispute Settlement (ISDS) mechanism offer MNEs a

pathway to arbitration against host governments for expropriation or unfair treatment, effectively reducing political risk and lowering the risk premium required for investment.

**Supply Chain Restructuring:** By guaranteeing tariff reductions and common rules of origin, GTAs prompt MNEs to reorganize their supply chains, leading to lumpy, strategic FDI flows as companies build new production hubs within the trade bloc to service the entire market.

#### Key Policy Channels and Directions

The strategic focus of GTAs is not static; it must evolve to meet modern financial volatility and demands for greater regulatory transparency.

#### Direction 1: Maximizing Investment Protection and Market Access

Governments and trade blocs are increasingly focused on embedding strict rules to ensure market predictability, utilizing mechanisms to ensure maximum investment flow:

**Upstream Efficiency (Investment Chapters):** Implementing comprehensive Investment Chapters that define specific standards for fair and equitable treatment and compensation in cases of nationalization, thereby maximizing foreign capital inflow by reducing legal uncertainty.

**Downstream Integration (Harmonized Standards):** Investing in the harmonization of financial regulations (e.g., banking supervision, accounting standards) within trade blocs. This reduces the cost of cross-border financial transactions and makes IFFs and FDI simpler and cheaper to execute, reducing reliance on fragmented national rules.

#### Direction 2: Navigating Capital Control and Sovereignty Trade-offs

The global push toward financial stability and regulatory independence presents the greatest long-term challenge and dictates a crucial policy direction: balancing liberalization with national safeguarding.

**Investment in Prudent Carve-Outs:** Directing negotiations toward including "prudential carve-outs" within financial services chapters. These clauses allow governments to impose temporary capital controls or restrictions on IFFs during a financial crisis (e.g., capital flight), ensuring the nation retains tools for fiscal stability.

**Reforming ISDS Mechanisms:** Creating an environment through international cooperation that encourages the move away from the current ad-hoc ISDS towards a permanent, multilateral Investment Court System. This addresses public concerns over national sovereignty while still providing the legal certainty that MNEs require to undertake long-term FDI projects. This is the central policy challenge for all nations seeking to balance capital attraction with regulatory independence.

#### Conclusion

Global trade agreements are more than just frameworks for tariffs and quotas; they are de facto charters for international capital movement. Their performance dictates the direction and volume of FDI, the speed of financial flows, and the stability of global markets. For governments, the key direction of policy must be a calculated dual strategy: aggressively liberalizing trade and investment rules to attract capital and enhance competitiveness, while simultaneously carefully crafting prudential clauses and modernizing dispute resolution mechanisms to safeguard fiscal stability and national regulatory space. Mastering this balancing act is the true measure of effective trade and financial diplomacy in the 21st century.

#### References:

1. World Trade Organization (WTO). (Relevant agreements and reports on Trade in Financial Services).
2. Bevan, A., & Saul, P. (2009). The Impact of Investment Treaties on FDI. *Journal of International Economics*, 77(2), 241-255.
3. UNCTAD. (Relevant World Investment Reports on the role of trade agreements in FDI).
4. Obstfeld, M. (2009). International Financial Flows, Trade, and the Environment. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 12(7), 895-927.
5. Irving, J. (2020). The Political Economy of Trade Agreements: Investment Chapters, ISDS, and Financial Flows. *Global Policy Journal*. (Relevant academic publications).

УДК 33

**Malezhik O.**LLC "RPK", Founder  
Russia, Voronezh**STRATEGIC MANAGEMENT OF A RETAIL ENTERPRISE PRODUCT  
ASSORTMENT UNDER HIGH DEMAND VOLATILITY****Abstract**

The article addresses strategic assortment management in retail under persistent demand volatility that destabilizes turnover, stock availability, and gross margin. Relevance is driven by frequent demand shifts, substitution behavior across channels, and rising operational costs, which weaken price-led competition. The novelty lies in integrating assortment structure, shelf space, and replenishment constraints, along with margin protection instruments, into a single analytical framework that connects tactical decisions to process feasibility. The study aims to substantiate an analytically grounded model for maintaining profitability without a price race while reducing the risks of new product introduction through compatibility checks against customer and internal business processes. The approach relies on a literature-driven synthesis and comparison of contemporary decision-support and optimization studies, research on the profitability decay of promotions, algorithmic pricing and trust effects, inventory-based resilience strategies, and evidence on assortment rationalization as a sustainability and efficiency lever.

**Keywords:**

retail assortment management, demand volatility, category strategy, margin protection, omnichannel substitution, assortment optimization, shelf space planning, inventory resilience, new product launch risk, pricing governance.

**Introduction**

High volatility in consumer demand in retail creates a situation in which short-term sales spikes coexist with abrupt collapses, and in which substitution between SKUs and channels shifts realized margins away from the planned structure. Integrated omnichannel behavior strengthens cross-channel substitution and out-of-stock spillovers, which makes assortment decisions inseparable from inventory and space constraints [4]. In parallel, operational replenishment practices and shelf-space elasticity create a direct link between assortment breadth/depth and process capacity, turning assortment expansion into a logistical and financial stressor rather than a pure growth lever [5]. Under these conditions, margin preservation through price competition becomes fragile, as prolonged promotions exhibit diminishing returns over time, creating a mechanism that can erode profitability even as sales increase [7].

The purpose of the study is to develop an analytical basis for the strategic management of a retail enterprise's assortment under high demand volatility, with two managerial priorities: preserving margins without a price race and lowering risks in new product launches by verifying compatibility with customer business processes and internal operating routines. The objectives are formulated as follows: to systematize a decision logic that links assortment structure with space, replenishment, and inventory constraints; to define margin-protection mechanisms that rely on governance, substitution-aware planning, and controlled pricing rather than promotional escalation; to specify a risk-reduction procedure for new product introduction built around strategic fit of analytics and process compatibility gates. Novelty stems from combining:

- i) cross-channel substitution-aware assortment planning,
- ii) process-aligned shelf-space and replenishment modeling,
- iii) risk governance of innovation and pricing trust effects into a unified managerial framework.

**Materials and Methods**

Materials were drawn from ten recent scholarly sources that cover complementary decision domains: A.

A. Atieh Ali, A.-A. A. Sharabati, M. Allahham, A. Y. Nasereddin [1] on resilience and digital supply chains under dynamism; A. J. Barrera-Sánchez, R. G. García-Cáceres [2] on multi-product retail inventory planning with stochastic demand; Y. Guo, F. Liu, J.-S. Song, S. Wang [3] on inventory-oriented resilience strategies for demand surges and disruptions; J. Hense, A. Hübner [4] on omnichannel assortment optimization with cross-channel substitution; A. Hübner, H. Kuhn [5] on decision support integrating assortments, shelf space, and replenishment constraints; O. Iurasova [6] on decision-support algorithms for retail chain assortment optimization targeting trading margin; Z. Li, K. Yada, Y. Zenny [7] on the time-decay of promotion profit effects based on POS evidence; S. Ozdemir, Y. Wang, S. Gupta, V. Sena, S. Zhang, M. Zhang [8] on customer analytics and new product performance conditioned by strategic fit and contingencies; E. Sáez-González, J. C. Gázquez-Abad [9] on assortment rationalization as an efficiency and waste-reduction mechanism; A. Vomberg, C. Homburg, P. Sarantopoulos [10] on algorithmic pricing effects on trust and price search.

Methods consisted of analytical synthesis and comparison of the cited research streams, with structured extraction of managerial implications. Comparative analysis was applied to reconcile optimization-based findings with governance-oriented and behavioral results; source analysis was used to derive implementable rules, constraints, and risk controls for strategic assortment steering under volatility.

### Results

Strategic assortment management under high volatility requires moving from “SKU accumulation” toward a controlled portfolio logic where each SKU occupies a justified place within a substitution network, a replenishment cadence, and a margin architecture. Omnichannel settings intensify the need for such control because stock-outs and out-of-assortment situations trigger substitution not only within a channel but across channels, redistributing demand and profit in ways that are invisible in single-channel planning [4]. This implies that assortment decisions cannot be treated as a merchandising-only function; they are coupled with space allocation, inventory targets, and replenishment feasibility. The integrated treatment of assortment, shelf space, and replenishment aligns feasible store execution with consumer response to shelf-space changes and substitutions, preventing a strategic plan from collapsing at the operational level [5].

A first result concerns the structure of assortment decisions under volatility. The evidence supports a two-level arrangement: (i) stable “core” SKUs that anchor category presence and service levels and (ii) flexible “adaptive” SKUs that absorb volatility through controlled rotation, limited exposure, and explicit exit rules. The stable layer prioritizes availability and substitution containment, because substitution patterns in omnichannel planning materially affect profit outcomes and can dominate cross-channel effects when cost parameters are comparable [4]. The adaptive layer supports tactical learning and demand sensing without destabilizing replenishment and shelf-space routines, which is consistent with space-and-replenishment decision support that embeds actual store practices rather than assuming frictionless execution [5]. Operationally, this architecture converts volatility from a destructive force into a managed signal: demand shocks primarily modulate the adaptive layer, while the core layer remains protected by service-level and space commitments grounded in replenishment capability.

A second result concerns margin preservation without a price race. Two complementary findings constrain aggressive promotion and uncontrolled dynamic pricing. Promotion profitability decays with elapsed time, meaning that prolonging price reductions can turn incremental sales into negative profit contributions and generate indirect effects through store traffic that still fail to compensate for margin erosion after the profitable window passes [7]. In parallel, algorithmic dynamic pricing, which produces frequent price fluctuations, conflicts with consumer preferences for price stability and affects trust and price search behavior, introducing a non-financial but economically material constraint: margin protection must account for behavioral reactions that can increase search intensity and reduce conversion quality [10]. Taken together, these findings support a governance stance where margin is protected through controlled pricing corridors, promotion duration caps, and value communication rather than continuous price undercutting.

A third result links volatility to inventory and resilience engineering. Volatile demand amplifies both shortage risk (lost sales, substitution away from planned margins) and excess risk (markdowns, obsolescence, waste), so strategic assortment governance must coordinate with inventory policies that explicitly account for

uncertainty. Multi-product inventory planning under stochastic demand and deterministic lead-time: feasibility boundaries for availability targets when capital and capacity constraints matter [2]. Beyond routine uncertainty, disruption regimes require resilience strategies such as stockpiling, multiple sourcing, capacity reservation, and flexible contracts, with a clear distinction between demand-side surges and supply-side interruptions [3]. Digital supply chain capabilities strengthen sustainability and performance amid dynamism and complement resilience by improving visibility and responsiveness, supporting faster assortment steering with fewer irreversible decisions [1]. The managerial implication is that volatility response cannot be reduced to “forecast better”; it must translate into inventory positioning rules and sourcing flexibility aligned with the assortment architecture.

A fourth result addresses assortment rationalization as an efficiency and risk-control tool in volatile demand environments, especially for perishables and categories with high holding and waste costs. The literature on assortment rationalization argues that delisting low-demand and low-performing items can reduce operational and storage costs and support sustainability by reducing waste. At the same time, the central managerial problem becomes balancing variety expectations with choice overload and execution complexity [9]. In a volatility framing, rationalization operates as a stabilizer: it reduces the number of volatile, low-signal SKUs that distort replenishment and inflate markdown exposure. It reallocates space and working capital toward SKUs that either reliably contribute to margin or serve as purposeful hedges against substitution leakage.

A fifth result concerns the governance of new product introduction under volatility, with a focus on compatibility with business processes—both internal routines and customer processes. Research on customer analytics and new product performance indicates that analytics investments and their impact on innovation depend on strategic fit with internal capabilities, knowledge integration mechanisms, and environmental turbulence; misalignment weakens outcomes even when analytics sophistication increases [8]. Translated into retail assortment strategy, this supports a “compatibility gate” logic: before scaling a new product, the enterprise tests whether the product’s replenishment rhythm, handling requirements, shelf presentation needs, and substitution interactions fit the existing execution model; simultaneously, the product must fit customer usage processes, purchasing routines, and service expectations in the target segment. Decision-support systems designed to optimize assortment composition and trading margin demonstrate how such gating can be operationalized by using real enterprise data, profitability ratios, and constraints on resources and shelf space [6]. Process-aligned shelf-space and replenishment modeling further support the feasibility check by embedding replenishment practices into planning [5]. Hence, risk reduction in product launches emerges from treating “compatibility” as a measurable feasibility condition rather than a qualitative intuition.

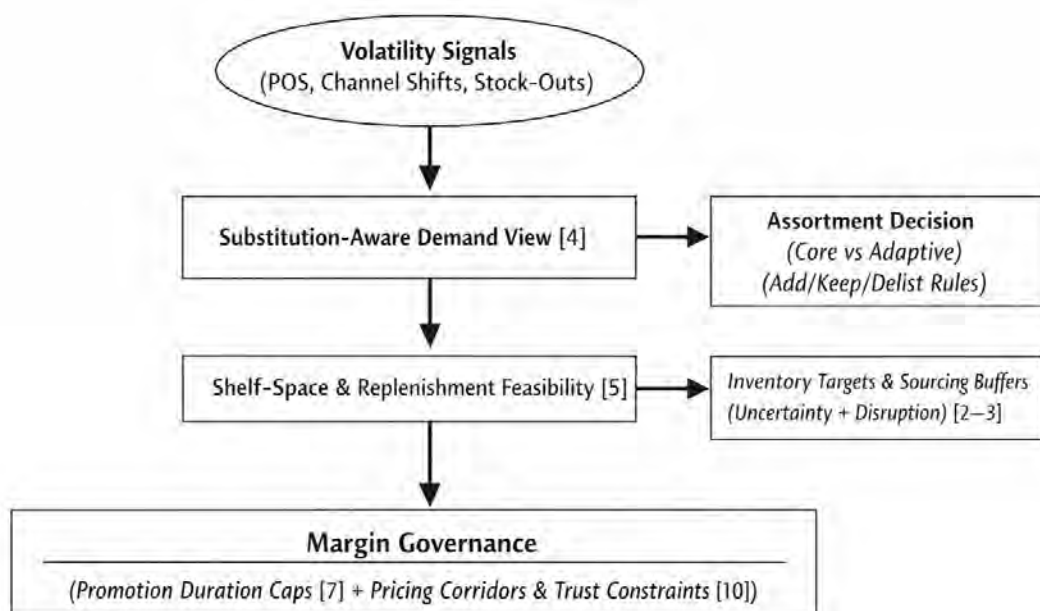


Figure 1 – Assortment steering loop under demand volatility (adapted from [4–5] and aligned with resilience logic [3])

The loop clarifies that assortment actions under volatility become sustainable only when substitution effects, store execution constraints, and inventory-resilience instruments are treated as a single decision cycle rather than separate functions.

Overall, the findings operationalize strategic assortment management under high demand volatility as an integrated decision logic that jointly accounts for substitution dynamics, shelf-space, replenishment feasibility, inventory positioning, and margin governance. The results converge on a layered portfolio design (core vs adaptive SKUs), where volatility is absorbed through bounded exposure, rotation rules, and compatibility checks, while profitability is protected through promotion-duration limits and price-stability governance. Launch-risk mitigation is specified as a measurable, feasibility-based procedure: new products are scaled only after passing execution and customer-process compatibility gates, supported by data-driven decision support and process-embedded planning constraints.

### Discussion

The synthesized results support a strategic stance that preserves margins through structural and governance levers rather than reactive discount escalation. Promotion profitability decay suggests that a “volume-first” approach risks converting volatility into chronic margin leakage, particularly when promotions are extended beyond the profitable interval and become a habit rather than a calibrated instrument [7]. Algorithmic pricing evidence adds that aggressive price variability can impose trust and search costs that undermine long-run conversion quality, so a margin-preserving strategy benefits from price stability corridors and clear rules for when price changes are permitted [10]. Under volatility, the recommended emphasis shifts toward controlling substitution pathways, availability, and execution feasibility—areas where omnichannel assortment optimization and integrated space–replenishment modeling indicate measurable profit impacts [4–5].

Table 1

Margin-preserving assortment levers under high demand volatility

Lever (strategic control)	How it protects the margin	Operational condition
Core vs adaptive SKU architecture	Limits uncontrolled substitution and stabilizes profit drivers	Clear delisting/rotation rules; monitoring of substitution
Substitution-aware assortment planning	Reduces margin leakage from out-of-stock/out-of-assortment switching	Cross-channel demand transitions accounted for
Shelf-space allocation aligned with replenishment	Prevents “paper assortment” that cannot be executed, reducing hidden stock-outs	Replenishment routines embedded in planning
Decision-support optimization targeting trading margin	Shifts the assortment toward measurable profitability under constraints	Enterprise data integration; constraint specification
Promotion duration governance	Avoids profit decay from extended discounts	POS monitoring; stop rules for promotions
Pricing corridors under algorithmic pricing	Prevents trust erosion and excessive price search	Boundaries for price changes; stability objectives
Inventory planning under stochastic demand	Reduces markdown exposure and shortage-driven substitution	Lead time discipline; multi-product coordination
Resilience buffers for disruption regimes	Protects availability during surges and supply shocks	Multi-sourcing, stockpiling, flexible contracts
Assortment rationalization	Cuts low-performance complexity and waste-related cost burden	Evidence-based delisting; category performance review
Digital supply chain enablement under dynamism	Improves response speed and visibility for steering	Data integration across nodes

Source: developed by the author based on [2; 4–7; 10]

Risk reduction in new product launches through compatibility with customer business processes—fits the contingency and strategic-fit finding: analytics and capability investments affect new product performance only when aligned with internal mechanisms and turbulence conditions [8]. In retail assortment terms, “compatibility” needs two concurrent checks: internal execution compatibility (replenishment cadence, shelf handling, inventory constraints, omnichannel availability logic) and customer-process compatibility (how the product fits purchase routines, usage cycles, and service expectations). Integrated space–replenishment planning makes internal compatibility testable by design [5], inventory planning clarifies feasible exposure under uncertainty [2], and resilience research explains how disruption regimes can invalidate launch assumptions unless buffers and sourcing options are pre-designed [3].

Table 2

New product introduction risk controls through process-compatibility gates

Risk focus	Compatibility test (what must fit)	Control action
Execution overload (store/DC)	Replenishment rhythm, shelf handling time, space elasticity response	Pilot with constrained space and a defined replenishment pattern
Volatility amplification	Demand uncertainty, sensitivity, and substitution spillovers	Cap exposure to adaptive layer; predefined exit threshold
Promotion-dependent uptake	Reliance on long promotions for adoption	Short promotion window with stop rule; evaluate post-promo demand
Trust loss via unstable pricing	Price variability tolerance in the category/segment	Price corridor and change-frequency limits
Supply disruption during scale-up	Sourcing fragility, lead-time shocks	Multi-sourcing or buffer stock before rollout
Sustainability and waste exposure	Perishability, slow movers, disposal risk	Rationalize nearby SKUs; tighter assortment to reduce waste
Analytics–capability misfit	Data availability, integration, and decision latency	Align analytics scope to internal integration mechanisms

Source: developed by the author based on [1–10]

Table 2 translates “compatibility with client business processes” into concrete gates that reduce launch risk without requiring an experimental design: the gates define feasibility conditions and governance actions that can be documented and audited within enterprise planning practice.

Empirical evidence on promotion profit decay and the trust costs of frequent price fluctuations suggests that volatility management benefits from bounded promotional windows, price corridors, and substitution-aware availability controls. Interpreting “compatibility” as a dual feasibility requirement—execution routines and customer process fit—provides a practical managerial standard for documenting, auditing, and scaling new product introductions under uncertainty while aligning assortment decisions with inventory resilience and operational capacity limits.

### Conclusion

The study substantiates a strategic assortment management model for retail under high demand volatility, built on an integrated decision loop: substitution-aware assortment planning; process-aligned shelf-space and replenishment feasibility; inventory-and-resilience positioning; and margin governance through promotion duration control and price stability corridors. The first objective is met by formalizing a portfolio structure that separates stable core SKUs from adaptive SKUs and anchors both layers in execution constraints and substitution dynamics, preventing profit leakage during stock-outs and channel shifts. The second objective is met by showing that margin preservation is supported by governance instruments that limit prolonged promotions with decaying profit effects and constrain algorithmic price volatility that affects trust and price search, shifting competitive

emphasis toward availability, substitution containment, and operational reliability. The third objective is met by proposing a compatibility-gate procedure for new product launches grounded in the strategic fit of analytics and internal integration mechanisms, combined with feasibility checks against replenishment routines, inventory constraints, disruption buffers, and customer process alignment, reducing launch risk without relying on experimental evidence.

#### References:

1. Atieh Ali, A. A., Sharabati, A.-A. A., Allahham, M., & Nasereddin, A. Y. (2024). The relationship between supply chain resilience and digital supply chain and the impact on sustainability: Supply chain dynamism as a moderator. *Sustainability*, 16(7), 3082. doi:10.3390/su16073082.
2. Barrera-Sánchez, A. J., & García-Cáceres, R. G. (2025). Optimal inventory planning at the retail level, in a multi-product environment, enabled with stochastic demand and deterministic lead time. *Logistics*, 9(3), 128. doi:10.3390/logistics9030128.
3. Guo, Y., Liu, F., Song, J.-S., & Wang, S. (2025). Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective. *Fundamental Research*, 5(2), 450–463. doi:10.1016/j.fmre.2024.08.002.
4. Hense, J., & Hübner, A. (2022). Assortment optimization in omni-channel retailing. *European Journal of Operational Research*, 301(1), 124–140. doi:10.1016/j.ejor.2021.09.045.
5. Hübner, A., & Kuhn, H. (2024). Decision support for managing assortments, shelf space, and replenishment in retail. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 36, 1–35. doi:10.1007/s10696-023-09492-z.
6. Iurasova, O. (2025). Decision support algorithm development for assortment optimization in the retail chain. *Journal of Business Economics and Management*, 26(1), 127–144. doi:10.3846/jbem.2025.22952.
7. Li, Z., Yada, K., & Zenny, Y. (2021). Duration of price promotion and product profit: An in-depth study based on point-of-sale data. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 58, 102277. doi:10.1016/j.jretconser.2020.102277.
8. Ozdemir, S., Wang, Y., Gupta, S., Sena, V., Zhang, S., & Zhang, M. (2024). Customer analytics and new product performance: The role of contingencies. *Technological Forecasting and Social Change*, 201, 123225. doi:10.1016/j.techfore.2024.123225.
9. Sáez-González, E., & Gázquez-Abad, J. C. (2024). Could assortment rationalisation help reduce food waste in grocery stores? *Amfiteatru Economic*, 26(Special Issue No. 18), 1292–1310. doi:10.24818/EA/2024/S18/1292.
10. Vomberg, A., Homburg, C., & Sarantopoulos, P. (2025). Algorithmic pricing: Effects on consumer trust and price search. *International Journal of Research in Marketing*, 42(4, Part B), 1166–1186. doi:10.1016/j.ijresmar.2024.10.006.

© Malezhik O., 2026

#### УДК 33

**Mammiyev G.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Gurbanova M.,** student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

#### ECONOMIC ASPECTS

#### Abstract

Economic aspects are the core considerations in virtually every field of human activity, from individual

financial decisions to global policy-making. This article examines the fundamental role of economic principles in understanding, analyzing, and shaping the world around us. It explores the key divisions of economic study—microeconomics and macroeconomics—and their practical applications in business management, public policy, and financial markets. By highlighting the interconnectedness of economic factors, the article argues for the critical importance of economic literacy for individuals, organizations, and governments in navigating a complex and competitive global environment.

#### **Keywords:**

Economics, Microeconomics, Macroeconomics, Financial markets, Economic policy, Globalization.

#### **Introduction**

Economics is the social science that studies the production, distribution, and consumption of goods and services. The economic aspects of any issue refer to the financial, resource-related, and value-based considerations that underpin it. Whether examining a household budget, a business investment, or a government's trade policy, understanding the underlying economic forces is essential for making informed decisions. Economics provides a framework for analyzing scarcity and choice, helping to predict outcomes and manage resources effectively.

#### **Microeconomics and Business**

**Microeconomics** is the study of economic behavior at the individual and firm level. It focuses on how individual consumers and producers make decisions, and how these decisions interact in specific markets. For businesses, microeconomic principles are fundamental to success. They guide decisions on pricing strategies, production levels, and resource allocation. For example, a firm might use supply and demand models to determine the optimal price for a new product, or analyze consumer behavior to tailor its marketing campaigns. Understanding market structure and competition is also a key microeconomic aspect of business strategy.

#### **Macroeconomics and Public Policy**

In contrast, **macroeconomics** examines the economy as a whole, focusing on broad aggregates like national income, unemployment, and inflation. For governments and policymakers, these aspects are vital for designing effective fiscal and monetary policies. A government might use macroeconomic data to decide on tax rates, public spending, or interest rates to stimulate economic growth or control inflation. The study of international trade, currency exchange rates, and globalization are also core macroeconomic aspects that influence a country's position in the global economy.

#### **Financial Markets and Investment**

The economic aspects of finance and investment are centered on the flow of capital. **Financial markets**, including stock markets, bond markets, and commodity exchanges, are crucial for allocating resources efficiently within an economy. They provide a mechanism for businesses to raise capital and for individuals and institutions to invest their savings. The economic analysis of these markets involves understanding concepts like risk, return, and valuation. Investment decisions, whether for an individual's retirement portfolio or a large corporation's expansion plan, are driven by a careful evaluation of these economic factors.

#### **Conclusion**

In a world defined by interconnected markets and rapid technological change, an understanding of economic aspects is no longer a luxury, but a necessity. From managing personal finances and business operations to crafting national policies and navigating global trade, economic principles provide the tools needed to make rational and effective decisions. By applying these insights, individuals and organizations can better understand the incentives and constraints that shape human behavior, leading to a more prosperous and stable future.

#### **References:**

1. Mankiw, N. G. (2021). Principles of Economics. Cengage Learning.

2. Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan.
3. Stiglitz, J. E. (2015). *The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future*. W. W. Norton & Company.
4. Friedman, M. (1962). *Capitalism and Freedom*. University of Chicago Press.
5. Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2021). *Economics*. McGraw-Hill Education.

© Mammiyev G., Gurbanova M., 2026

**УДК 33**

**Nasyrov A.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Dovletova O.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## **TRANSFORMING FINANCIAL MANAGEMENT THROUGH TECHNOLOGY**

### **Abstract**

Digital accounting refers to the use of computer-based technologies, software platforms, and automation tools in the recording, processing, and reporting of financial data. This article examines the evolution of digital accounting, its core technologies, and the benefits and challenges it brings to modern businesses. It also explores how digital tools are reshaping financial operations, compliance, and decision-making across industries.

### **Keywords:**

digital accounting, automation, cloud accounting, accounting software,  
financial technology, AI in accounting, digital transformation

Digital accounting represents a fundamental shift from traditional, manual bookkeeping to automated and integrated financial processes. Driven by advances in information technology, digital accounting enables businesses and organizations to streamline financial workflows, enhance data accuracy, and make informed decisions in real time.

At the heart of digital accounting are accounting software systems such as QuickBooks, Xero, SAP, and Oracle NetSuite. These platforms perform functions such as general ledger maintenance, accounts payable and receivable, payroll, inventory control, and financial reporting. Most modern systems support cloud-based operations, allowing users to access data securely from any location with an internet connection.

Automation is a key advantage of digital accounting. Routine tasks—such as invoicing, bank reconciliations, and tax calculations—can be performed quickly and accurately using built-in algorithms. This reduces human error, saves time, and frees up accounting professionals to focus on strategic analysis and advising.

Artificial Intelligence (AI) and machine learning are increasingly integrated into digital accounting systems. These technologies enable predictive analytics, fraud detection, and intelligent data categorization. AI tools can analyze large volumes of transactions, recognize anomalies, and even provide financial forecasts based on historical data trends.

Digital accounting also enhances regulatory compliance. Automated tax preparation, real-time audit trails, and electronic document management help organizations meet legal and financial reporting standards. Governments in many countries are adopting digital tax systems that require electronic invoicing and digital submission of financial records.

Another significant innovation is blockchain technology. Though still in early stages of adoption, blockchain has the potential to create transparent, secure, and tamper-proof records of financial transactions. This may revolutionize auditing, asset tracking, and contract enforcement in the future.

Despite its many advantages, digital accounting also presents challenges. Data security is a major concern, as cyber threats and privacy breaches can compromise sensitive financial information. Businesses must implement strong cybersecurity measures and ensure compliance with data protection regulations such as the GDPR.

Another challenge is the need for continuous learning and adaptation. Accounting professionals must stay updated with new tools, software updates, and regulatory changes. This has led to the emergence of “tech-savvy accountants” who combine financial expertise with digital proficiency.

Digital transformation may also create a digital divide. Smaller firms or rural enterprises with limited access to high-speed internet or technical support may struggle to adopt advanced accounting systems.

In conclusion, digital accounting is transforming the way financial data is managed, reported, and analyzed. As technology continues to evolve, digital tools will become increasingly essential for accuracy, efficiency, and competitive advantage in financial management. Businesses and institutions must embrace this transformation while investing in training, security, and infrastructure to fully realize its benefits.

#### References:

1. Warren, C.S., Reeve, J.M., & Duchac, J. (2020). Accounting. Cengage Learning.
2. Kokina, J., Pachamanova, D., & Corbett, A. (2017). The Role of Data Analytics in Accounting. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115–122.
3. AICPA (2023). The Future of Finance: Embracing Automation and AI. American Institute of CPAs.
4. PwC (2022). Digital Transformation in Finance: Trends and Outlook. [www.pwc.com](http://www.pwc.com)
5. European Commission (2021). E-Invoicing and Digital Accounting Standards in the EU. [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)

© Nasyrov A., Dovletova O., 2026

УДК 33

**Nurgeldiyeva Ch.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Gylyjova M.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## GLOBAL DEVELOPMENT OF WORLD ECONOMY

### Abstract

The evolution of the world economy reflects a series of transformations in production, trade, finance, and

technology. From agrarian economies to industrialization and the rise of the digital and knowledge-based economy, each stage of economic evolution has shaped international relations, living standards, and development patterns. This article provides an overview of key phases in global economic history and analyzes the factors driving economic change, including innovation, globalization, and institutional development.

**Keywords:**

world economy, economic history, globalization, industrial revolution,  
digital economy, economic development.

The world economy has undergone continuous transformation throughout history, shaped by technological innovation, resource distribution, population growth, and changing political institutions. Understanding this evolution helps explain current economic structures, disparities among nations, and the challenges of global development.

The earliest economies were agrarian and localized, based on subsistence farming, barter exchange, and small-scale trade. Ancient civilizations such as Mesopotamia, Egypt, and China developed early forms of taxation, currency, and division of labor, laying the foundation for more complex economic systems.

A major turning point came with the Commercial Revolution in the late Middle Ages, as trade networks expanded across Europe, the Middle East, and Asia. The rise of mercantilism emphasized national wealth accumulation through trade surplus and colonial expansion. During this time, banking, insurance, and accounting practices began to develop, strengthening financial infrastructure.

The Industrial Revolution in the 18th and 19th centuries marked a dramatic shift in economic organization. Mechanization, steam power, and factory production transformed agriculture-based societies into urban, industrial economies. Britain, followed by Western Europe and the United States, experienced unprecedented growth in manufacturing output, population, and productivity.

With industrialization came new social and economic challenges, including labor exploitation, environmental degradation, and income inequality. Economic theories such as classical economics (Adam Smith, David Ricardo) and later Marxist and Keynesian frameworks emerged in response to these shifts, influencing how governments approached fiscal and social policy.

The 20th century saw further acceleration of global economic integration. After the two World Wars and the Great Depression, international institutions such as the International Monetary Fund (IMF), World Bank, and General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) were established to promote stability and cooperation. The post-World War II period, known as the “Golden Age of Capitalism,” witnessed strong growth in Western economies, driven by technological innovation, infrastructure investment, and international trade.

The late 20th and early 21st centuries have been characterized by globalization and the digital revolution. Advances in transportation, telecommunications, and computing have enabled global supply chains, financial markets, and information exchange. The rise of emerging economies—especially China, India, and Southeast Asia—has shifted global economic power toward the East.

At the same time, challenges such as climate change, financial crises, and global inequality have prompted debates about the sustainability of current economic models. Concepts such as the green economy, inclusive growth, and sustainable development goals (SDGs) now shape international economic agendas.

In conclusion, the world economic evolution is a dynamic and multifaceted process shaped by innovation, conflict, cooperation, and cultural exchange. As the global economy continues to change, future development will depend on how societies balance technological progress, social equity, and environmental responsibility.

**References:**

1. Cameron, R., & Neal, L. (2015). *A Concise Economic History of the World: From Paleolithic Times to the Present*. Oxford University Press.
2. Landes, D. S. (1998). *The Wealth and Poverty of Nations*. W. W. Norton & Company.

3. Piketty, T. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*. Harvard University Press.
4. Maddison, A. (2007). *Contours of the World Economy, 1–2030 AD*. Oxford University Press.
5. World Bank (2023). *Global Economic Prospects*. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
6. IMF (2023). *World Economic Outlook*. [www.imf.org](http://www.imf.org)

© Nurgeldiyeva Ch., Gylyjova M., 2026

**УДК 33**

**Orazmammedova M.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Myratgulyyeva H.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## **WORLD MARKET FORMATION AND INTERNATIONAL TRADE**

### **Abstract**

World market formation is a complex process that encompasses the establishment of global trade networks, the flow of goods and services across borders, and the interplay of economic policies among nations. This article explores the foundational elements that contribute to the formation of the world market, including historical context, key factors influencing international trade, and the implications for global economic growth. Additionally, we examine the challenges and opportunities that arise within this dynamic framework, highlighting the importance of effective trade policies and international cooperation.

### **Keywords:**

world market formation, international trade, globalization, economic policies, trade networks.

### **Core Dynamics of World Market Formation**

The formation of the world market has evolved significantly over centuries, driven by various factors including technological advancements, trade liberalization, and the pursuit of comparative advantage among nations. Historically, the establishment of trade routes, beginning with ancient Silk Roads and maritime pathways, laid the groundwork for the exchange of goods and ideas. These early interactions evolved into complex trade relationships that transcended regional boundaries, thus initiating the process of globalization.

In the modern context, technological advancements have further accelerated the integration of global markets. Innovations in transportation and communication have reduced costs and improved efficiency, making it easier for businesses to operate across borders. Container shipping, air freight, and digital communication have enabled rapid delivery of goods and services, thus allowing companies to tap into new markets and expand their reach.

The phenomenon of globalization itself plays a crucial role in the formation of the world market, as it encourages countries to engage in trade to exploit their comparative advantages. Nations that can produce certain goods more efficiently than others will specialize in those areas, leading to increased productivity and economic growth. This specialization not only benefits the countries involved but also results in a wider variety of goods available to consumers worldwide.

### Key Factors Influencing International Trade

Several key factors influence the dynamics of international trade and, by extension, the formation of the world market. This includes trade policies, tariffs, and international agreements. Trade policies implemented by governments determine the framework within which international trade operates, impacting the flow of goods and services. Tariffs and non-tariff barriers can either facilitate or restrict trade, depending on the objectives set by policymakers.

International trade agreements play a pivotal role in shaping the regulatory environment for trade. Agreements such as the North American Free Trade Agreement (NAFTA), the European Union (EU) Single Market, and various bilateral trade pacts have been designed to reduce trade barriers and foster economic cooperation among member countries. By creating a more predictable and stable trading environment, these agreements can enhance trade volumes and stimulate economic growth.

### Conclusion

In conclusion, the formation of the world market and the dynamics of international trade are integral to understanding the complexity of the global economy. The interplay of historical factors, technological advancements, and economic policies shapes the landscape in which nations operate. While the benefits of international trade are apparent, it is vital to navigate the challenges that arise with careful policy formulation and international collaboration. By prioritizing inclusive and sustainable practices, countries can work towards maximizing the gains from trade while fostering a resilient global economy that benefits all participants.

### References:

1. Krugman, P., & Obstfeld, M. "International Economics: Theory and Policy" – Pearson, 2018.
2. World Trade Organization (WTO). "World Trade Report 2022: Trade and Technology" – WTO, 2022.
3. Baldwin, R. "The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization" – Harvard University Press, 2016.
4. UNCTAD. "Global Investment Trends Monitor" – United Nations Conference on Trade and Development, 2023.
5. Rodrik, D. "The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy" – W. W. Norton & Company, 2011.

©Orazmammedova M., Myratgulyyeva H., 2026

УДК 33

**Sadykov S.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Guvanchmyradova G.,**

student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## IMPLICATIONS FOR ECONOMIC GROWTH AND DEVELOPMENT

### Abstract

The movement of labor and capital across international borders is a pivotal phenomenon that shapes

global economic landscapes. This article delves into the core dynamics of international labor migration and capital flows, examining their impact on economic growth, development, and the political and social nuances they entail. By analyzing these aspects, we foster a better understanding of how labor and capital mobility influences not only the economies of sending and receiving countries but also broader global economic stability and sustainability.

**Keywords:**

labor migration, capital flows, economic growth, globalization, international development.

**Core Dynamics of International Movement of Labor and Capital**

The international movement of labor consists of individuals migrating across borders in search of work, often leading to economic and social benefits for both host and home countries. Labor migration can take many forms, from highly skilled professionals seeking jobs in developed economies to low-skilled workers filling labor shortages in sectors like agriculture and construction. This mobility of labor not only aids in addressing skill gaps but also contributes to economic vitality in host countries.

On the other hand, the movement of capital involves financial resources flowing from one country to another, typically in the form of foreign direct investment (FDI), portfolio investments, and remittances. FDI is particularly significant as it involves substantial investment in physical assets, business acquisitions, and new ventures, enabling technology transfer and creating jobs in the receiving country. This influx of capital has the potential to stimulate economic growth, enhance productivity, and promote technology and innovation.

Both labor and capital mobility are driven by globalization, trade agreements, and the pursuit of profit. As nations become more interconnected, the barriers that once restricted labor and capital movement are gradually diminishing, facilitating a more integrated global economy.

**Implications for Policy and Global Economic Governance**

The international movement of labor and capital necessitates effective policy frameworks and global governance to maximize benefits while minimizing adverse effects. Policymakers are challenged to create environments that encourage labor mobility while ensuring the protection of migrant rights and integration into host societies. This includes promoting fair labor standards, access to social services, and pathways for citizenship.

For capital flows, governments need to develop policies that attract investment while safeguarding their economies against potential risks. This may involve regulatory measures that prioritize sustainable investment, protect against exploitative practices, and ensure that capital is invested in ways that benefit local communities.

International cooperation also plays a vital role in managing labor and capital movement effectively. Collaborative agreements among nations can facilitate smoother migration processes and investment frameworks while addressing shared concerns such as security, economic stability, and environmental sustainability.

**Conclusion**

In conclusion, the international movement of labor and capital represents a complex yet essential aspect of the global economy. Understanding the interplay between labor migration and capital flows is critical for harnessing their potential to promote economic growth and development. While the benefits of this mobility are evident, it is equally important to address the challenges and controversies that arise. Through the implementation of thoughtful policies and international collaboration, countries can work towards maximizing the benefits of labor and capital movement while fostering inclusive and sustainable economic development.

**References :**

1. Massey, D. S., & Espinosa, K. "What's Driving Mexico-U.S. Migration? A Population Perspective" – The World Bank Policy Research Working Paper 4256, 2007.
2. International Organization for Migration (IOM). "World Migration Report 2022" – IOM, 2022.

3. UNCTAD. "World Investment Report 2023: Investing in Sustainable Recovery" – United Nations Conference on Trade and Development, 2023.
4. OECD. "International Migration Outlook 2021" – Organisation for Economic Co-operation and Development, 2021.
5. Rodrik, D. "The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy" – W. W. Norton & Company, 2011.

© Sadykov S., Guvanchmyradova G., 2026

**УДК 33**

**Soyunova M.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs  
Ashgabat, Turkmenistan

**Gylychmyradova O.,** student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

## **GLOBAL ECONOMICS**

### **Abstract**

Global economic management refers to the coordinated efforts of international institutions, governments, and financial entities to oversee and regulate the global economy. This article explores the structure, mechanisms, and strategic frameworks involved in managing cross-border economic activity. It highlights the roles of major institutions such as the International Monetary Fund (IMF), the World Bank, and the World Trade Organization (WTO), and discusses emerging challenges such as global inequality, financial instability, and climate change.

### **Keywords:**

global economy, economic management, IMF, World Bank, international institutions,  
economic policy, globalization.

The management of the global economy is a complex process involving a network of institutions, agreements, and policies aimed at maintaining financial stability, promoting economic growth, and ensuring fair trade. In a globalized world where markets, supply chains, and capital flows are interconnected, effective global economic governance is essential to prevent crises and promote sustainable development.

Central to global economic management are international institutions established after World War II. The International Monetary Fund (IMF) was created to promote exchange rate stability, provide financial assistance to countries in crisis, and support global economic cooperation. Its surveillance functions allow it to monitor macroeconomic policies across member states and provide recommendations for reform.

The World Bank Group focuses on long-term economic development and poverty reduction, particularly in developing countries. Through loans, grants, and policy advice, it supports infrastructure, education, health, and environmental projects. Its goal is to foster inclusive and sustainable economic growth.

The World Trade Organization (WTO) oversees global trade rules and works to resolve disputes between nations. By promoting free trade and reducing tariffs, the WTO contributes to economic efficiency and market

integration. However, it has faced criticism over its handling of trade imbalances and lack of representation for developing economies.

Another key mechanism of global economic management is policy coordination through summits such as the G7 and G20. These gatherings bring together leaders of major economies to discuss global challenges, including financial regulation, taxation, climate finance, and digital transformation.

One of the greatest challenges in managing the global economy is inequality—both within and between countries. While globalization has lifted millions out of poverty, it has also widened income gaps and concentrated wealth in specific regions and sectors. Addressing inequality requires inclusive policies, investment in human capital, and fair trade practices.

Financial instability is another critical issue. The 2008 global financial crisis demonstrated the fragility of interconnected markets. In response, regulatory reforms such as Basel III have been implemented to strengthen banking systems and improve risk management. However, new threats such as digital currencies and cyber-attacks demand continuous adaptation.

Climate change has emerged as a central concern in global economic management. The shift toward green economies and sustainable development goals (SDGs) requires coordinated investment and policy innovation. International climate agreements like the Paris Accord are linked to economic frameworks that integrate environmental priorities with fiscal and monetary policies.

In conclusion, global economic management is vital for maintaining order and progress in the international system. While institutions like the IMF, World Bank, and WTO provide structure, adaptive strategies and inclusive governance are needed to respond to evolving global dynamics. Strengthening cooperation and balancing diverse interests are key to building a resilient and equitable global economy.

#### References:

1. Stiglitz, J. E. (2002). *Globalization and Its Discontents*. W.W. Norton & Company.
2. IMF (2023). *World Economic Outlook Reports*. [www.imf.org](http://www.imf.org)
3. World Bank (2023). *Global Economic Prospects*. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
4. Rodrik, D. (2011). *The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy*. W.W. Norton & Company.
5. WTO (2023). *Annual Report*. [www.wto.org](http://www.wto.org)
6. G20 (2024). *Leaders' Declaration on Global Economic Policy*. [www.g20.org](http://www.g20.org)

© Soyunova M., Gylychmyradova O., 2026

#### УДК 33

**Yazmyradova A.,**

Student of the Department of Language Studies, trained in extended groups  
International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

**Annayeva A.,** student.

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamed Annaev of Arkadag city  
Arkadag, Turkmenistan

#### ANALYZING MARKET TRENDS AND COMPETITIVE STRATEGY

#### Abstract

The ability to effectively analyze market trends and formulate a corresponding competitive strategy is the

compass guiding any business toward achieving its long-term organizational goals. This process is a continuous loop of data gathering, strategic assessment, and proactive adaptation. Its strategic importance lies in its direct link to revenue growth, sustained profitability, innovation, and risk mitigation. Consequently, the integration of deep market intelligence into the strategic planning cycle is elevated to the status of a core executive mandate. Leaders must constantly navigate the complex demands of identifying emerging opportunities, mitigating competitor threats, allocating scarce resources efficiently, and aligning internal capabilities with external market shifts. This article examines the essential methodology for conducting this dual analysis and outlines key frameworks where its management is critical for converting market insight into competitive advantage and organizational success.

#### **Keywords:**

Market trend analysis, competitive strategy, organizational goals, competitive advantage, SWOT analysis, PESTLE analysis, Porter's Five Forces, data-driven decisions, strategic planning, competitive intelligence.

#### The Foundational Role of Dual Analysis

The process of market and competitive analysis is the critical engine that transforms raw external information into actionable business strategy. It serves as the bridge between external realities (trends, threats) and internal aspirations (goals, capabilities).

#### Core Strategic Objectives:

**Goal Alignment:** Analysis ensures that organizational goals (e.g., 20% market share, 15% ROI) are realistic, measurable, and directly supported by strategies tailored to the existing market dynamics.

**Opportunity Identification:** By tracking market trends (e.g., shifts in consumer behavior, emerging technologies), the firm can spot underserved niches or new product opportunities before competitors.

**Threat Mitigation:** A robust competitive analysis identifies key rival strengths, weaknesses, and potential strategic moves, allowing the firm to build defenses or preemptively capture market share.

**Resource Optimization:** Analysis clarifies where the greatest potential returns lie, directing limited resources (capital, R&D, talent) toward activities that build a sustainable competitive advantage.

#### Key Frameworks and Methodologies

A successful competitive strategy must be built on a systematic, multi-layered analysis of the external environment. The following frameworks provide a structured approach to linking external intelligence with internal objectives.

#### Direction 1: Understanding the Macro Environment (Market Trend Analysis)

This analysis provides the broad context for strategy by looking at external forces that shape demand, supply, and regulation. The PESTLE Analysis is the primary tool:

**Social and Technological Factors:** Identifying demographic shifts, cultural changes, and the emergence of disruptive technologies (e.g., the trend toward remote work and the need for new digital collaboration products).

**Environmental Factors:** Evaluating climate change effects, resource scarcity, and public pressure for sustainability, which drives the "green" investment trend.

#### Conclusion

Analyzing market trends and competitive strategy is not a periodic task; it's an ongoing strategic discipline. A successful organization uses frameworks like PESTLE and Porter's Five Forces to map the external environment, synthesizes this data into a clear SWOT matrix, and finally executes a competitive strategy—be it Cost Leadership, Differentiation, or Focus—that is tightly aligned with its organizational goals. By leveraging data-driven insights and maintaining a posture of continuous adaptation, a firm can effectively mitigate external threats, seize emergent opportunities, and ensure sustained, profitable growth.

#### References:

1. Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.

2. Grant, R. M. (2016). Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases. Wiley.
3. Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (2020). Concepts in Strategic Management and Business Policy. Pearson.
4. Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). Marketing Management. Pearson Education.
5. Rigby, D. K., & Bilodeau, B. (2018). Management Tools & Trends 2018. Bain & Company. (Relevant professional reports).

© Yazmyradova A., Annayeva A., 2026

**УДК 658.512.2+004.89**

**Карпович В.Ф.**

канд. экон. наук, доцент БНТУ

Минск, Беларусь

## **РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ БЕЛАРУСИ**

### **Аннотация**

Статья посвящена исследованию состояния и перспектив развития технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в промышленном секторе Беларуси. Рассматриваются международные тенденции внедрения интеллектуальных технологий, особенности национальной институциональной среды и практические кейсы внедрения ИИ и МО в промышленных предприятиях республики. Проведен анализ статистических данных, свидетельствующих о высоком уровне базовой цифровизации белорусских организаций, широкому применению цифровых инструментов и ограниченном распространении продвинутых технологий, таких как большие данные, интернет вещей и искусственный интеллект. Выделены успешные практики внедрения ИИ в машиностроении, энергетике, химической и пищевой промышленности, подчеркнута важность формирования собственной технологической базы и кадровых ресурсов для устойчивого внедрения интеллектуальных систем. Статья определяет факторы, способствующие переходу от точечного внедрения ИИ к комплексной цифровой трансформации производства, обосновывая необходимость стратегических изменений, модернизации инфраструктуры и совершенствования образовательной и законодательной базы.

### **Ключевые слова**

Искусственный интеллект, машинное обучение, цифровая трансформация, промышленность Беларуси, предиктивные технологии, интеллектуальное управление, производственная эффективность, конкурентоспособность, технологический суверенитет.

### **Введение**

Искусственный интеллект и машинное обучение становятся ключевыми факторами трансформации промышленности, обеспечивая повышение эффективности, снижение издержек, улучшение качества продукции и формирование новых моделей управления. Для Беларуси развитие ИИ в производстве имеет стратегическое значение, поскольку связано с задачами модернизации промышленного комплекса, укрепления технологического суверенитета и повышения конкурентоспособности экономики. Научно-практические центры, научные учреждения, университеты и предприятия уже накопили определённый опыт внедрения интеллектуальных технологий, однако он остаётся фрагментарным. Важным источником объективной информации о цифровой зрелости белорусских организаций являются данные официальной

статистики, а анализ материалов Министерства промышленности и ведущих высокотехнологических предприятий позволяет оценить институциональные и технологические предпосылки для внедрения ИИ.

### Основная часть

Мировая практика внедрения технологий искусственного интеллекта в производство создает ориентиры для белорусской промышленности: зарубежный опыт демонстрируют устойчивый рост решений в области предиктивной аналитики, компьютерного зрения, цифровых двойников и интеллектуальных систем управления. Эти технологии становятся частью производственных процессов – от планирования и логистики до контроля качества и обслуживания оборудования. В белорусском контексте данная динамика усиливается задачами цифровой трансформации и стремлением к технологической независимости, что отражено в государственной повестке, научных исследованиях и образовательных программах.

Институциональная среда развития ИИ в Беларуси формируется через совокупность нормативных документов, научных инициатив и образовательных программ. В работах белорусских исследователей подчёркивается необходимость развития собственных алгоритмов, программных продуктов и правовых механизмов, регулирующих использование данных и ответственность за решения ИИ-систем [1-4]. Университеты – БГУ, БНТУ, БГУИР – и научные организации НАН Беларуси создают ядро компетенций, обеспечивая подготовку специалистов и разработку прикладных решений. В образовательных программах делается акцент на анализе данных, цифровой экономике и инженерных аспектах ИИ, что формирует кадровую основу для промышленного внедрения [5].

Значимым источником эмпирических данных о цифровой зрелости белорусских организаций является ежегодное обследование Национального статистического комитета Республики Беларусь. Согласно результатам проведённого в 2024 году мониторинга, включавшего опрос 8974 организаций, в республике отмечается высокая степень распространения основных элементов цифровой инфраструктуры: интернет используют 99,3% организаций, локальные сети – 79%, корпоративные Интранет-системы – 30,8%, Экстранет – 14,3%. Более 60% организаций обеспечивают сотрудников мобильными устройствами с доступом к интернету. Среди организаций, подключённых к интернету, 96,7% используют стационарный широкополосный доступ, 76,4% – беспроводной, а 59,5% располагают скоростью выше 30,1 Мбит/с [6]. Эти показатели свидетельствуют о том, что техническая база для внедрения ИИ и машинного обучения в целом в Республике Беларусь сформирована.

Статистические данные также показывают, что интернет стал универсальным инструментом для административных, коммерческих и коммуникационных процессов: 99,6% организаций используют его для подачи отчётности, 99,2% – для электронной почты, 97,3% – для банковских операций. Веб-сайты имеют 71% организаций, облачные сервисы применяют 41,2%, электронные продажи осуществляют 40,9% организаций, электронные закупки – 64,9%. Особое значение имеют данные о распространённости продвинутых цифровых технологий: интернет вещей используют 21,5% организаций, RFID – 15,3%, большие данные – 13,7%, искусственный интеллект – 5,8% [6]. Это подтверждает, что ИИ пока внедряется точно и преимущественно в крупных или технологически развитых организациях.

Реальный опыт применения ИИ и машинного обучения в белорусской промышленности отражён в научных публикациях [4; 7; 8], отчётах и практических проектах. Наиболее распространёнными направлениями являются предиктивная аналитика, оптимизация технологических процессов, компьютерное зрение для контроля качества, интеллектуальные системы управления и численно-аналитические модели. В ряде отраслей – машиностроении, энергетике, химической и пищевой промышленности – используются модели прогнозирования отказов оборудования, алгоритмы оптимизации режимов работы, системы визуального контроля продукции и аналитические комплексы для поддержки диспетчерских решений. В материалах БГУ отмечается внедрение интеллектуальных систем и аналитических моделей, применяемых в промышленности, космической отрасли, медицине и

сфере безопасности [9; 10]. БНТУ фиксирует рост числа проектов, связанных с оптимизацией процессов, анализом данных и разработкой интеллектуальных модулей для производственных систем [11]. Для систематизации имеющегося опыта, нами определены перспективные направления внедрения ИИ в белорусской промышленности (см. табл. 1).

Таблица 1

Направления внедрения технологий искусственного интеллекта  
и машинного обучения в промышленности Беларуси

Тип применения ИИ/МО	Сфера/отрасль	Суть решения	Ожидаемый эффект
Предиктивное обслуживание оборудования	Машиностроение, энергетика	Модели МО прогнозируют вероятность отказа узлов по данным датчиков	Снижение простоев, затрат на ремонт
Оптимизация технологических режимов	Химическая, пищевая промышленность	Алгоритмы подбирают оптимальные параметры процесса	Рост выхода годной продукции, экономия
Компьютерное зрение в контроле качества	Серийное производство, сборка	Нейросети анализируют изображения изделий на конвейере	Снижение доли брака, ускорение контроля
Интеллектуальные системы управления	Крупные промышленные комплексы	ИИ-модули в АСУ ТП и ERP для поддержки решений диспетчеров и менеджмента	Повышение устойчивости и управляемости
Численно-аналитические модели	Высокотехнологичные производства	Модели процессов, интегрированные с данными реального времени	Улучшение планирования и модернизации

Источник: разработано автором

Анализ материалов Министерства промышленности и холдинга «Интеграл» позволяет дополнить эту картину институциональными и технологическими аспектами. Минпром подчёркивает стратегическую важность цифровизации, модернизации производственных мощностей и внедрения интеллектуальных систем управления. В официальных документах фиксируются приоритеты развития высокотехнологичных производств, включая микроэлектронику, робототехнику и автоматизацию [12]. ИИ рассматривается как инструмент повышения эффективности, качества и устойчивости производственных процессов, а цифровые платформы – как основа для перехода к современным моделям управления.

Холдинг «Интеграл» играет ключевую роль в формировании аппаратной базы для интеллектуальных систем. Предприятие производит микроконтроллеры, сенсоры, специализированные интегральные схемы и электронные модули, используемые в автоматизированных линиях, системах контроля и диагностики, робототехнических комплексах. Производственные процессы холдинга включают элементы машинного зрения, цифровой обработки сигналов и автоматизированного контроля качества, что создаёт предпосылки для дальнейшего внедрения ИИ в технологический цикл [13]. Участие «Интеграла» в государственных программах развития микроэлектроники усиливает технологическую основу для интеллектуализации промышленности.

Таким образом, Беларусь формирует устойчивую экосистему для внедрения ИИ и машинного обучения в промышленности. На уровне государственной политики ИИ рассматривается как инструмент модернизации и повышения эффективности, а на уровне предприятий создаётся аппаратная и технологическая база, необходимая для интеллектуализации производственных процессов. Несмотря на то, что внедрение ИИ пока не носит массового характера, наблюдается последовательное движение в сторону цифровых платформ, автоматизации, интеллектуальных систем управления и развития микроэлектроники как ключевого элемента технологического суверенитета.

### Заключение

Опыт Беларуси в применении искусственного интеллекта и машинного обучения в промышленности характеризуется сочетанием значительного научного потенциала, отдельных успешных внедрений и сохраняющихся институциональных и технологических барьеров. Данные Белстата подтверждают

высокий уровень базовой цифровизации организаций, широкое использование облачных сервисов, электронных коммуникаций и цифровых каналов взаимодействия с контрагентами. Анализ материалов Министерства промышленности и холдинга «Интеграл» показывает, что государственная политика и технологическая база предприятий создают условия для дальнейшего развития интеллектуальных систем. Вместе с тем распространённость продвинутых технологий – больших данных, интернета вещей, RFID и особенно искусственного интеллекта – остаётся ограниченной. Для перехода от точечных проектов к системной цифровой трансформации необходимы комплексные стратегии, модернизация инфраструктуры, развитие кадрового потенциала и совершенствование нормативной базы. При выполнении этих условий Беларусь сможет укрепить технологический суверенитет, повысить конкурентоспособность промышленности и интегрироваться в глобальные цепочки создания стоимости на новом технологическом уровне.

**Список использованной литературы:**

1. Мороз, В.В. Готовность Республики Беларусь, Российской Федерации и Республики Казахстан к внедрению искусственного интеллекта (ИИ) / В.В. Мороз, Г.В. Воронцова, З.К. Смагулова // Экономика Беларуси: рост, инновации, безопасность: Материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 15 мая 2025 года. – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2025. – С. 196-197.
2. Лисиченок, Е.П. Проблемы и перспективы использования искусственного интеллекта в маркетинговой деятельности организаций Республики Беларусь / Е.П. Лисиченок, И.Н. Запригаев // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: Сборник трудов XIX международной научно-практической конференции, Пинск, 25 апреля 2025 года. – Пинск: Полесский государственный университет, 2025. – С. 129-131.
3. Абламейко, С. Технологии искусственного интеллекта: компьютерное зрение / С. Абламейко, А. Недзьведь, Р. Богуш // Наука и инновации. – 2023. – № 3(241). – С. 48-58.
4. Карпович, В.Ф. Интеллектуальные системы управления производственными процессами в промышленности / В.Ф. Карпович // Управление информационными ресурсами: Материалы XX Международной научно-практической конференции, Минск, 29 марта 2024 года. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2024. – С. 446-447.
5. Карпович, В.Ф. Интеграция информационных технологий в экономическое образование: влияние на качество подготовки и институциональные трансформации / В.Ф. Карпович // Инновационная наука. – 2026. – № 1-2. – С. 191-195.
6. Информационно-коммуникационные технологии // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/informatsionno-telekommunikatsionnye-tehnologii/> (дата обращения: 22.01.2026).
7. Искусственный интеллект в Беларуси: вызовы и возможности // United Nations Development Programme. – URL: <https://www.undp.org/ru/belarus/stories/iskusstvennyy-intellekt-v-belarusi-vyzovy-i-vozmozhnosti> (дата обращения: 22.01.2026).
8. Сергиевич, Т.В. Обзор экономических исследований применения искусственного интеллекта / Т. В. Сергиевич // Вестник института экономики НАН Беларуси: Сборник научных статей. – Минск: РУП "Издательский дом "Белорусская наука", 2025. – С. 37-44. – DOI 10.47612/278951222025103744.
9. Реферативный сборник непубликуемых работ. Отчеты НИР, ОКР, ОTR. Вып. 1 (114). – ГУ «БелИСА» / под ред. С.В. Шлычкова. – Минск, 2024. – 134 с.
10. Ректор БГУ – о внедрении ИИ: нужно учиться преодолевать трудности, а не полагаться на технологии / С. Грудницкий // SB.BY. Беларусь сегодня. – URL: <https://www.sb.by/articles/rektor-bgu-o-riskakh-ispolzovaniya-ii-v-obuchenii-v-lyuboy-rabote-vazhno-preodolevat-sebya.html>. – Дата публ.: 01.09.2025.
11. Исследования и разработки // Белорусский национальный технический университет. – URL:

<https://science.bntu.by/issledovaniya-i-razrabotki/> (дата обращения: 22.01.2026).

12. Министерство промышленности Республики Беларусь: [сайт]. – Мн., 2026. – URL: <https://minprom.gov.by> (дата обращения: 03.02.2026).

13. ОАО "ИНТЕГРАЛ" – управляющая компания холдинга "ИНТЕГРАЛ": [сайт]. – Мн., 2026. – URL: <https://integral.by> (дата обращения: 01.02.2026).

© Карпович В.Ф., 2026

## УДК 65.0.

**Кириченко А.Д.**

магистрант Самарского университета государственного управления  
«Международный институт рынка» (АНО ВО Университет «МИР»)

**Солиева Д.А.**

магистрант Самарского университета государственного управления  
«Международный институт рынка» (АНО ВО Университет «МИР»)

## ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТЫ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ КРЕАТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

### Аннотация

Статья посвящена изучению специфики подбора персонала для творческих отраслей. Рассматриваются различные теоретические аспекты по данной проблематике и на примере результатов психодиагностики, проведённой на основе опроса сотрудников креативных индустрий, предлагаются меры по поиску, привлечению, мотивации сотрудников, созданию благоприятной творческой атмосферы.

### Ключевые слова:

креативность, подбор персонала, оценка персонала, нестандартное мышление, менеджмент, портфолио.

**Kirichenko A.D.,**

master's student of the Samara university of public administration of  
“Mezhdunarodny institut rynka” (ANO VO

**Solieva D.A.**

master's student of the Samara university of public administration of  
“Mezhdunarodny institut rynka” (ANO VO

## TECHNOLOGY AND TOOLS FOR RECRUITING PERSONNEL IN THE CREATIVE MANAGEMENT SYSTEM

This article examines the specifics of recruiting personnel for the creative industries. Various theoretical aspects of this issue are examined, and, using the results of a psychodiagnostic study conducted based on a survey of creative industry employees, measures are proposed for finding, attracting, and motivating employees, as well as creating a favorable creative atmosphere.

### Keywords:

creativity, personnel selection, personnel evaluation, non-standard thinking, management, portfolio.

## Введение

Актуальность исследования обусловлена значимостью эффективного подбора кадров для креативных профессий, выявлению таланта на этапе собеседования. Творческая составляющая персонала организации рассматривается как отличительное конкурентное преимущество организации. На текущий момент многие предприятия стремятся совершить «прорыв» на рынке услуг. Сегодня трудно найти управляющих, которые считали бы креативность недостатком, и не желал бы обладать креативными сотрудниками в собственной организации. Креативность постепенно приобретает все большее значение как для каждого отдельного сотрудника, так и для организации в целом. Креативные личности двигают прогресс, создают уникально новые продукты, способные конкурировать на рынке услуг и захватывать внимание конечного потребителя. Под креативностью понимается способность производить оригинальные идеи, которых не существовало ранее, отклоняться в мышлении от традиционных схем, успешно разрешать проблемные ситуации. Креативность охватывает некоторую совокупность мыслительных и личностных качеств, необходимых для становления способности к творчеству.

**Цель исследования** – проанализировать и отобрать наиболее успешные и качественные инструменты для подбора креативных сотрудников.

**Задача исследования** – разработать технологию по поиску и привлечению творческих кадров в организацию, применить методы психодиагностики при подборе.

**Объектом исследования** являются творческие кандидаты, платформы по поиску кандидатов, работные сайты, анализ портфолио непосредственного кандидата.

**Предмет исследования** – проанализировать действенные методы и способы определения достойного по компетенциям кандидата для занятия творческой должности в организации, оценка «мягких» навыков кандидата.

Креативный сотрудник – это специалист, способный генерировать новые идеи, нестандартные видения и подходы в профессиональной деятельности. Данный тип сотрудника весьма ценен для организации, поскольку помогает компании внедрять инновации, повышать конкурентоспособность и быстро реагировать на изменения обстановки на рынке товаров и услуг.

Задачей данного исследования является разработка стратегии качественного подбора сотрудников для креативных ниш, формирования долгосрочной кадровой укомплектованности в организации

Подбор творческих кадров требует индивидуального личностного подхода к каждому кандидату, учёта специфики профессии и особых требований компании. Важно найти тех кандидатов, которые способны генерировать нестандартные решения, предлагать творческие идеи и уметь работать в команде, одной «связке» с другими специалистами.

Особенности подбора креативного персонала в организацию

Для корректного привлечения нужного специалиста в организацию необходимо разработать профиль кандидата для креативной должности.

Необходимо определить задачу, над которой специалист будет в дальнейшем работать и составить психологический «портрет» будущего специалиста.

Поставить цели и задачи, для чего именно нужен специалист в организацию, что будет входить в ежедневный пул задач специалиста.

Для корректного привлечения нужного специалиста в организацию необходимо:

- описать личностные качества, которые организация желает видеть в сотруднике: открытость новому опыту, любознательность, склонность к определённой степени риска, умение работать в команде, самостоятельность в принятии решений, умение слышать доносимую до сотрудника информацию.
- определение профессиональных компетенций: наличие соответствующего образования, релевантный опыт работы, знание определённых программ, необходимых для работы и уровень владения ими.

Для успешного поиска креативного сотрудника необходимо задействовать современные нестандартные

методы поиска кандидатов, стандартизированные работные сайты такие, как hh.ru, SuperJob, Работа.ру не всегда могут отобразить релевантных кандидатов под запрос компании, важно уметь работать с иными источниками предоставления рабочей силы.

- онлайн-платформы для творческих кандидатов (Behance, Github, Workzilla) - на данных платформах специалисты выкладывают собственные работы на всеобщее обозрение, также с целью привлечения внимания будущих работодателей, данные платформы также работают в режиме портфолио кандидата в режиме реального времени.

- участие в профессиональных выставках, форумах для креативных специалистов, где предоставляется возможность расширить «сеть знакомств», ознакомиться с работами мастеров вживую, построить контакт;

- сотрудничество напрямую с учебными заведениями, выпускающих специалистов, которые смогут работать в креативных индустриях, предложение данным специалистам прохождения стажировки на предприятии с целью дальнейшего трудоустройства.

Для проведения оценки уровня креативности и соответствующих компетенций на этапе отбора необходимо задействовать следующие инструменты:

- проведение ситуационных интервью с действующими креативными задачами, проведение тестового входного задания на дивергентное мышление;

- проведение анализа портфолио кандидата и разбора разработанных кандидатом проектов, вынесение оценки, как кандидат подошёл к задаче, какие методы удалось задействовать, какой получен результат в итоге работы.

- оценка совпадений культурных и личностных ценностей кандидата и интервьюирующей организации, как кандидат впишется в предложенную корпоративную культуру, где могут быть расхождения.

- коммуникабельность, готовность работать в команде, слышать других участников коллектива, адекватное восприятие критики.

Особенности процесса найма креативных сотрудников, отличие креативных методов от традиционных методов подбора.

- более гибкий «взгляд» на резюме и сопроводительное письмо, возможность добавление юмора и графических вставок в описание вакансии;

- ориентация на личность кандидата, движущую мотивацию, а не только на опыт, образование и соответствующие компетенции.

- проведение тестовых дней в организации, мини-проектов, вовлечение в реальные, а не теоретические задачи, стоящие перед организацией.

Основные качества креативного сотрудника, необходимые для работы:

- инициатива, стремление предлагать и реализовывать новые решения, умение брать ответственность за собственные действия;

- открытость новому опыту, готовность учиться, воспринимать непривычные идеи;
- гибкость мышления, умение видеть альтернативные варианты и воспринимать иные точки зрения, отходить от шаблонов в работе.

- умение работать в режиме неопределённости, способность находить решения без использования чётких инструкции и в режиме спонтанности;

- развитые коммуникативные навыки: умение сотрудничать с другими коллегами, умение доносить мысли до других и осуществлять поддержку.

- высокий уровень самоорганизации, умение самостоятельно планировать и достигать целей.

Методы определения креативного сотрудника, выделение из общей массы:

- количество и разнообразие реализованных проектов и оригинальности портфолио;

- умение предлагать нестандартные идеи и аргументированно доносить собственную точку зрения до коллег или до клиентов организации;

- готовность вести диалог, дружелюбное отношение, готовность открыто обсуждать текущий проект, умеренно критиковать и предлагать решения для совместного поиска наиболее эффективного результата.

- умение выходить за рамки должностных инструкций, если того требует ситуация.

#### **Список использованной литературы:**

1. Андреев, В.В. (2020). Инновационно-проектный менеджмент. М.: Юрайт, с. 155–180.
2. Балашова, Е.В. (2021). Творческий потенциал и индивидуальные особенности личности. Москва: Инфра-М. — 268 с.
3. Березина, О.В. (2023). Актуальные тренды в управлении организацией. М.: Инфра-М, 2023. с - 150-165.
3. Бондарева, Ю.А. (2022). Инновационные подходы к управлению креативными командами. СПб.: Питер. — 320 с.
4. Бурмистров, Г.Г. (2021). Психология творчества и креативности: современные подходы. Наука. — 240 с.
5. Виноградова, А.В. (2020). Методы мотивации креативных сотрудников. Управление персоналом, №1, с. 12–20.
6. Воронцов, И.В. (2020). Мотивация креативных сотрудников: современные методики. Москва: Юрайт. — 290 с.
7. Гаврилова, И.В. (2022). Инновационный менеджмент и развитие креативного потенциала. СПб.: Питер. — 312 с.

© Кириченко А.Д., Солиева Д.А., 2026

**УДК 004.62:331.108.2**

**Крылов Н.И.**

магистрант 2 курса, СПбПУ им. Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ ПОДХОДА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ**

#### **Аннотация**

Статья посвящена проблеме качества данных в системах подбора персонала в сегменте executive search. Показано, что дублирование профилей, вариативность наименований должностей и неполнота информации снижают точность поиска и аналитики. Предложена модель управления качеством данных, включающая стейджинг, стандартизацию, нормализацию и дедупликацию, обеспечивающая согласованность кадровых данных и основу для автоматизации.

#### **Ключевые слова:**

Data Governance, качество данных, ATS, executive search, дедупликация,  
нормализация должностей, HR-аналитика

**Krylov N.I.**

Master's Student,  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russian Federation

## ENHANCING DATA QUALITY IN RECRUITMENT INFORMATION SYSTEMS BASED ON DATA GOVERNANCE PRINCIPLES

### Abstract

The article examines data quality issues in recruitment systems within the executive search segment. It shows that profile duplication, inconsistent job titles, and incomplete information reduce search accuracy and analytical reliability. A data quality management model is proposed, including staging, standardization, normalization, and deduplication, ensuring consistency of HR data and creating a basis for further automation.

### Keywords:

Data Governance; data quality; applicant tracking systems (ATS); executive search; deduplication; job title normalization; HR analytics.

Цифровизация процессов подбора персонала усилила зависимость рекрутинговых организаций от качества данных, хранящихся в системах управления подбором (ATS). В сегменте executive search данные приобретают стратегическое значение, поскольку именно они определяют точность поиска, корректность аналитических выводов и надежность управленческих рекомендаций. Согласно исследованиям экспертов международной консалтинговой компании McKinsey, системное использование данных в управлении талантами напрямую связано с повышением организационной эффективности [7].

Несмотря на широкое внедрение автоматизированных систем подбора персонала, в практике HR-консалтинга сохраняются комплексные проблемы качества данных. В базах данных накапливаются дублирующиеся записи, неполные профили кандидатов, устаревшие контактные сведения и вариативные наименования должностей и компаний. Подобные дефекты снижают точность поиска, ограничивают аналитические возможности систем и увеличивают временные издержки при формировании перечня рекомендуемых кандидатов.

Актуальность исследования обусловлена противоречием между высокой зависимостью executive search от качества данных и отсутствием в большинстве ATS встроенного контура системного управления их качеством.

Цель статьи – разработать концептуальную модель управления качеством данных в системах подбора персонала на основе принципов Data Governance.

Под качеством данных в международной практике понимается степень их пригодности для использования по назначению. В стандарте ISO 8000-8:2015 подчеркивается значимость структурированности, прослеживаемости и управляемости данных [1]. В ГОСТ Р 56214-2014 закреплены ключевые характеристики качества: полнота, точность, непротиворечивость, актуальность и уникальность [2].

Методологическую основу системного управления данными формирует концепция Data Governance, подробно описанная в DAMA-DMBOK [5]. Она предполагает распределение ролей и ответственности, формализацию правил ввода и обновления данных, а также контроль их жизненного цикла.

В сфере HR-консалтинга данные обладают высокой структурной и семантической разнородностью: они поступают из резюме, социальных сетей, рекомендаций, корпоративной переписки и открытых и внутренних источников. В научных публикациях, посвященных цифровизации рекрутинга, рассматриваются вопросы цифровизации процессов и внедрения HR-технологий [3], [4]. Вместе с тем анализ практики использования ATS показывает, что при отсутствии формализованных процедур управления данными в информационных базах формируются структурные дефекты, включая дублирование и несогласованность записей.

Таким образом, применение принципов Data Governance к HR-данным требует адаптации с учетом текстовой природы информации и высокой вариативности профессиональных формулировок.

Анализ практики executive search позволяет выделить ряд типичных дефектов:

– импорт информации из различных каналов (публичные профили целевых кандидатов в

социальной сети, отклики, рекомендации) приводит к дублированию записей одного и того же лица, что нарушает целостность истории взаимодействий и снижает корректность аналитики;

– одинаковые управленческие роли могут фиксироваться различными текстовыми формулировками (Chief Marketing Officer, СМО, Директор по маркетингу и др.), что затрудняет автоматизированный поиск и агрегацию;

– отсутствие контактных данных, даты последнего обновления или структурированного описания опыта снижает пригодность профиля для использования из-за невозможности оценки актуальности данных;

– различные нестандартизированные варианты написания одного работодателя фрагментируют базу и препятствуют корректной аналитике.

Даже современные ATS ориентированы преимущественно на хранение информации и автоматизацию процессов, но не включают полноценных механизмов контроля качества данных [3]. В результате ошибки, возникшие на этапе ввода, сохраняются и распространяются.

Предлагаемая модель базируется на принципах ISO 8000, ГОСТ Р 56214-2014 и DAMA-DMBOK [1], [2], [5] и включает организационные и технологические механизмы.

#### 1. Стейджинг данных

Вводимые или импортируемые данные помещаются в промежуточный слой обработки. На этом этапе осуществляется:

- проверка полноты обязательных атрибутов;
- контроль корректности форматов;
- предварительное выявление признаков дублирования.

Только после прохождения валидации запись переносится в основное хранилище. Такой механизм предотвращает накопление ошибок и формирует барьер для данных низкого качества.

#### 2. Стандартизация атрибутов

Для ключевых полей (должность, компания, отрасль, функциональная область) вводятся управляемые справочники. Свободный текст ограничивается для критически значимых атрибутов, что обеспечивает непротиворечивость и сопоставимость данных.

#### 3. Нормализация должностей

Текстовые обозначения должностей сопоставляются с унифицированным классификатором. Подход позволяет агрегировать сходные управленческие роли и повысить точность поиска.

#### 4. Дедупликация

Процедуры регулярного сопоставления контактных и биографических атрибутов позволяют формировать единый эталонный профиль кандидата.

Данный механизм соответствует принципам управления мастер-данными (master data management) [5].

#### 5. Организационный контур

В рамках модели вводится распределение ответственности за качество данных (data stewardship), в котором определяются правила ввода информации, минимальные требования к профилю, периодичность проверки актуальности записей. Реализация предложенной модели позволяет повысить согласованность кадровых данных, сократить время формирования перечня рекомендуемых кандидатов для представления клиенту, стабилизировать справочники, создать основу для применения методов интеллектуальной обработки данных и HR-аналитики [6].

Интеграция интеллектуальных инструментов, включая методы обработки естественного языка, может автоматизировать процессы нормализации и выявления аномалий, снижая влияние человеческого фактора.

Таким образом, проблемы качества данных в системах подбора персонала носят системный характер и наиболее критичны в сегменте executive search. Современные ATS не обеспечивают полноценного контура управления качеством информации, что приводит к накоплению структурных дефектов базы.

Предложенная концептуальная модель, основанная на принципах Data Governance, формирует интегрированный механизм обеспечения полноты, непротиворечивости и уникальности кадровых данных.

Модель является технологически нейтральной и может быть внедрена без радикального изменения архитектуры ATS, обеспечивая переход от фрагментарного контроля к системному управлению качеством данных.

#### Список использованной литературы:

1. ISO 8000-8:2015. Качество данных. Часть 8. Качество информации. Взаимодействие, метаданные и управление качеством данных. Женева: Международная организация по стандартизации, 2015. – 15 с.
2. ГОСТ Р 56214-2014. Данные и информация. Качество данных. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2019. — 12 с.
3. Верна, В. В. 3.2 инновационные технологии подбора и найма персонала / В.В. Верна, Э.Э. Ибрагимов // Управление персоналом организации в условиях цифровизации: монография. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – С. 201-228. – EDN SSBBMJ.
4. Романенко, М.И. Автоматизация подбора персонала через HR-технологии / М.И. Романенко, К.В. Барсегян // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2025. – № 4(59). – С. 47-54. – EDN EXSVNY.
5. DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge. Second Edition. Technics Publications, 2017. — 628 с. — ISBN 978-1-63462-234-9.
6. Nyathani, R. AI-Driven HR Analytics: Unleashing the Power of HR Data Management / R. Nyathani // Journal of Technology and Systems. – 2023. – Vol. 5, No. 2. – P. 15-26. – DOI 10.47941/jts.1513. – EDN VJLVJY.
7. Bérubé V., Fogarty B., Gandhi N., Mathew R., Mugayar-Baldocchi M., Seiler C. Increasing your return on talent: The moves and metrics that matter [Электронный ресурс] // McKinsey & Company. — Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/increasing-your-return-on-talent-the-moves-and-metrics-that-matter> (дата обращения: 08.02.2026).

© Крылов Н.И., 2026

#### УДК 330

**Мередов Я.**, преподаватель

Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана,  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Ниязгулыева А.**, преподаватель

Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Назарлыева А.**, студентка

Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана  
г. Ашхабад, Туркменистан

**Халыков С.**, студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
г. Ашхабад, Туркменистан

#### ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ

##### Аннотация

В данной статье исследуется роль инновационного предпринимательства в процессе цифровизации

глобальной экономики. Авторы анализируют ключевые факторы, способствующие внедрению цифровых технологий в бизнес-процессы, и рассматривают новые возможности для стартап-проектов. Особое внимание уделяется опыту Туркменистана в формировании цифровой среды на базе профильных вузов.

**Ключевые слова:**

инновационное предпринимательство, цифровая экономика, ИТ-технологии, бизнес-модели, инновации, стартапы, Туркменистан.

**Meredov Y.**, lecturer

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan  
Ashgabat, Turkmenistan.

**Niyazgulyyeva A.**, lecturer

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan  
Ashgabat, Turkmenistan.

**Nazarlyyeva A.**, student

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan  
Ashgabat, Turkmenistan.

**Halykov S.**, student

Turkmen State Architecture and Construction Institute  
Ashgabat, Turkmenistan.

## INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ECONOMY

### Annotation

The article examines the key features and development trends of innovative entrepreneurship in the context of the global digital transformation. The authors analyze the impact of digital technologies on business models and the adaptation of entrepreneurial activities to new economic realities. Special attention is paid to the challenges and opportunities for innovative development within the economic system of Turkmenistan.

### Keywords:

innovative entrepreneurship, digital economy, transformation, business models, digitalization, economic development, Turkmenistan.

Современный этап развития мировой экономики характеризуется стремительным переходом к цифровым форматам взаимодействия. Цифровая трансформация перестала быть просто технологическим трендом и превратилась в стратегическую необходимость. В условиях четвертой промышленной революции инновационная активность бизнеса напрямую определяет конкурентоспособность национальных экономик. Цифровая среда создает уникальные возможности для развития малого и среднего предпринимательства, где ключевым ресурсом становится информация и знания.

Влияние цифровизации на предпринимательские модели

Цифровая экономика меняет саму природу предпринимательской деятельности. Основными драйверами роста становятся такие технологии, как искусственный интеллект (ИИ), большие данные (Big Data) и облачные вычисления. Инновационное предпринимательство в цифровой среде характеризуется высокой скоростью масштабирования и резким снижением транзакционных издержек.

Традиционные линейные модели уступают место платформенным решениям. Использование цифровых платформ позволяет предпринимателям:

- \* Оптимизировать внутренние бизнес-процессы и логистику.
- \* Обеспечивать прямой доступ к потребителю через экосистемы электронной коммерции.

\* Внедрять гибкие методы управления проектами (Agile, Scrum).

Роль ИТ-образования в инновационной экосистеме Туркменистана

В Туркменистане реализация «Концепции развития цифровой экономики на 2019–2025 годы» создает фундамент для развития технологического предпринимательства. Ключевым звеном в этой системе выступают профильные вузы. Например, на базе Института телекоммуникаций и информатики Туркменистана активно развиваются научно-инновационные центры, выполняющие роль стартап-акселераторов.

Студенты и преподаватели института участвуют в разработке программного обеспечения и внедрении систем автоматизации, что способствует коммерциализации научных разработок. Инновационное предпринимательство в стране также получает стимул за счет реализации масштабных проектов, таких как «Умный город» (Smart City), требующих внедрения решений в области IoT (интернета вещей) и кибербезопасности.

Вызовы и барьеры цифровой трансформации

Несмотря на прогресс, инновационное предпринимательство сталкивается с рядом вызовов:

\* Дефицит кадров: Потребность в специалистах на стыке программирования и управления.

\* Кибербезопасность: Необходимость защиты интеллектуальной собственности в цифровой среде.

\* Инфраструктурные затраты: Необходимость постоянного обновления материально-технической базы для поддержки высоких технологий.

### **Заключение**

Инновационное предпринимательство в эпоху цифровизации является главным фактором устойчивого экономического роста. Для успешного развития данного сектора в Туркменистане необходима дальнейшая интеграция академической науки и реального сектора экономики. Развитие вузовских стартап-площадок позволит подготовить новое поколение предпринимателей, способных эффективно работать в условиях глобальной цифровой трансформации.

### **Список использованной литературы:**

1. Авдеева И. Л. Управление инновационными процессами в условиях цифровизации экономики // Экономические системы. – 2022.
2. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2019.
3. Грибанов Ю. И. Цифровая трансформация бизнеса: Учебное пособие – М.: Дашков Ко, 2020.
4. Концепция развития цифровой экономики в Туркменистане на 2019-2025 гг.
5. Барыкин С. Е. Цифровая трансформация бизнес-моделей: теория и практика. – СПб.: 2021.

©Мередов Я., Ниязгулыева А., Назарлыева А., Халыков С., 2026

**УДК 331.1**

**Тимшанова К.Н.**

ТИУ,

г. Тюмень, РФ

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ С БИЗНЕС-ПАРТНЁРАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ**

### **Аннотация**

В статье рассматриваются современные модели управления взаимоотношениями предприятий

торговли с бизнес-партнёрами и потребителями. Анализируются ключевые подходы и инструменты, способствующие эффективному взаимодействию и повышению конкурентоспособности. Особое внимание уделяется внедрению цифровых технологий в управление отношениями.

**Ключевые слова:**

управление, взаимоотношения, бизнес-партнёры, потребители, цифровые технологии.

**Abstract**

The article examines modern models of managing relationships between trading enterprises and their business partners and consumers. Key approaches and tools that facilitate effective interaction and enhance competitiveness are analyzed. Special attention is given to the implementation of digital technologies in relationship management.

**Keywords:**

management, relationships, business partners, consumers, digital technologies.

В условиях цифровизации экономики, усиления конкуренции и роста требований со стороны потребителей особую значимость приобретает проблема управления взаимоотношениями торговых предприятий с бизнес-партнёрами и конечными потребителями. Современные предприятия торговли функционируют в сложной системе сетевых взаимодействий, включающей поставщиков, логистических операторов, финансовые организации, цифровые платформы и клиентов. Эффективность этих взаимодействий во многом определяет устойчивость бизнеса, уровень его конкурентоспособности и способность адаптироваться к изменениям внешней среды.

Актуальность исследования обусловлена тем, что традиционные транзакционные подходы к управлению взаимоотношениями постепенно уступают место долгосрочным партнёрским моделям, основанным на принципах взаимной выгоды, доверия и совместного создания ценности. В научной литературе данная проблематика рассматривается в рамках концепций CRM (Customer Relationship Management), SRM (Supplier Relationship Management), управления цепями поставок, а также теории заинтересованных сторон. Однако большинство исследований фрагментарно освещают либо взаимодействие с потребителями, либо отношения с партнёрами, в то время как торговые предприятия нуждаются в комплексных моделях управления всеми ключевыми группами стейкхолдеров.

Целью настоящего исследования является анализ современных моделей управления взаимоотношениями предприятия торговли с бизнес-партнёрами и потребителями, а также выявление особенностей их применения в России и за рубежом.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- проанализировать теоретические подходы и модели управления взаимоотношениями в торговле;
- систематизировать методы исследования данных взаимоотношений;
- рассмотреть современные цифровые инструменты управления;
- провести сравнительный анализ российских и зарубежных практик;
- определить возможные результаты внедрения данных моделей и области их практического применения.

Управление взаимоотношениями предприятия торговли с бизнес-партнёрами и потребителями базируется на ряде фундаментальных теоретических концепций. Ключевое место среди них занимает теория маркетинга взаимоотношений, предполагающая переход от разовых сделок к формированию долгосрочных устойчивых связей. В рамках данной теории ценность рассматривается как результат совместных усилий всех участников обмена.

Для управления взаимоотношениями с потребителями наибольшее распространение получила концепция CRM, ориентированная на сбор, анализ и использование данных о клиентах для персонализации предложений и повышения их лояльности. В свою очередь, взаимодействие с бизнес-

партнёрами рассматривается через призму SRM и управления цепями поставок, где акцент делается на координации процессов, снижении транзакционных издержек и повышении прозрачности взаимодействий.

Дополняет данные подходы теория заинтересованных сторон, в соответствии с которой предприятие должно учитывать интересы всех групп, влияющих на его деятельность. Для торговли это особенно важно, поскольку сбои во взаимодействии с одной из сторон (например, поставщиками) неизбежно отражаются на качестве обслуживания потребителей. Таким образом, современные модели управления взаимоотношениями носят комплексный и системный характер.

Исследование моделей управления взаимоотношениями требует применения совокупности количественных и качественных методов. Наиболее распространёнными являются методы анализа вторичных данных, опросы потребителей и партнёров, глубинные интервью с менеджерами, а также кейс-стади.

Количественные методы позволяют оценить уровень удовлетворённости и лояльности клиентов, эффективность партнёрских программ, динамику показателей повторных покупок и стабильности поставок. В частности, широко применяются индекс NPS (Net Promoter Score), коэффициенты удержания клиентов, показатели SLA (Service Level Agreement, «Соглашение об уровне обслуживания») во взаимоотношениях с партнёрами [1].

Качественные методы, такие как экспертные интервью и фокус-группы, используются для выявления скрытых факторов, влияющих на устойчивость взаимоотношений: уровня доверия, качества коммуникаций, соответствия ожиданий сторон. В современных условиях всё большую роль играет анализ больших данных, получаемых из цифровых каналов продаж и коммуникаций.

Комплексное применение данных методов позволяет получить целостное представление о системе взаимоотношений предприятия торговли и сформировать обоснованные управленческие решения.

Современные модели управления взаимоотношениями в торговле можно условно разделить на несколько групп: клиентоориентированные, партнёрские и интеграционные. Клиентоориентированные модели фокусируются на персонализации взаимодействия с потребителями, использовании омниканальных стратегий и формировании положительного клиентского опыта.

Партнёрские модели ориентированы на развитие долгосрочных связей с поставщиками и другими контрагентами. Они предполагают совместное планирование, обмен информацией и распределение рисков. Интеграционные модели объединяют оба направления, формируя единую экосистему взаимодействий.

В качестве примера можно привести экосистемный подход, активно применяемый крупными торговыми сетями. Он предполагает интеграцию цифровых платформ, логистики, финансовых сервисов и маркетинга в единую систему, обеспечивающую согласованность интересов всех участников.

Цифровизация стала ключевым фактором трансформации моделей управления взаимоотношениями [2]. CRM и SRM системы, аналитические платформы, инструменты искусственного интеллекта позволяют автоматизировать процессы взаимодействия и повысить их прозрачность.

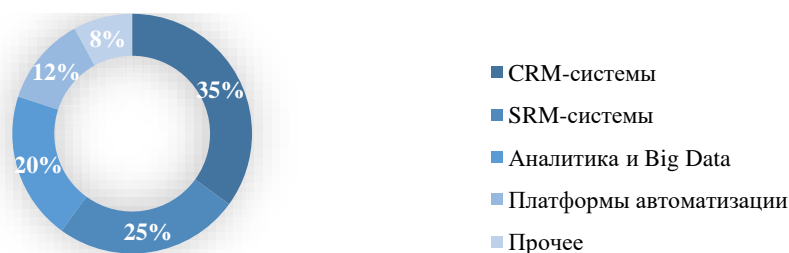


Рисунок 1 – Вклад цифровых инструментов в эффективность управления взаимоотношениями

Диаграмма иллюстрирует, что наибольший эффект достигается за счёт внедрения CRM-систем, ориентированных на потребителей, однако значимую роль также играют инструменты управления партнёрскими отношениями и аналитики данных (рис. 1). Это подтверждает необходимость комплексного подхода к цифровой трансформации торговых предприятий.

В России современные модели управления взаимоотношениями наиболее активно внедряются крупными торговыми сетями и маркетплейсами. Такие компании, как «Магнит», «X5 Group», «Ozon», используют развитые CRM-платформы для анализа поведения потребителей и персонализации предложений.

Во взаимоотношениях с бизнес-партнёрами российские компании всё чаще переходят к долгосрочным контрактам и совместному планированию поставок [3]. Однако уровень цифровой интеграции с партнёрами в целом ниже, чем в развитых странах, что связано с разнородностью ИТ-инфраструктуры и ограниченными инвестиционными возможностями малого и среднего бизнеса.

Практика показывает, что внедрение комплексных моделей управления взаимоотношениями позволяет российским предприятиям торговли повысить устойчивость цепей поставок, сократить издержки и улучшить качество обслуживания клиентов.

В мировой практике управление взаимоотношениями в торговле развивается в направлении экосистем и платформенных решений.

Крупные международные ритейлеры, такие как «Walmart», «Amazon», «Alibaba», формируют цифровые экосистемы, объединяющие поставщиков, логистику, финансовые сервисы и потребителей.

Сравнительный анализ показывает, что ключевыми отличиями зарубежных моделей являются более высокий уровень автоматизации, активное использование искусственного интеллекта и развитая культура партнёрства. В России данные подходы находятся на стадии активного формирования, однако наблюдается положительная динамика, особенно в сегменте электронной коммерции.

Таким образом, российская практика постепенно приближается к мировым стандартам, сохраняя при этом специфику, обусловленную институциональной средой и структурой рынка.

В результате проведённого исследования установлено, что современные модели управления взаимоотношениями предприятия торговли с бизнес-партнёрами и потребителями носят комплексный и системный характер. Их эффективность определяется степенью интеграции клиентоориентированных и партнёрских подходов, а также уровнем цифровизации процессов взаимодействия.

Сравнительный анализ российской и зарубежной практики показал, что, несмотря на определённое отставание по уровню технологической зрелости, российские предприятия активно осваивают современные модели и инструменты управления взаимоотношениями. Полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегий развития торговых предприятий и совершенствовании их систем управления.

#### **Список использованной литературы:**

1. Боярова, Е.А. CRM-маркетинг как система прогрева клиентской базы / Е.А. Боярова // Российская наука в современном мире: сборник статей LXVII международной научно-практической конференции, Москва, 15 января 2025 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2025. – С. 362-363. – EDN HZSAFV.
2. Пошибаев, А.Ю. Влияние цифровых технологий на эффективность деятельности организации / А.Ю. Пошибаев // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/51FAVN524.pdf> (дата обращения: 07.02.2026).
3. Спицын, Е. А. Тенденции российского рынка CRM-систем / Е. А. Спицын, И. А. Федорев // Аллея науки. – 2017. – Т. 2, № 8. – С. 383-386. – EDN YPLICT.

© Тимшанова К.Н., 2026

УДК 331.1

Тимшанова К.Н.

ТИУ,

Г. Тюмень, РФ

## УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С БИЗНЕС-ПАРТНЁРАМИ И ПОТРЕБИТЕЛЯМИ КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ

### Аннотация

В статье рассматривается управление взаимоотношениями с бизнес-партнёрами и потребителями как ключевой элемент стратегического развития предприятий торговли. Подчеркивается важность построения долгосрочных отношений для повышения конкурентоспособности и устойчивости бизнеса. Также анализируются современные подходы и инструменты, способствующие эффективному взаимодействию.

### Ключевые слова:

управление, взаимоотношения, бизнес-партнёры, потребители, стратегическое развитие.

### Abstract

The article discusses the management of relationships with business partners and consumers as a key element of strategic development for trading enterprises. It emphasizes the importance of building long-term relationships to enhance competitiveness and business sustainability. Additionally, modern approaches and tools that facilitate effective interaction are analyzed.

### Keywords:

management, relationships, business partners, consumers, strategic development.

В настоящее время наблюдается усиление конкуренции, цифровизация экономики и трансформации потребительского поведения, и особую актуальность приобретает проблема управления взаимоотношениями предприятия торговли с ключевыми стейкхолдерами – бизнес-партнёрами и потребителями. Современные торговые компании функционируют в сложных сетевых структурах, где устойчивость и эффективность деятельности во многом определяются качеством межфирменных и клиентских взаимодействий. В этой связи управление взаимоотношениями перестаёт быть исключительно операционной функцией и приобретает стратегическое значение, влияя на долгосрочное развитие и конкурентоспособность предприятия.

Анализ научных публикаций показывает, что в российской и зарубежной литературе достаточно широко исследуются вопросы клиентоориентированности, концепции CRM (Customer Relationship Management), партнёрских сетей и цепочек создания ценности. В работах российских авторов акцент делается на адаптацию зарубежных моделей управления взаимоотношениями к условиям отечественного рынка, а также на роль доверия и институциональных факторов. Зарубежные исследования, в свою очередь, уделяют внимание цифровым платформам, аналитике больших данных и экосистемному подходу к управлению взаимодействиями. Вместе с тем недостаточно систематизировано рассмотрение управления взаимоотношениями с бизнес-партнёрами и потребителями именно как единого элемента стратегического развития торгового предприятия, что определяет научную новизну и практическую значимость данного исследования.

Целью исследования является анализ управления взаимоотношениями с бизнес-партнёрами и потребителями как стратегического инструмента развития предприятия торговли.

Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи:

- проанализировать теоретические подходы к управлению взаимоотношениями в торговле;

- рассмотреть роль партнёрских и клиентских взаимодействий в системе стратегического управления;

- исследовать методы управления взаимоотношениями с бизнес-партнёрами и потребителями;
- представить возможные результаты внедрения соответствующих инструментов;
- провести сравнительный анализ практик управления взаимоотношениями в России и за рубежом.

Управление взаимоотношениями в торговле базируется на концепциях маркетинга взаимоотношений, теории заинтересованных сторон и стратегического менеджмента. Согласно подходу маркетинга взаимоотношений, ключевой задачей предприятия является формирование долгосрочных, взаимовыгодных связей с контрагентами и потребителями, обеспечивающих устойчивые финансовые результаты. В отличие от транзакционного маркетинга, ориентированного на разовые продажи, данный подход предполагает фокус на жизненной ценности клиента и стабильности партнёрских отношений.

С позиции теории заинтересованных сторон торговое предприятие рассматривается как узел сети взаимодействий, в которой бизнес-партнёры (поставщики, логистические операторы, финансовые организации) и потребители оказывают прямое влияние на стратегические решения компании. Эффективное управление этими взаимоотношениями позволяет снижать транзакционные издержки, повышать адаптивность к изменениям внешней среды и формировать устойчивые конкурентные преимущества.

В стратегическом менеджменте взаимоотношения с партнёрами и клиентами рассматриваются как нематериальный стратегический ресурс. Репутация, доверие, лояльность и информационная прозрачность становятся факторами, способными обеспечить долгосрочный рост предприятия торговли. Таким образом, управление взаимоотношениями интегрируется в стратегию развития и влияет на выбор рыночной позиции, формирование ассортиментной политики и развитие каналов сбыта.

Взаимоотношения с бизнес-партнёрами играют ключевую роль в обеспечении устойчивости торгового предприятия [1]. К основным партнёрам относятся поставщики товаров, логистические компании, IT-провайдеры и финансовые институты. Эффективность взаимодействия с ними напрямую отражается на качестве сервиса, уровне издержек и скорости реагирования на рыночные изменения.

Стратегическое управление партнёрскими отношениями предполагает переход от краткосрочных контрактов к долгосрочному сотрудничеству, основанному на доверии и совместном планировании. В мировой практике широко применяются модели стратегического партнёрства, совместного управления запасами и интеграции информационных систем. В России данные подходы внедряются постепенно, сталкиваясь с институциональными ограничениями и высоким уровнем неопределённости.

Важным инструментом управления является сегментация партнёров по уровню стратегической значимости. Ключевые партнёры вовлекаются в процесс разработки стратегии, что позволяет торговому предприятию повышать устойчивость цепочек поставок и снижать риски. Таким образом, управление партнёрскими взаимоотношениями становится элементом стратегического развития, а не вспомогательной функцией.

Потребители являются центральным элементом стратегии торгового предприятия. Современные тенденции характеризуются ростом информированности клиентов, усилением конкуренции за внимание и повышением требований к качеству обслуживания. В этих условиях управление взаимоотношениями с потребителями приобретает стратегическое значение.

Использование CRM-систем позволяет аккумулировать данные о поведении покупателей, анализировать предпочтения и формировать персонализированные предложения. В мировой практике данные системы активно интегрируются с цифровыми платформами и инструментами аналитики больших данных. В России внедрение CRM чаще носит фрагментарный характер, однако крупные торговые сети демонстрируют положительные результаты в виде роста лояльности и увеличения повторных продаж [2].

Стратегический эффект управления взаимоотношениями с потребителями проявляется в

формировании устойчивого спроса, повышении брендинговой ценности и снижении чувствительности клиентов к ценовым колебаниям. Таким образом, клиентоориентированность становится неотъемлемым элементом стратегического развития торгового предприятия.

В рамках исследования использовались методы системного анализа, сравнительного анализа, экономико-статистические методы и графическая визуализация данных. Для оценки эффективности управления взаимоотношениями применяются показатели уровня лояльности потребителей, стабильности партнёрских связей и динамики выручки.

Результатом исследования является выявление зависимости между уровнем развития систем управления взаимоотношениями и стратегическими показателями предприятия торговли. Так, рост индекса лояльности клиентов и расширение партнёрской сети положительно коррелируют с увеличением оборота и доли рынка.

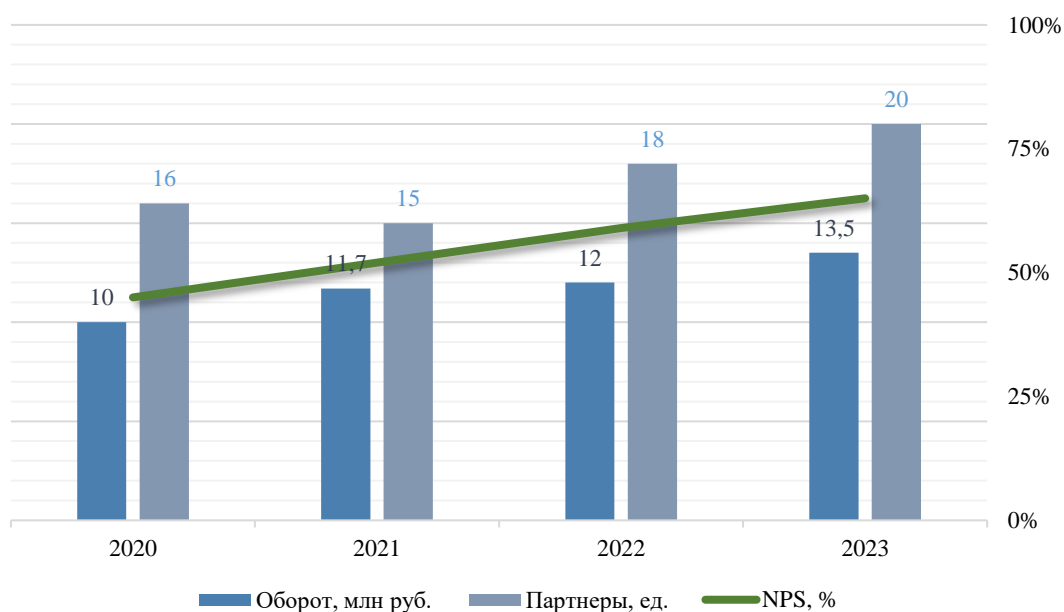


Рисунок 1 – Влияние уровня развития системы управления взаимоотношениями на стратегические показатели предприятия X

Данный график иллюстрирует тенденцию роста стратегических показателей предприятия торговли по мере совершенствования управления взаимоотношениями с партнёрами и потребителями (рис. 1).

В мировой практике управление взаимоотношениями является основой стратегического развития крупных торговых сетей. Компании используют цифровые экосистемы, объединяющие поставщиков, партнёров и потребителей. Это позволяет формировать устойчивые цепочки создания ценности и повышать адаптивность бизнеса.

В России примеры успешного применения данных подходов наблюдаются у крупных федеральных торговых сетей, внедряющих CRM-системы и развивающих партнёрские программы [3]. Однако уровень интеграции и глубина аналитики зачастую уступают зарубежным аналогам, что связано с ограниченными инвестициями и институциональными факторами.

Практический эффект внедрения проявляется в оптимизации логистики, росте клиентской лояльности и повышении устойчивости бизнеса в условиях кризисов.

Сравнительный анализ показывает, что в мировой практике управление взаимоотношениями рассматривается как стратегический актив, тогда как в России чаще как инструмент повышения операционной эффективности. Зарубежные компании активно используют цифровые платформы и аналитические инструменты, обеспечивающие высокий уровень персонализации и интеграции партнёров.

В России наблюдается постепенный переход к стратегическому подходу, однако сохраняются проблемы недостаточной цифровой зрелости и фрагментарности управления. Тем не менее потенциал развития остаётся высоким, особенно в условиях цифровой трансформации экономики.

В ходе исследования установлено, что управление взаимоотношениями с бизнес-партнёрами и потребителями является важнейшим элементом стратегического развития предприятия торговли. Эффективное управление данными взаимоотношениями способствует формированию устойчивых конкурентных преимуществ, росту лояльности клиентов и повышению адаптивности бизнеса. Сравнительный анализ показал, что российская практика постепенно приближается к мировым стандартам, однако требует дальнейшего развития стратегического и цифрового подходов.

#### **Список использованной литературы:**

1. Кокорева, А.Е. Влияние цифровизации на совершенствование коммерческой деятельности организации / А.Е. Кокорева, О.Н. Коротун // Прикладные исследования в области цифровизации управления бизнес-процессами: Материалы конкурса, Москва, 02 ноября 2020 года. — Москва: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», 2021. — С. 113–121. — EDN VCKKAA.
2. CRM-маркетинг - как повысить лояльность потребителей и увеличить продажи // Трибунская Е. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.uiscom.ru/blog/crm-marketing-kak-povysit-loyalnost-potrebiteley-i-uvlichit-prodazhi/> (дата обращения: 07.02.2026).
3. Кудряшова, И. А. Адаптация зарубежного опыта применения современных управленческих моделей в национальной и региональной практике / И.А. Кудряшова, В.Б. Батиевская // Проблемы социально-экономического развития Сибири. — 2025. — № 1(59). — С. 49-56. — DOI 10.18324/2224-1833-2025-1-49-56. — EDN YDQVZA.

© Тимшанова К.Н., 2026

**УДК 332.143:353**

**Устюгов Ю.А.**

доктор технических наук,

Почётный профессор

ЧОУ ВО «Сибирская академия финансов и банковского дела»,

г. Новосибирск, РФ

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО ONLINE КВАНТОВОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ. ЧАСТЬ 2: МЕТОД МНОГОСЛОЙНОЙ ONLINE ОПТИМИЗАЦИИ КВАНТОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ НА ОСНОВЕ МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ДАННЫХ О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ И СПОСОБНОСТЯХ ИХ НАРАЩИВАТЬ**

### **Аннотация**

В развитие разрабатываемой автором Методологии opt управления социально-экономическим развитием территории (СЭР<sub>v</sub>) [1] в указанном в названии статьи методе оптимальное управление социально-экономическими взаимодействиями (СЭВ) на территории осуществляется непрерывно пошагово последовательно и целеустремлённо в online режиме в интересах ныне проживающих на

территории и будущих поколений, при этом на каждом шаге опт управления авторским методом на основе многофакторного и многослойного анализа разнесённых данных и опт множественного выбора опт распределяется каждый квант непрерывного потока возможностей СЭР<sub>V</sub> между представленными на аукционе предложениями, отражающими непрерывный поток способностей участников аукционов так нарастить возможности СЭР<sub>V</sub> при их использовании. Метод охватывает любой комплекс вопросов опт управления СЭР<sub>V</sub>, осуществляемого в любой совокупности СЭВ в любом множестве неравномерно распределённых на территории локаций СЭВ<sub>V</sub>, в которых осуществляется любое множество действий любым множеством исполнителей при решении любого множества задач в интересах достижения любого множества стратегических целей (СЦ<sub>V</sub>) в СЭР<sub>V</sub>. Метод предусматривает оптимизацию значимости всех действий, исполнителей, локаций СЭВ<sub>V</sub>, СЦ<sub>V</sub> в 33 слоях опт преобразований, составляющих математические основы метода. Метод позволяет оценивать в online режиме так уровень возможностей и так системную эффективность управления СЭР<sub>V</sub> территории, дифференциальный (на каждом шаге опт управления) и интегральный (на всём интервале наблюдения) вклад каждого участника СЭВ в СЭР<sub>V</sub>. Метод универсален и позволяет опт управлять СЭР<sub>V</sub> любой территории. Метод ориентирован на применение современных и перспективных достижений в области цифровых технологий и искусственного интеллекта, может быть полезен органам публичной власти, социальным инженерам, аспирантам, докторантам, специалистам, исследующим проблемы опт управления СЭР<sub>V</sub> территории.

#### Ключевые слова

Оптимальное социально-экономическое взаимодействие (СЭВ), развитие (СЭР<sub>V</sub>), квантовое управление, применение и наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub>, изменение, распределение, объединение.

Оптимальные весовые коэффициенты, стратегические цели, задачи, действия, локации СЭВ<sub>V</sub>, дифференциальные и интегральные вклады исполнителей. Оптимальный множественный выбор.

Многослойность, многофакторность, системная эффективность.

### Математические основы метода многослойной online оптимизации квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на основе многофакторного анализа распределённых данных о возможностях социально-экономического развития Территории и способностях их наращивать

Оптимальное (опт) управление социально-экономическими взаимодействиями (СЭВ) на территории предложенным методом на каждом шаге опт управления складывается из последовательного в online режиме опт многослойного и многофакторного анализа доступных возможностей СЭР<sub>V</sub> и способностей участников аукционов нарастить эти возможности при их использовании, из опт множественного выбора победителей аукционов и опт распределения между ними каждого кванта возможностей СЭР<sub>V</sub>, обеспечивающих непрерывное максимальное наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub> в online режиме на всём интервале опт управления СЭР<sub>V</sub> на территории. Повышение уровня СЭР<sub>V</sub> территории обеспечивает [1] непрерывное наращивание возможностей социально-экономического развития субъектов СЭВ на данной территории.

Указанным выше методом на каждом шаге опт управление СЭР<sub>V</sub> последовательно осуществляется цепочка оптимизационных процедур, в ходе которых:

→ среди множества стратегических целей (СЦ<sub>V</sub>) СЭР<sub>V</sub>  $f = \overline{1, F}$  выбирается оптимальное подмножество СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $F^* \subseteq F$  ; (1)

→ среди множества социально-экономических задач (СЭЗ<sub>V</sub>)  $l = \overline{1, L_{f^*}}$  по достижению оптимально выбранной СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>  $f^*$  определяется оптимальное подмножество

$$\text{СЭЗ}_{V} l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, f^* = \overline{1, F^*}, L_{f^*}^* \subseteq L_{f^*} ; \quad (2)$$

→ среди множества локаций СЭВ<sub>V</sub>  $n = \overline{1, N_{f^* l^*}}$ , в которых решается оптимально выбранная СЭЗ<sub>V</sub>  $l^*$

по оптимально выбранной  $ЦЦ_V СЭР_V f^*$ , определяется оптимальное подмножество локаций  $СЭВ_V$

$$n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}}, f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}}, N_{f^*l^*} \subseteq N_{f^*l^*}; \quad (3)$$

→ среди множества социально-экономических действий ( $СЭД_V$ )  $m = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}$ , реализующих в оптимально выбранной локации  $СЭВ_V n^*$  решение оптимально выбранной  $СЭЗ_V l^*$  по оптимально выбранной  $ЦЦ_V СЭР_V f^*$ , определяется оптимальное подмножество  $СЭД_V m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}, f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}}, M_{f^*l^*n^*} \subseteq M_{f^*l^*n^*}; \quad (4)$

→ среди множества исполнителей  $СЭД_V i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}}$ , способных осуществить оптимально выбранное  $СЭД_V m^*$  в оптимально выбранной локации  $СЭВ_V n^*$  при решении оптимально выбранной  $СЭЗ_V l^*$  по оптимально выбранной  $ЦЦ_V СЭР_V f^*$  определяется оптимальное подмножество исполнителей  $СЭД_V i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}}, f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}}, m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}, I_{f^*l^*n^*m^*} \subseteq I_{f^*l^*n^*m^*}. \quad (5)$

При изложении математических основ предлагаемого метода широко используются разработанные автором итерационные оптимизационные процедуры, в которых применяются следующие обозначения:  $\check{\alpha}_{(.)}, \check{\alpha}_{(.)}^*$  и  $\hat{\alpha}_{(.)}, \hat{\alpha}_{(.)}^*$  - оптимальные весовые коэффициенты (.) при орт распределении и орт объединении после 1-й и 2-й итерации  $\varepsilon_{(.)1}$  и  $\varepsilon_{(.)2}$  в слое оптимальных преобразований (.) соответственно;  $\check{V}_{(.)}, \check{V}_{(.)}^{**}$  и  $\hat{V}_{(.)}, \hat{V}_{(.)}^{**}$  - оптимальные квоты (уровни) возможностей (.)  $СЭР_V$  при орт распределении и орт объединении при  $\varepsilon_{(.)1}$  и  $\varepsilon_{(.)2}$  соответственно;  $\hat{V}^{***}$  - орт уровень возможностей  $СЭР_V$  после выполнения процедур орт выбора, орт распределения и орт объединения.

Выполнение процедур орт выбора и орт распределения (1), осуществляемых в слоях оптимальных преобразований V1-V4, опирается на результаты многофакторного online анализа данных об уровне возможностей  $СЭР_V$  территории  $\hat{V}_{27}^{**}(k_{V27}, \varepsilon_{V27.2})$  (реализуется в слое V1) и данных о способностях каждого  $f$ -го участника аукционов  $V_f[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})]$ ,  $f = \overline{1, F}$  (реализуется в слое V2) нарастить указанные возможности  $СЭР_V$  при их использовании. В слое V3 стыкуются результаты орт преобразований независимых процессов в слоях V1 и V2 и определяются орт предложения каждого участника на аукционах, проводимых в слое V4 при орт online квантовом распределении возможностей  $СЭР_V$  между  $F$   $ЦЦ_V СЭР_V$ .

В слое орт преобразований V1 (выражения (6) - (9)) на шаге орт управления  $k_{V1}$  осуществляется определение орт веса  $r$ -го фактора  $\check{\alpha}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.2})$ ,  $r = \overline{1, R_{VF}}$

$$\check{\alpha}_{1r}(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}) = \check{\alpha}_{1r}^*(k_{V1} - 1, \varepsilon_{V1.2}), \quad (6)$$

$$\check{V}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}) = \check{\alpha}_{1r}(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}) \cdot \hat{V}_{27}^{**}(k_{V27}, \varepsilon_{V27.2}), \quad (7)$$

$$\check{V}_{1\Sigma}(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}) = \sum_{r=1}^{R_{VF}} [\check{\alpha}_{1r}(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}) \cdot \check{V}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1})], \quad (8)$$

$$\check{\alpha}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.2}) = [\check{\alpha}_{1r}(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}) \cdot \check{V}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1})] / \check{V}_{1\Sigma}(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1}). \quad (9)$$

Входной уровень возможностей  $СЭР_V \hat{V}_{27}^{**}(k_{V27}, \varepsilon_{V27.2})$  формируется специальным образом (математическое пояснение будет дано в последующих статьях цикла), учитывает текущий уровень доступных возможностей  $СЭР_V$ , ввод новых ресурсов для создания дополнительных и восполнения утраченных возможностей  $СЭР_V$ . В выражениях (7) – (9)  $\check{V}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.1})$  - орт квота  $r$ -го фактора среди  $R_{VF}$  в потоке возможностей  $СЭР_V \hat{V}_{27}^{**}(k_{V27}, \varepsilon_{V27.2})$ .

В слое оптимальных преобразований V2 (выражения (10) - (14)) на шаге орт управления  $k_{V2}$  осуществляется определение орт квоты  $\check{V}_{2fr}^{**}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})]$   $r$ -го фактора ( $r = \overline{1, R_{VF}}$ )  $f$ -го участника ( $f = \overline{1, F}$ ) аукционов ( $f$  – ой  $ЦЦ_V СЭР_V$ ) в потоке способностей  $V_f[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})]$  наращивать возможности  $СЭР_V$  на территории при одинаковой продолжительности шагов орт управления  $\Delta t_{k_{V2}} = \Delta t_{k_{V1}}$ .

$$\check{\alpha}_{2fr}(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1}) = \check{\alpha}_{2fr}^*(k_{V2} - 1, \varepsilon_{V2.2}), \quad (10)$$

$$\check{V}_{2fr}^*[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})] = \check{\alpha}_{2fr}(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1}) \cdot V_f[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})], \quad (11)$$

$$\check{V}_{2f\Sigma}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})] = \sum_{r=1}^{R_{VF}} [\check{\alpha}_{2fr}(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1}) \cdot \check{V}_{2fr}^*[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})]], \quad (12)$$

$$\check{\alpha}_{2fr}^*(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2}) = [\check{\alpha}_{2fr}(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1}) \cdot \check{V}_{2fr}^*[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})]] / \check{V}_{2f\Sigma}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})], \quad (13)$$

$$\check{V}_{2fr}^{**}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})] = \check{\alpha}_{2fr}^*(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2}) \cdot V_f[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.1})]. \quad (14)$$

В выражениях (13), (14)  $\check{\alpha}_{2fr}^*(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})$  – опт вес  $r$ -го фактора  $f$ -го участника аукционов среди  $R_{VF}$  факторов на шаге опт управления  $k_{V2}$  в слое оптимальных преобразований  $V2$ ,  $f = \overline{1, F}$ .

В слое оптимальных преобразований  $V3$  (выражения (15) - (18)) на шаге опт управления  $k_{V3}$  осуществляется определение опт предложения  $f$ -го участника аукционов  $\check{V}_{3f}^{**}[\lambda(k_{V3}, \varepsilon_{V3.2})]$  ( $f$  – ой  $СЦ_V$   $СЭР_V$ ) о его способности нарастить возможности  $СЭР_V$  при их выделении в ходе опт квантового распределения в слое оптимальных преобразований  $V4$ .

$$\check{V}_{3fr}^*[\lambda(k_{V3}, \varepsilon_{V3.1})] = \check{\alpha}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.2}) \cdot \check{V}_{2fr}^{**}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})], \quad (15)$$

$$\hat{V}_{3f\Sigma}^*[\lambda(k_{V3}, \varepsilon_{V3.1})] = \sum_{r=1}^{R_{VF}} [\check{\alpha}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.2}) \cdot \check{V}_{2fr}^{**}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})]], \quad (16)$$

$$\hat{\alpha}_{3fr}^*(k_{V3}, \varepsilon_{V3.2}) = [\check{\alpha}_{1r}^*(k_{V1}, \varepsilon_{V1.2}) \cdot \check{V}_{2fr}^{**}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})]] / \hat{V}_{3f\Sigma}^*(k_{V3}, \varepsilon_{V3.1}), \quad (17)$$

$$\hat{V}_{3f}^{**}[\lambda(k_{V3}, \varepsilon_{V3.2})] = \sum_{r=1}^{R_{VF}} [\hat{\alpha}_{3fr}^*(k_{V3}, \varepsilon_{V3.2}) \cdot \check{V}_{2fr}^{**}[\lambda(k_{V2}, \varepsilon_{V2.2})]]. \quad (18)$$

В выражениях (17), (18)  $\hat{\alpha}_{3fr}^*(k_{V3}, \varepsilon_{V3.2})$  – опт вес  $r$ -го фактора (среди  $R_{VF}$ )  $f$ -го участника аукционов на шаге опт управления  $k_{V3}$  в слое опт преобразований  $V3$ ,  $f = \overline{1, F}$ .

В слое оптимальных преобразований  $V4$  (выражения (19) - (21)) на шаге опт управления  $k_{V4}$  при его продолжительности  $\Delta t_{k_{V4}}$  в соответствии с положением (1) в ходе аукционов  $b_{V4} = \overline{1, B_{V4}}$ , проводимых в моменты времени  $t_{b_{V4}} = \Delta t_{k_{V4}}(k_{V4} + b_{V4}/B_{V4} - 1)$ ,  $k_{V4} = 1, 2, \dots$  осуществляется опт online квантовое распределение возможностей  $СЭР_V$   $\hat{V}_{27}^{**}(k_{V27}, \varepsilon_{V27.2}) \rightarrow \hat{V}_{27}^{**}(t_{b_{V4}})$ ,  $b_{V4} = \overline{1, B_{V4}}$  между  $F$   $СЦ_V$   $СЭР_V$  на основе анализа предложений  $f$ -ых участника аукционов  $\hat{V}_{3f}^{**}[\lambda(k_{V3}, \varepsilon_{V3.2})] \rightarrow \hat{V}_{3f}^{**}[\lambda(t_{b_{V4}})]$ ,  $f = \overline{1, F}$ , при этом определяются: оптимальное подмножество  $F^*$   $СЦ_V$   $СЭР_V$ , обеспечивающее  $\max$  наращивание возможностей  $СЭР_V$  территории до величины  $\hat{V}_4^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1})$  и опт вклад каждого победителя аукционов  $f^* = \overline{1, F^*}$  на шаге опт управления  $k_{V4}$   $\hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1})$ .

Последовательное проведение  $B_{V4}$  аукционов по опт распределению  $B_{V4}$  квантов возможностей  $СЭР_V$   $\hat{V}_{27}^{**}(t_{b_{V4}})$ ,  $b_{V4} = \overline{1, B_{V4}}$  среди  $F$  участников:

$$\max_{f=\overline{1, F}} \hat{V}_{3f}^{**}[\lambda(t_{b_{V4}})] = \hat{V}_{3f^*}^{**}[\lambda(t_{b_{V4}})] \rightarrow \hat{V}_{4f^*}^{***}[\hat{V}_{27}^{**}(t_{b_{V4}})], \quad b_{V4} = \overline{1, B_{V4}} \quad (19)$$

позволяет определить: в каждом аукционе  $b_{V4}$  одного победителя  $f^*$ , в  $B_{V4}$  аукционах – опт множественного победителя  $F^*$ .

Каждый победитель  $f^*$  на шаге опт управления  $k_{V4}$  вносит опт вклад в наращивание возможностей  $СЭР_V$  территории

$$\hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1}) = \sum_{b_{V4}=1}^{B_{V4}} \hat{V}_{4f^*}^{**}[\hat{V}_{27}^{**}(t_{b_{V4}})], \quad f^* = \overline{1, F^*}. \quad (20)$$

Опт множественный победитель  $F^*$  позволяет достичь максимального наращивания возможностей  $СЭР_V$  территории на шаге опт управления  $k_{V4}$

$$\hat{V}_4^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1}). \quad (21)$$

Выполнение процедур опт выбора и опт распределения (2), осуществляемых в слоях оптимальных преобразований  $V5$ - $V8$ , опирается на результаты многофакторного online анализа данных об уровне возможностей  $СЭР_V$  территории  $\hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1})$  (реализуется в слое  $V5$ ) и данных о способностях каждого  $l$ -го участника аукционов  $V_{f^*l}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})]$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l = \overline{1, L_{f^*}}$  (реализуется в слое  $V6$ ) нарастить указанные возможности  $СЭР_V$  при их использовании. В слое  $V7$  стыкуются результаты опт преобразований независимых процессов в слоях  $V5$  и  $V6$  и определяются опт предложения каждого  $l$ -го участника на аукционах, проводимых в слое  $V8$  при опт online квантовом распределении возможностей  $СЭР_V$  территории между  $L_{f^*}$   $СЭЗ_V$   $f^*$ -ой  $СЦ_V$   $СЭР_V$ .

В слое оптимальных преобразований  $V5$  (выражения (22) - (25)) на шаге опт управления  $k_{V5}$  осуществляется определение опт веса  $r$ -го фактора  $\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.2})$ ,  $r = \overline{1, R_{Vf^*L_{f^*}}}$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$

$$\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}) = \check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5} - 1, \varepsilon_{V5.2}), \quad (22)$$

$$\check{V}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}) = \check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}) \cdot \hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1}), \quad (23)$$

$$\check{V}_{5f^*\Sigma}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*L_{f^*}}} [\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}) \cdot \check{V}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1})], \quad (24)$$

$$\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.2}) = [\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}) \cdot \check{V}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1})] / \check{V}_{5f^*\Sigma}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1}). \quad (25)$$

В выражениях (23) – (25)  $\check{V}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.1})$  – орт квота  $r$ -го фактора среди  $R_{Vf^*L_{f^*}}$  в потоке возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ .

В слое оптимальных преобразований V6 (выражения (26) - (30)) на шаге орт управления  $k_{V6}$  осуществляется определение орт квоты  $\check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})]$   $r$ -го фактора  $l$ -го участника аукционов ( $l$  – ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f$  – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>) в потоке способностей  $V_{f^*l}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})]$  наращивать возможности СЭР<sub>V</sub> на территории при  $\Delta t_{k_{V6}} = \Delta t_{k_{V5}}$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $r = \overline{1, R_{Vf^*L_{f^*}}}$ ,  $l = \overline{1, L_{f^*}}$ .

$$\check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1}) = \check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6} - 1, \varepsilon_{V6.2}), \quad (26)$$

$$\check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})] = \check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1}) \cdot V_{f^*l}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})], \quad (27)$$

$$\check{V}_{6f^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*L_{f^*}}} [\check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1}) \cdot \check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})]], \quad (28)$$

$$\check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2}) = [\check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1}) \cdot \check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})]] / \check{V}_{6f^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})], \quad (29)$$

$$\check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})] = \check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2}) \cdot V_{f^*l}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.1})]. \quad (30)$$

В выражениях (29), (30)  $\check{\alpha}_{6f^*lr}^*(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})$  – орт вес  $r$ -го фактора  $f$ -го участника аукционов среди  $R_{Vf^*L_{f^*}}$  факторов на шаге орт управления  $k_{V6}$  в слое оптимальных преобразований V6,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l = \overline{1, L_{f^*}}$ .

В слое оптимальных преобразований V7 (выражения (31) - (34)) на шаге орт управления  $k_{V7}$  осуществляется определение орт предложения  $l$ -го участника аукционов ( $l$  – ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$  – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>)  $\check{V}_{7f^*l}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.2})]$  о его способности нарастить возможности СЭР<sub>V</sub> на территории при их выделении в ходе орт квантового распределения в слое оптимальных преобразований V8 возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1})$  между  $L_{f^*}$  СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$  – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l = \overline{1, L_{f^*}}$ .

$$\check{V}_{7f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.1})] = \check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.2}) \cdot \check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})], \quad (31)$$

$$\hat{V}_{7f^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*L_{f^*}}} [\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.2}) \cdot \check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})]], \quad (32)$$

$$\hat{\alpha}_{7f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.2})] = [\check{\alpha}_{5f^*r}^*(k_{V5}, \varepsilon_{V5.2}) \cdot \check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})]] / \hat{V}_{7f^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.1})], \quad (33)$$

$$\hat{V}_{7f^*l}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.2})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*L_{f^*}}} [\hat{\alpha}_{7f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.2})] \cdot \check{V}_{6f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V6}, \varepsilon_{V6.2})]]. \quad (34)$$

В выражениях (33), (34)  $\hat{\alpha}_{7f^*lr}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.2})]$  – орт вес  $r$ -го фактора (среди  $R_{Vf^*L_{f^*}}$ )

$l$ -го участника аукционов –  $l$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> на шаге орт управления  $k_{V7}$  в слое орт преобразований V7,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l = \overline{1, L_{f^*}}$ .

В слое оптимальных преобразований V8 (выражения (35) - (37)) на шаге орт управления  $k_{V8}$  при его продолжительности  $\Delta t_{k_{V8}}$  в соответствии с положением (2) в ходе аукционов  $b_{V8} = \overline{1, B_{V8}}$ , проводимых в моменты времени  $t_{b_{V8}} = \Delta t_{k_{V8}}(k_{V8} + b_{V8}/B_{V8} - 1)$ ,  $k_{V8} = 1, 2, \dots$  осуществляется орт online квантовое распределение возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{4f^*}^{***}(k_{V4}, \varepsilon_{V4.1}) \rightarrow \hat{V}_{4f^*}^{***}(t_{b_{V8}})$ ,  $b_{V8} = \overline{1, B_{V8}}$  между  $L_{f^*}$  СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$  – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> на основе анализа предложений  $l$ -ых участников аукционов  $\hat{V}_{7f^*l}^{**}[\lambda_{f^*}(k_{V7}, \varepsilon_{V7.2})] \rightarrow \hat{V}_{7f^*l}^{**}[\lambda_{f^*}(t_{b_{V8}})]$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l = \overline{1, L_{f^*}}$ , при этом определяются: оптимальное подмножество  $L_{f^*}$  СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$  – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>, решение которых обеспечивает тах наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub> территории до величины  $\hat{V}_{8f^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1})$  и орт вклад каждого победителя аукционов  $l^*$  на шаге орт управления  $k_{V8}$   $\hat{V}_{8f^*l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}}$ .

Последовательное проведение  $B_{V8}$  аукционов по орт распределению  $B_{V8}$  квантов возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{4f^*}^{***}(t_{b_{V8}})$ ,  $b_{V8} = \overline{1, B_{V8}}$  среди  $L_{f^*}$  участников на шаге орт управления  $k_{V8}$ :

$$\max_{l=1, L_{f^*}} \hat{V}_{7f^*l}^{**}[\lambda_{f^*}(t_{b_{V8}})] = \hat{V}_{7f^*l}^{**}[\lambda_{f^*}(t_{b_{V8}})] \rightarrow \hat{V}_{8f^*l}^{**}[\hat{V}_{4f^*}^{***}(t_{b_{V8}})], b_{V8} = \overline{1, B_{V8}} \quad (35)$$

позволяет определить: в каждом аукционе  $b_{V8}$  одного победителя  $l^*$ , в  $B_{V4}$  аукционах - орт множественного победителя  $L_{f^*}$ .

Каждый победитель  $l^*$  на шаге орт управления  $k_{V8}$  вносит орт вклад в наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub> территории

$$\hat{V}_{8f^*l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1}) = \sum_{b_{V8}=1}^{B_{V8}} \hat{V}_{8f^*l^*}^{**}[\hat{V}_{4f^*}^{***}(t_{b_{V8}})], f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}}. \quad (36)$$

Орт множественный победитель  $L_{f^*}$  позволяет достичь максимального наращивания возможностей СЭР<sub>V</sub> территории на шаге орт управления  $k_{V8}$

$$\hat{V}_{8f^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} \hat{V}_{8f^*l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1}). \quad (37)$$

Выполнение процедур орт выбора и орт распределения (3), осуществляемых в слоях оптимальных преобразований V9-V12, опирается на результаты многофакторного online анализа данных об уровне возможностей СЭР<sub>V</sub> территории  $\hat{V}_{8f^*l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1})$  (реализуется в слое V9) и данных о способностях каждого  $n$ -го участника аукционов (решение  $l^*$  – ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> в  $n$ – ой локации СЭВ<sub>V</sub>)  $V_{f^*l^*n}[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})]$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}}$ ,  $n = \overline{1, N_{f^*l^*}}$  (реализуется в слое V10) нарастить указанные возможности СЭР<sub>V</sub> при их использовании. В слое V11 стыкуются результаты орт преобразований независимых процессов в слоях V9 и V10 и определяются орт предложения каждого  $n$ -го участника на аукционах, проводимых в слое V12 при орт online квантовом распределении возможностей СЭР<sub>V</sub> между  $N_{f^*l^*}$  локациями СЭВ<sub>V</sub> на территории.

В слое оптимальных преобразований V9 (выражения (38) - (41)) на шаге орт управления  $k_{V9}$  осуществляется определение орт веса  $r$ -го фактора

$$\check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.2}), f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}}, r = \overline{1, R_{Vf^*l^*N_{f^*l^*}}}. \quad (38)$$

$$\check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}) = \check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9} - 1, \varepsilon_{V9.2}), \quad (39)$$

$$\check{V}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}) = \check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}) \cdot \hat{V}_{8f^*l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1}), \quad (39)$$

$$\check{V}_{9f^*l^*\Sigma}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*N_{f^*l^*}}} [\check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}) \cdot \check{V}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1})], \quad (40)$$

$$\check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.2}) = [\check{\alpha}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}) \cdot \check{V}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1})] / \check{V}_{9f^*l^*\Sigma}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1}). \quad (41)$$

В выражениях (39) – (41)  $\check{V}_{9f^*l^*r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.1})$  - орт квота  $r$ -го фактора среди  $R_{Vf^*l^*N_{f^*l^*}}$  в потоке возможностей СЭР<sub>V</sub> территории  $\hat{V}_{8f^*l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1})$   $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}}$ .

В слое оптимальных преобразований V10 (выражения (42) - (46)) на шаге орт управления  $k_{V10}$  осуществляется определение орт квоты  $\check{V}_{10f^*l^*nr}^{**}[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})]$   $r$ -го фактора  $n$ -го участника аукционов (решение  $l^*$  – ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ – ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> в  $n$ – ой локации СЭВ<sub>V</sub>) в потоке способностей

$V_{f^*l^*n}[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})]$  наращивать возможности СЭР<sub>V</sub> на территории в ходе их использования при  $\Delta t_{k_{V9}} = \Delta t_{k_{V10}}$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}}$ ,  $n = \overline{1, N_{f^*l^*}}$ ,  $r = \overline{1, R_{Vf^*l^*N_{f^*l^*}}}$ .

$$\check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1}) = \check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10} - 1, \varepsilon_{V10.2}), \quad (42)$$

$$\check{V}_{10f^*l^*nr}^*[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})] = \check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1}) \cdot V_{f^*l^*n}[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})], \quad (43)$$

$$\check{V}_{10f^*l^*n\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*N_{f^*l^*}}} [\check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1}) \cdot \check{V}_{10f^*l^*nr}^*[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})]] \quad (44)$$

$$\check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2}) = [\check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1}) \cdot \check{V}_{10f^*l^*nr}^*[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})]] / \check{V}_{10f^*l^*n\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})], \quad (45)$$

$$\check{V}_{10f^*l^*nr}^*[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})] = \check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2}) \cdot V_{f^*l^*n}[\lambda_{f^*l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.1})]. \quad (46)$$

В выражениях (45), (46)  $\check{\alpha}_{10f^*l^*nr}^*(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})$  – орт вес  $r$ -го фактора  $n$ -го участника аукционов среди  $R_{Vf^*l^*N_{f^*l^*}}$  факторов на шаге орт управления  $k_{V10}$  в слое оптимальных преобразований V10,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,

$$l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n = \overline{1, N_{f^* l^*}^*}.$$

В слое оптимальных преобразований V11 (выражения (47) - (50)) на шаге орт управления  $k_{V11}$  осуществляется определение орт предложения  $n$ -го участника аукционов (решение  $l^*$  – ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ – ой ЦЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> в  $n$  – ой локации СЭВ<sub>V</sub>)  $\hat{V}_{11 f^* l^* n}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(k_{V11}, \varepsilon_{V11.2})]$  о его способности нарастить возможности СЭР<sub>V</sub> на территории при их выделении в ходе орт online квантового распределения возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{8 f^* l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1})$  в слое V12 между  $N_{f^* l^*}$  участниками аукционов (локациями СЭВ<sub>V</sub>),  $f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n = \overline{1, N_{f^* l^*}^*}$ .

$$\check{V}_{11 f^* l^* n r}^*[\lambda_{f^* l^*}(k_{V11}, \varepsilon_{V11.1})] = \check{\alpha}_{9 f^* l^* r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.2}) \cdot \check{V}_{10 f^* l^* n r}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})], \quad (47)$$

$$\hat{V}_{11 f^* l^* n \Sigma}^*[\lambda_{f^* l^*}(k_{V11}, \varepsilon_{V11.1})] = \sum_{r=1}^{R_{V f^* l^* N_{f^* l^*}}} [\check{\alpha}_{9 f^* l^* r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.2}) \cdot \check{V}_{10 f^* l^* n r}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})]], \quad (48)$$

$$\hat{\alpha}_{11 f^* l^* n r}^*(k_{V11}, \varepsilon_{V11.2}) [\check{\alpha}_{9 f^* l^* r}^*(k_{V9}, \varepsilon_{V9.2}) \cdot \check{V}_{10 f^* l^* n r}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})]] / \hat{V}_{11 f^* l^* n \Sigma}^*[\lambda_{f^* l^*}(k_{V11}, \varepsilon_{V11.1})], \quad (49)$$

$$\hat{V}_{11 f^* l^* n}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(k_{V11}, \varepsilon_{V11.2})] = \sum_{r=1}^{R_{V f^* l^* N_{f^* l^*}}} [\hat{\alpha}_{11 f^* l^* n r}^*(k_{V11}, \varepsilon_{V11.2}) \cdot [\lambda_{f^* l^*}(k_{V10}, \varepsilon_{V10.2})]]. \quad (50)$$

В выражениях (49), (50)  $\hat{\alpha}_{11 f^* l^* n r}^*(k_{V11}, \varepsilon_{V11.2})$  – орт вес  $r$ -го фактора (среди  $R_{V f^* l^* N_{f^* l^*}}$ )  $n$ -го участника аукционов на шаге орт управления  $k_{V11}$  в слое орт преобразований V11,  $f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n = \overline{1, N_{f^* l^*}^*}$ .

В слое оптимальных преобразований V12 (выражения (51) - (53)) на шаге орт управления  $k_{V12}$  при его продолжительности  $\Delta t_{k_{V12}}$  в соответствии с положением (3) в ходе аукционов  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$ , проводимых в моменты времени  $t_{b_{V12}} = \Delta t_{k_{V12}}(k_{V12} + b_{V12}/B_{V12} - 1)$ ,  $k_{V12} = 1, 2, \dots$  осуществляется орт online квантовое распределение возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{8 f^* l^*}^{***}(k_{V8}, \varepsilon_{V8.1}) \rightarrow \hat{V}_{8 f^* l^*}^{***}(t_{b_{V12}})$ ,  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$  между  $N_{f^* l^*}$  участниками на основе анализа орт предложений  $n$ -ых участников аукционов  $\hat{V}_{11 f^* l^* n}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(k_{V11}, \varepsilon_{V11.2})] \rightarrow \hat{V}_{11 f^* l^* n}^{**}(t_{b_{V12}})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n = \overline{1, N_{f^* l^*}^*}, b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$ , при этом определяются: оптимальное подмножество локаций СЭВ<sub>V</sub>  $N_{f^* l^*}^*$ , решение  $l^*$  -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ – ой ЦЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> в которых обеспечит max наращивание возможностей и повышение уровня СЭР<sub>V</sub> территории до величины  $\hat{V}_{12 f^* l^* n}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1})$  и орт вклад каждого победителя аукционов  $n^* = \overline{1, N_{f^* l^*}^*}$  на шаге орт управления  $k_{V12}$   $\hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ .

Последовательное проведение  $B_{V12}$  аукционов по орт распределению  $B_{V12}$  квантов возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{8 f^* l^*}^{***}(t_{b_{V12}})$ ,  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$  среди  $N_{f^* l^*}$  участников аукционов на шаге орт управления  $k_{V12}$ :

$$\max_{n=\overline{1, N_{f^* l^*}^*}} \hat{V}_{11 f^* l^* n}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(t_{b_{V12}})] = \hat{V}_{11 f^* l^* n^*}^{**}[\lambda_{f^* l^*}(t_{b_{V12}})] \rightarrow \hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}[\hat{V}_{8 f^* l^*}^{***}(t_{b_{V12}})], \quad (51)$$

позволяет определить: в каждом аукционе  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$  одного победителя  $n^*$ , в  $B_{V12}$  аукционах - орт множественного победителя  $N_{f^* l^*}^*$ .

Каждый победитель аукциона  $n^*$  на шаге орт управления  $k_{V12}$  вносит орт вклад в наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub> территории

$$\hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1}) = \sum_{b_{V12}=1}^{B_{V12}} \hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}[\hat{V}_{8 f^* l^*}^{***}(t_{b_{V12}})], \quad f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n^* = \overline{1, N_{f^* l^*}^*}. \quad (52)$$

Орт множественный победитель  $N_{f^* l^*}^*$  позволяет достичь максимального наращивания возможностей СЭР<sub>V</sub> территории на шаге орт управления

$$k_{V12} \hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^* l^*}^*} \hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1}), \quad f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}. \quad (53)$$

Выполнение процедур орт выбора и орт распределения (4), осуществляемых в слоях оптимальных преобразований V13-V16, опирается на результаты многофакторного online анализа данных об уровне возможностей СЭР<sub>V</sub> территории  $\hat{V}_{12 f^* l^* n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1})$  (реализуется в слое оптимальных преобразований V13) и данных о способностях каждого  $m$ -го участника аукционов (осуществление  $m$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой ЦЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>)  $V_{f^* l^* n^* m}[\lambda_{f^* l^* n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})]$ ,

$f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$  (реализуется в слое V14) нарастить указанные возможности СЭР<sub>V</sub> при их использовании. В слое оптимальных преобразований V15 стыкуются результаты опт преобразований данных о независимых процессах в слоях V13 и V14 и определяются опт предложения каждого  $m$ -го участника аукционов, проводимых в слое оптимальных преобразований V16 при опт online квантовом распределении возможностей СЭР<sub>V</sub> территории между  $M_{f^*l^*n^*}$  СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой ЦЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>.

В слое оптимальных преобразований V13 (выражения (54) - (57)) на шаге опт управления  $k_{V13}$  осуществляется определение опт веса  $r$ -го фактора

$$\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}), f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}, r = \overline{1, R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}}. \quad (54)$$

$$\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1}) = \check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13} - 1, \varepsilon_{V13.2}), \quad (55)$$

$$\check{V}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1}) = \check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) \cdot \hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1}), \quad (55)$$

$$\check{V}_{13f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}} [\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) \cdot \check{V}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1})], \quad (56)$$

$$\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) = [\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) \cdot \check{V}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1})] / \check{V}_{13f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1}). \quad (57)$$

В выражениях (55) - (57)  $\check{V}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.1})$  - опт квота  $r$ -го фактора среди  $R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}$  факторов в потоке возможностей СЭР<sub>V</sub> территории

$$\hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1}), f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}.$$

В слое оптимальных преобразований V14 (выражения (58) - (62)) на шаге опт управления  $k_{V14}$  осуществляется определение опт квоты  $\check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})]$   $r$ -го фактора  $m$ -го участника аукционов (осуществление  $m$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой ЦЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>) в потоке способностей  $V_{f^*l^*n^*m}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})]$  наращивать возможности СЭР<sub>V</sub> на территории в ходе их использования при  $\Delta t_{k_{V13}} = \Delta t_{k_{V14}}$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $r = \overline{1, R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}}$ .

$$\check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1}) = \check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14} - 1, \varepsilon_{V14.2}), \quad (58)$$

$$\check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})] = \check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1}) \cdot V_{f^*l^*n^*m}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})], \quad (59)$$

$$\check{V}_{14f^*l^*n^*m\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}} [\check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1}) \cdot \check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})]], \quad (60)$$

$$\check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2}) = [\check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1}) \cdot \check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})]] / \check{V}_{14f^*l^*n^*m\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})], \quad (61)$$

$$\begin{aligned} & \check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})] = \\ & = \check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2}) \cdot V_{f^*l^*n^*m}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.1})]. \end{aligned} \quad (62)$$

В выражениях (61), (62)  $\check{\alpha}_{14f^*l^*n^*mr}^*(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})$  - опт вес  $r$ -го фактора  $m$ -го участника аукционов среди  $R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}$  факторов на шаге опт управления  $k_{V14}$  в слое оптимальных преобразований V14,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}$ .

В слое оптимальных преобразований V15 (выражения (63) - (66)) на шаге опт управления  $k_{V15}$  осуществляется определение опт предложения  $m$ -го участника аукционов  $\hat{V}_{15f^*l^*n^*m}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V15}, \varepsilon_{V15.2})]$  о его способности нарастить возможности СЭР<sub>V</sub> на территории при их использовании в результате опт online квантового распределения возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.2})$  в слое оптимальных преобразований V16 между  $M_{f^*l^*n^*}$  участниками аукционов,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}$ ,

$$\begin{aligned} & \check{V}_{15f^*l^*n^*mr}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V15}, \varepsilon_{V15.1})] = \\ & = \check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) \cdot \check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})], \quad (63) \\ & \hat{V}_{15f^*l^*n^*m\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V15}, \varepsilon_{V15.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}} [\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) \cdot \end{aligned}$$

$$\check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})], \quad (64)$$

$$\hat{\alpha}_{15f^*l^*n^*mr}^*(k_{V15}, \varepsilon_{V15.2}) = [\check{\alpha}_{13f^*l^*n^*r}^*(k_{V13}, \varepsilon_{V13.2}) \cdot \check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})]] / \hat{V}_{15f^*l^*n^*m\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V15}, \varepsilon_{V15.1})], \quad (65)$$

$$\hat{V}_{15f^*l^*n^*m}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V15}, \varepsilon_{V15.2})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}} [\hat{\alpha}_{15f^*l^*n^*mr}^*(k_{V15}, \varepsilon_{V15.2}) \cdot \check{V}_{14f^*l^*n^*mr}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V14}, \varepsilon_{V14.2})]]. \quad (66)$$

В выражениях (65), (66)  $\hat{\alpha}_{15f^*l^*n^*mr}^*(k_{V15}, \varepsilon_{V15.2})$  – орт вес  $r$ -го фактора (среди  $R_{Vf^*l^*n^*M_{f^*l^*n^*}}$ )  $m$ -го участника аукционов -  $m$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> на шаге орт управления  $k_{V15}$  в слое орт преобразований V15,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$

В слое оптимальных преобразований V16 (выражения (67) - (69)) на шаге орт управления  $k_{V16}$  при его продолжительности  $\Delta t_{k_{V16}}$  в соответствии с положением (4) в ходе аукционов  $b_{V16} = \overline{1, B_{V16}}$ , проводимых в моменты времени  $t_{b_{V16}} = \Delta t_{k_{V16}}(k_{V16} + b_{V16}/B_{V16} - 1)$ ,  $k_{V16} = 1, 2, \dots$  осуществляется орт online квантовое распределение возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(k_{V12}, \varepsilon_{V12.1}) \rightarrow \hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(t_{b_{V16}})$ ,  $b_{V16} = \overline{1, B_{V16}}$  между  $M_{f^*l^*n^*}$  СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub>, обеспечивающими решение в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> на основе анализа орт предложений  $m$ -ых участников аукционов  $\hat{V}_{15f^*l^*n^*m}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V15}, \varepsilon_{V15.2})] \rightarrow \hat{V}_{15f^*l^*n^*m}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(t_{b_{V16}})]$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$ , при этом определяются: оптимальное подмножество СЭД<sub>V</sub>  $M_{f^*l^*n^*}^*$ , реализация которых обеспечит max наращивание возможностей и повышение уровня СЭР<sub>V</sub> территории до величины  $\hat{V}_{16f^*l^*n^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1})$  и орт вклад каждого победителя аукционов  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$  на шаге орт управления  $k_{V16}$   $\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ .

Последовательное проведение  $B_{V16}$  аукционов по орт распределению  $B_{V16}$  квантов возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(t_{b_{V16}})$ ,  $b_{V16} = \overline{1, B_{V16}}$  среди  $M_{f^*l^*n^*}$  участников аукционов на шаге орт управления  $k_{V16}$ :

$$\max_{m=\overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}} \hat{V}_{15f^*l^*n^*m}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(t_{b_{V16}})] = \hat{V}_{15f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(t_{b_{V16}})] \rightarrow \hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}[\hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(t_{b_{V16}})], b_{V16} = \overline{1, B_{V16}} \quad (67)$$

позволяет определить: в каждом аукционе  $b_{V16}$  одного победителя  $m^*$ , в  $B_{V16}$  аукционах – орт множественного победителя  $M_{f^*l^*n^*}^*$ ,  $b_{V16} = \overline{1, B_{V16}}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ .

Каждый победитель аукциона  $m^*$  на шаге орт управления  $k_{V16}$  вносит орт вклад в наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub> территории

$$\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1}) = \sum_{b_{V16}=1}^{B_{V16}} \hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}[\hat{V}_{12f^*l^*n^*}^{***}(t_{b_{V16}})], \quad f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}, m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}. \quad (68)$$

Орт множественный победитель  $M_{f^*l^*n^*}^*$  позволяет достичь максимального наращивания возможностей СЭР<sub>V</sub> территории на шаге орт управления  $k_{V16}$

$$\hat{V}_{16f^*l^*n^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} \hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1}), \quad (69)$$

Выполнение процедур орт выбора и орт распределения (5), осуществляемых в слоях оптимальных преобразований V17-V20, опирается на результаты многофакторного online анализа данных об уровне возможностей СЭР<sub>V</sub> территории  $\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1})$  (реализуется в слое V17) и данных о способностях каждого  $i$ -го участника аукционов осуществлять  $m^*$ -ое СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>  $V_{f^*l^*n^*m^*i}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1})]$  (реализуется в слое V18) нарастить указанные возможности СЭР<sub>V</sub> при их использовании. В слое V19 стыкуются результаты орт преобразований независимых процессов в слоях V17 и V18 и определяются орт предложения каждого  $i$ -го исполнителя  $m^*$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> -  $i$ -го участника на

аукционах, проводимых в слое V20 при opt online квантовом распределении возможностей СЭР<sub>V</sub> территории между  $I_{f^*l^*n^*m^*}$  участниками аукционов  $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}}$ , способными осуществлять  $m^*$ -ое СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>.

В слое opt преобразований V17 (выражения (70) - (73)) на шаге opt управления  $k_{V17}$  осуществляется определение opt веса  $r$ -го фактора  $\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.2})$ ,

$$f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}, m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}, r = \overline{1, R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}},$$

$$\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}) = \check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17} - 1, \varepsilon_{V17.2}), \quad (70)$$

$$\check{V}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}) = \check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}) \cdot \hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1}), \quad (71)$$

$$\check{V}_{17f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}) =$$

$$= \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}) \cdot \check{V}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1})], \quad (72)$$

$$\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.2}) = [\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}) \cdot \check{V}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1})] / \check{V}_{17f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1}). \quad (73)$$

В выражениях (71) – (73)  $\check{V}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.1})$  - opt квота  $r$ -го фактора (среди  $R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}$ ) в потоке возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ .

В слое opt преобразований V18 (выражения (74) - (78)) на шаге opt управления  $k_{V18}$  осуществляется определение opt квоты  $\check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2})]$   $r$ -го фактора  $i$ -го участника аукционов ( $i$  -го исполнителя  $m^*$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>) в потоке способностей  $V_{f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1})]$  наращивать возможности СЭР<sub>V</sub> на территории в ходе их использования при  $\Delta t_{k_{V17}} = \Delta t_{k_{V18}}$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ ,

$$r = \overline{1, R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}}.$$

$$\check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}) = \check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18} - 1, \varepsilon_{V18.2}), \quad (74)$$

$$\check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}) =$$

$$= \check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}) \cdot V_{f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1})], \quad (75)$$

$$\check{V}_{18f^*l^*n^*m^*i\Sigma}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}) \cdot \check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1})], \quad (76)$$

$$\check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2}) = [\check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}) \cdot \check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1})] / \check{V}_{18f^*l^*n^*m^*i\Sigma}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1}), \quad (77)$$

$$\check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^{***}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2}) =$$

$$= \check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2}) \cdot V_{f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.1})]. \quad (78)$$

В выражениях (77), (78)  $\check{\alpha}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2})$  – opt вес  $r$ -го фактора  $i$ -го участника аукционов среди  $R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}$  факторов на шаге opt управления  $k_{V18}$  в слое оптимальных преобразований V18,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ ,  $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}}$ .

В слое opt преобразований V19 (выражения (79) - (82)) на шаге opt управления  $k_{V19}$  осуществляется определение opt предложения  $i$ -го участника аукционов  $\hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.2})]$  о его способности нарастить возможности СЭР<sub>V</sub> на территории при их использовании в результате opt online квантового распределения возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1})$

между  $I_{f^*l^*n^*m^*}$  участниками аукционов в слое оптимальных преобразований V20,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,

$l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ ,  $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}}$ .

$$\check{V}_{19f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V19}, \varepsilon_{V19.1}) = \check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.2}) \cdot \check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}^{***}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2}), \quad (79)$$

$$\hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i\Sigma}^{***}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V17}, \varepsilon_{V17.2}) \cdot \check{V}_{19f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V19}, \varepsilon_{V19.1})].$$

$$\check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2})], \quad (80)$$

$$\hat{\alpha}_{19f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.2}) = [\check{\alpha}_{17f^*l^*n^*m^*r}(k_{V17}, \varepsilon_{V17.2}) \cdot \check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2})]] / \hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i\sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.1})], \quad (81)$$

$$\hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.2})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\hat{\alpha}_{19f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.2}) \cdot \check{V}_{18f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V18}, \varepsilon_{V18.2})]]. \quad (82)$$

В выражениях (81), (82)  $\hat{\alpha}_{19f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.2})$  – опт вес  $r$ -го фактора (среди  $R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}$ )  $i$ -го участника аукционов - исполнителя  $m^*$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> на шаге опт управления  $k_{V19}$  в слое опт преобразований V19,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ ,  $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$ .

В слое опт преобразований V20 (выражения (83) - (85)) на шаге опт управления  $k_{V20}$  при его продолжительности  $\Delta t_{k_{V20}}$  в соответствии с положением (5) в ходе аукционов  $b_{V20} = \overline{1, B_{V20}}$ , проводимых в моменты времени  $t_{b_{V20}} = \Delta t_{k_{V20}}(k_{V20} + b_{V20}/B_{V20} - 1)$ ,  $k_{V20} = 1, 2, \dots$  осуществляется опт online квантовое распределение возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V16}, \varepsilon_{V16.1}) \rightarrow \hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(t_{b_{V20}})$  между  $I_{f^*l^*n^*m^*}$  участниками аукционов – потенциальными исполнителями  $m^*$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой

СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> на основе анализа опт предложений  $i$ -ых участников аукционов  $\hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V19}, \varepsilon_{V19.2})] \rightarrow \hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i}^{***}(t_{b_{V20}})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ ,  $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$ ,  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$ , при этом определяются: оптимальное подмножество  $I_{f^*l^*n^*m^*}^*$  исполнителей указанных СЭД<sub>V</sub>, реализация которых обеспечит макс наращивание возможностей и повышение уровня СЭР<sub>V</sub> территории до величины  $\hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1})$  и опт вклад каждого победителя аукционов  $i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$  на шаге опт управления  $k_{V20}$   $\hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1})$ ,  $f^* = \overline{1, F^*}$ ,  $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$ ,  $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$ ,  $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$ ,  $i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$ .

Последовательное проведение  $B_{V20}$  аукционов по опт распределению

$B_{V20}$  квантов возможностей СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(t_{b_{V20}})$ ,  $b_{V12} = \overline{1, B_{V12}}$  среди  $I_{f^*l^*n^*m^*}^*$  участников аукционов на шаге опт управления  $k_{V20}$ :

$$\begin{aligned} \max_{i \in \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}} \hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(t_{b_{V20}})] &= \hat{V}_{19f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(t_{b_{V12}})] \rightarrow \\ &\rightarrow \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}[\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(t_{b_{V20}})] \end{aligned} \quad (83)$$

позволяет определить: в каждом аукционе  $b_{V20}$  одного победителя  $i^*$ , в  $B_{V20}$  аукционах - опт множественного победителя  $I_{f^*l^*n^*m^*}^*$ ,  $i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$ .

Каждый победитель аукциона  $i^*$  на шаге опт управления  $k_{V20}$  вносит опт вклад в наращивание возможностей СЭР<sub>V</sub> территории при выполнении  $i^*$ -ым исполнителем  $m^*$ -го СЭД<sub>V</sub> в  $n^*$ -ой локации СЭВ<sub>V</sub> при решении в ней  $l^*$ -ой СЭЗ<sub>V</sub>  $f^*$ -ой СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>

$$\begin{aligned} \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1}) &= \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}[\hat{V}_{16f^*l^*n^*m^*}^{***}(t_{b_{V20}})], \\ f^* &= \overline{1, F^*}, \quad l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, \quad n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}, \quad m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}, \quad i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}. \end{aligned} \quad (84)$$

Опт множественный победитель  $I_{f^*l^*n^*m^*}^*$  позволяет достичь на шаге опт управления  $k_{V20}$  максимального наращивания возможностей СЭР<sub>V</sub> территории и субъектов СЭВ<sub>V</sub> на ней

$$\begin{aligned} \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1}) &= \sum_{i^* \in \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}} \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1}), \\ f^* &= \overline{1, F^*}, \quad l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, \quad n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}, \quad m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}. \end{aligned} \quad (85)$$

Предложенный в статье метод позволяет в online режиме определять макс уровень возможностей СЭР<sub>V</sub> территории  $\hat{V}_{25}^{***}(k_{V25}, \varepsilon_{V25.2})$  (86), являющийся итогом опт объединения на шаге опт управления  $k_{V25}$  в слое оптимальных преобразований V25 результатов осуществлённых оптимальных СЭИ<sub>V</sub>

оптимальным множеством исполнителей  $I_{F^*L_{F^*}^*N_{F^*L_{F^*}^*}^*M_{F^*L_{F^*}^*N_{F^*L_{F^*}^*}^*}^*}$  (87) оптимального множества СЭД<sub>V</sub>

$M_{F^*L_{F^*}^*N_{F^*L_{F^*}^*}^*}$  (88) при решении в оптимальном множестве локаций СЭВ<sub>V</sub>  $N_{F^*L_{F^*}^*}$  (89) оптимального множества СЭЗ<sub>V</sub>  $L_{F^*}$  (90) в интересах достижения оптимального подмножества СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>  $F^*$ .

$$\begin{aligned} \hat{V}_{25}^{**}(k_{V25}, \varepsilon_{V25.2}) &= \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{a}_{25f^*}^*(k_{V25}, \varepsilon_{V25.2}) \left( \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} \hat{a}_{24f^*l^*}^*(k_{V24}, \varepsilon_{V24.2}) \times \right. \\ &\times \left( \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} \hat{a}_{23f^*l^*n^*}^*(k_{V23}, \varepsilon_{V23.2}) \left( \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} \hat{a}_{22f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V22}, \varepsilon_{V22.2}) \times \right. \right. \\ &\times \left. \left. \left( \sum_{i^*=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} [\hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.2}) \cdot \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1})] \right) \right) \right) \right). \end{aligned} \quad (86)$$

$$I_{F^*L_{F^*}^*N_{F^*L_{F^*}^*}^*M_{F^*L_{F^*}^*N_{F^*L_{F^*}^*}^*}^*}^* = \sum_{f^*=1}^{F^*} \left( \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} \left( \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} \left( \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} I_{f^*l^*n^*m^*}^* \right) \right) \right). \quad (87)$$

$$M_{F^*L_{F^*}^*N_{F^*L_{F^*}^*}^*}^* = \sum_{f^*=1}^{F^*} \left( \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} \left( \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} M_{f^*l^*n^*}^* \right) \right). \quad (88)$$

$$N_{F^*L_{F^*}^*}^* = \sum_{f^*=1}^{F^*} \left( \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} N_{f^*l^*}^* \right). \quad (89)$$

$$L_{F^*}^* = \sum_{f^*=1}^{F^*} L_{f^*}^*. \quad (90)$$

В каждом слое оптимальных преобразований V21-V33 в подсистеме орт управления СЭР<sub>V</sub> авторским способом осуществляется поиск орт значений входящих в выражения (86) и (94) весовых коэффициентов для орт объединения результатов обработки данных, поступающих на обработку из различных локаций СЭВ<sub>V</sub> (89) при совершении в них различных СЭД<sub>V</sub> (88) различными исполнителями (87) при решении различных СЭЗ<sub>V</sub> (90) по различным СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub>  $F^*$ .

В выражениях (91)-(93) приведён пример определения оптимальных значений весовых коэффициентов в слое оптимальных преобразований V21

$$\begin{aligned} \hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.2}), f^* = \overline{1, F^*}, l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}, n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}, m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}, \\ i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}. \hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.1}) = \hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21} - 1, \varepsilon_{V21.2}), \end{aligned} \quad (91)$$

$$V_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.1}) = \sum_{i^*=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} [\hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.1}) \cdot \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1})], \quad (92)$$

$$\begin{aligned} \hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.2}) &= [\hat{a}_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.1}) \cdot \\ &\cdot \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1})] / V_{21f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V21}, \varepsilon_{V21.1}). \end{aligned} \quad (93)$$

Оптимальные преобразования в слоях V26 и V27 будут пояснены в последующих статьях цикла.

В парадигме и признаковом пространстве представленного в статье метода (1) - (93) можно оценить эффективность оптимального управления подсистемой СЭР<sub>V</sub>  $\hat{V}_{33}^{**}(k_{V33}, \varepsilon_{V33.2})$  (94) в виде тах суммарного вклада всех СЭВ в достижение тах уровня возможностей СЭР<sub>V</sub> территории - тах СЭИ<sub>V</sub> в СЭР<sub>V</sub> во всех СЭВ<sub>V</sub> в ходе СЭР<sub>V</sub> территории за время наблюдения  $k_{V33} = 1, \hat{k}_{V33} \rightarrow T = k_{V33} \Delta t_{k_{V33}}$ .

$$\begin{aligned} \hat{V}_{33}^{**}(\hat{k}_{V33}, \varepsilon_{V33.2}) &= \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{a}_{33f^*}^*(k_{V33}, \varepsilon_{V33.2}) \left( \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} \hat{a}_{32f^*l^*}^*(k_{V32}, \varepsilon_{V32.2}) \times \right. \\ &\times \left( \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} \hat{a}_{31f^*l^*n^*}^*(k_{V31}, \varepsilon_{V31.2}) \left( \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} \hat{a}_{30f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V30}, \varepsilon_{V30.2}) \times \right. \right. \\ &\times \left. \left( \sum_{i^*=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} \hat{a}_{29f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V29}, \varepsilon_{V29.2}) \times \right. \right. \\ &\times \left. \left. \left( \sum_{i^*=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} [\hat{a}_{28f^*l^*n^*m^*i^*}^*(k_{V28}, \varepsilon_{V28.2}) \cdot \hat{V}_{20f^*l^*n^*m^*i^*}^{***}(k_{V20}, \varepsilon_{V20.1})] \right) \right) \right) \right) \right). \end{aligned} \quad (94)$$

### Заключение

Представленные в статье математические основы метода позволяют:

→ *определять* на каждом шаге орт управления (в online режиме) наилучшие решения по орт использованию всегда ограниченных возможностей СЭР<sub>V</sub>, реализация которых обеспечивает max уровень возможностей СЭР<sub>V</sub> и max системную эффективность управления одновременно всеми СЭВ во всех локациях СЭВ<sub>V</sub> на территории с учётом текущего состояния и стратегических целей СЭР<sub>V</sub>, при этом согласовываются потребности в СЭР<sub>V</sub> субъектов СЭВ и возможности их удовлетворения наилучшим образом;

→ при выработке оптимальных управленческих решений помимо online обработки формируемых внутренних данных *учитывать* меняющиеся во времени в online режиме оперативные данные о способностях участников аукционов нарастить потребляемые возможности СЭР<sub>V</sub> при их использовании и дополнительных усилиях по их наращиванию за счёт адресного выделения новых ресурсов;

→ *предусматривать* на каждом шаге орт управления последовательную многофакторную обработку данных в 33 слоях орт преобразований с учётом уникальности функций и характеристик каждого слоя – в каждом слое орт преобразований свой темп обработки распределённых данных, свои предпочтения в процедурах орт множественного выбора победителей на аукционах и орт распределения квантов возможностей СЭР<sub>V</sub> между ними (победители меняются на каждом шаге орт управления), свой набор факторов в многофакторном анализе, свои весовые характеристики при орт объединении результатов обработки данных в различных слоях орт преобразований;

→ *взаимосвязать* в единый процесс управление всеми СЭВ на территории в ходе выполнения всеми исполнителями всех СЭД<sub>V</sub> во всех локациях СЭВ<sub>V</sub> при решении всех СЭЗ<sub>V</sub> по всем СЦ<sub>V</sub> СЭР<sub>V</sub> территории;

→ *использовать* последние достижения в области искусственного интеллекта, цифровой обработки данных и вычислительной техники в целом.

Представленные в статье математические основы метода - органическая часть разрабатываемых автором в едином признаковом пространстве и парадигме Методологии [1] *математических основ автоматизированной системы оптимального управления СЭВ на территории, изложение которых будет продолжено в следующих статьях цикла.*

#### **Список использованной литературы:**

1. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 1: Авторские методы и математические модели оптимального управления, лежащие в фундаменте создания и развития методологии [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2025. №8-1/2025. С. 51-64.

© Устюгов Ю.А., 2026

**УДК 656.073.028.3.**

**Федотов М.В.**

аспирант 1 курса,  
Московский университет «Синергия»,  
г. Москва, РФ

## **ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ЗЕЛЕННЫХ ХАБОВ**

### **Аннотация**

В данной статье исследованы особенности развития мультимодальных «зеленых» хабов. Анализировался мировой опыт и выявлялись ключевые инструменты трансформации транспортных хабов. На основе изучения кейсов ведущих международных хабов и транспортных компаний

систематизированы применяемые технологии и принципы. Выявлены основные направления развития зеленых хабов: энергетический переход и электрификация, стратегический модальный сдвиг, глубокая цифровизация, внедрение принципов циркулярной экономики, а также экостимулирование.

**Ключевые слова:**

мультимодальность, зеленый хаб, транспорт, логистика, цифровизация, экологический след.

**FEATURES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MULTIMODAL GREEN HUBS**

**Abstract**

This article examines the characteristics of multimodal green hub development. It analyses global experience and identifies key tools for transforming transport hubs. Based on a study of case studies from leading international hubs and transport companies, the technologies and principles used have been systematised. The main directions for the development of green hubs were identified: energy transition and electrification, strategic modal shift, deep digitalization, implementation of circular economy principles, and eco-stimulation.

**Keywords:**

multimodal logistics, green hub, transport, logistics, digitalization, environmental footprint.

В условиях усиливающегося внимания к сохранению окружающей среды и климатическим изменениям актуализируется задача снижения воздействия разных видов транспорта в центрах, где сходятся крупнейшие международные грузовые потоки. При этом сектор логистики вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды и, следовательно, в изменение климата [6, с. 25]. При этом глобальный рынок мультимодальных транспортных хабов демонстрирует устойчивый рост. В 2024 году его оценивался в 47,58 млрд долл. США [3]. Ожидается, что рынок вырастет с 51,57 млрд долларов США в 2025 году до 114,79 млрд долл. в 2034 году [3].

По прогнозам, в России к 2030 году объем рынка зеленой логистики может превысить 2 трлн руб [2]. Рост напрямую сопряжен с экологическими императивами, так как «применение мультимодальных перевозок... позволяет сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 10–20% в зависимости от региона и специфики перевозки» [5, с. 4].

Целью данного исследования является анализ практики развития мультимодальных зеленых хабов и выявление современных особенностей этого глобального явления, для чего будет изучен опыт ведущих международных логистических центров.

Мультимодальный хаб представляет собой логистический узел, который интегрирует различные виды транспорта (автомобильный, железнодорожный, морской, воздушный и трубопроводный) для обеспечения эффективной и бесперебойной логистики [1]. «Мультимодальная транспортировка подразумевает использование нескольких видов транспорта для доставки товара... при этом каждый вид транспорта выбирается в зависимости от его энергоэффективности, стоимости и экологической устойчивости. Это один из ключевых способов снижения углеродного следа» [4].

В экономике основное влияние на экологию связано с доминированием ископаемого топлива: «Основная часть углеродных выбросов в транспортной логистике происходит в процессе сжигания ископаемого топлива... Автомобильный транспорт – доля в выбросах углекислого газа 72%, морской транспорт 23%» [4]. Таким образом, хабы, концентрируя потоки, становятся как точками высокого воздействия на окружающую среду, так и ключевыми площадками для внедрения решений по его снижению.

Ответом на эти вызовы выступает концепция «зеленой логистики», которая «представляет собой целостный подход, направленный на снижение воздействия логистических процессов на окружающую среду» и определяется «как стратегия управления цепочками поставок, которая сводит к минимуму

углеродный след деятельности» [6, с. 28]. Ее ключевые принципы и инструменты систематизированы в докладе Международного экономического форума: производство и использование экологически чистого топлива, строительство экологически чистой инфраструктуры и цифровизация и экологизация операционной деятельности [5, с. 4]. На практике это выражается во внедрении электромобилей, использование берегового электроснабжения судов, развитии водородной инфраструктуры, а также в цифровизации через платформы для оптимизации потоков и IoT [6].

Современные тенденции развития напрямую связаны с декарбонизацией: «Тенденция к декарбонизации логистики, изменению энергетики и модернизации инфраструктуры распространяется по всему миру и ускоряет внедрение передовых межмодальных узлов» [3]. Среди ключевых тенденций выделяется «увеличение доли экологичных складов и транспорта», «рост мультимодальных перевозок с акцентом на экологичность» и «внимание к устойчивому развитию и ESG-критериям» [2]. Эксперты уточняют, что цифровизация логистических процессов дает дополнительные возможности для снижения выбросов. Применение технологий больших данных позволяет не только улучшить экономические показатели, но и значительно снизить «экологический след» [2].

Таким образом, развитие мультимодальных зеленых хабов в мире и России движется по пути интеграции принципов устойчивости в инфраструктурное планирование, технологическое оснащение и операционное управление.

Анализ передовой международной практики позволяет выявить четкие системные направления в развитии мультимодальных зеленых хабов, которые трансформируются из точек грузоперевалки в центры управления устойчивыми цепочками поставок. При этом используется широкий арсенал инструментов преобразования в зеленый хаб. Например, ключевые инструменты «зеленой» трансформации в хабах Роттердама и Дуйсбурга охватывают несколько взаимосвязанных направлений. Основу составляет энергетический переход, реализуемый через береговое электропитание судов (Shore Power), заправочную инфраструктуру для СПГ и создание полной цепочки «зеленого» водорода. Операционную эффективность обеспечивает цифровая платформа «Pronto», координирующая всех участников логистической цепи. Для сокращения выбросов от автотранспорта порт делает ставку на модальный сдвиг, активно развивая вывоз грузов по воде и железной дороге, а также внедряя автоматизированную контейнерную дорогу между терминалами. Уникальным проектом в области циркулярной экономики является «Porthos» по улавливанию и подземному хранению CO<sub>2</sub>. Финансовым стимулом для судовладельцев служит система скидок на портовые сборы для судов с высоким экологическим рейтингом [8].

Турецкие компании «Aras Cargo» и «Arkas Line» демонстрируют комплексный подход к «озеленению» операций, фокусируясь на практических инструментах с измеримым результатом. В области электрификации «Aras Cargo» реализует планомерное обновление автопарка: за 2023 год компания увеличила парк электромобилей на 47%, приобретя 31 единицу техники, что является конкретным шагом по замещению дизельного транспорта. Цифровая оптимизация выступает ключевым инструментом повышения эффективности: обе компании активно используют системы GPS-слежения и специализированное ПО для построения маршрутов. Это позволяет минимизировать пустые пробеги, оптимизировать стиль вождения и, как следствие, существенно снижать расход топлива и связанные с ним выбросы CO<sub>2</sub>. Параллельно внедряются операционные инновации для структурного повышения эффективности. «Arkas Line», как крупный морской перевозчик, разрабатывает и внедряет аналогичные стратегии для снижения углеродного следа в судоходстве [6].

Рассмотрение некоторых реальных кейсы от глобальных хабов до региональных распределительных центров указывает на конвергенцию нескольких стратегических направлений.

Во-первых, это тотальная электрификация и переход на альтернативные виды топлива. На примере нового хаба компании DPD в Лондоне видно, как принцип «никаких дизельных автомобилей» реализуется

через интеграцию солнечной генерации, масштабной зарядной инфраструктуры для 500 электромобилей и использование биотоплива HVO для спецтехники [7]. Аналогично, хаб Роттердам делает ставку на инфраструктуру зарядки судов с берега, LNG и «зеленый» водород, а Аэропорт Схипхол – на полную электрификацию наземного транспорта и снабжение самолетов устойчивым авиационным топливом [8].

Второй ключевой тренд – стратегический модальный сдвиг в сторону низкоуглеродных видов транспорта и их бесшовная интеграция. Дуйсбургский хаб является примером, где более 50% грузов перевозится по рельсам, а потенциал реки Рейн используется максимально [8]. Роттердам для вывоза грузов из порта активно развивает внутренний водный транспорт и железную дорогу, что сокращает зависимость от грузовиков. Этот подход ведет к значительному снижению выбросов, подтверждая тезис о том, что использование мультимодальных маршрутов позволяет сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 10–20%.

В-третьих, в зеленых хабах **отмечается** глубокая цифровизация и создание интеллектуальных систем. Платформа «Pronto» в Роттердаме, объединяющая данные всех участников цепи, служит инструментом не только экономической, но и экологической оптимизации, сокращая время ожидания и простои. Турецкая компания «Agas Cargo», применяя системы слежения и оптимизации маршрутов, демонстрирует, как цифровые инструменты позволяют эффективно управлять топливом и снижать выбросы на уровне автопарка [6].

Четвертый тренд – формирование замкнутых производственно-логистических циклов и симбиоз. Проект «Porthos» в Роттердаме по улавливанию и хранению CO<sub>2</sub> и использование избыточного тепла от заводов для обогрева терминалов в Дуйсбурге показывают переход к циркулярной экономике [8].

Немаловажной особенностью является регуляторное и экономическое стимулирование «зеленого» поведения клиентов, как, например, система скидок на портовые сборы для экологических судов в Роттердаме или дифференциация тарифов в аэропорту Схипхол. Этот комплексный подход, где «инструменты... должны работать в сочетании, чтобы обеспечить общесистемную декарбонизацию и эффективность» [5, с. 4].

Таким образом, создание зеленых мультимодальных хабов – общемировая тенденция и ключевые процессы развиваются по общим схемам. В таблице 1 обобщены ключевые принципы и технологии этого процесса.

Таблица 1

Систематизация мирового опыта организации мультимодальных зеленых хабов

Принцип «Зеленой» логистики	Технологии и инструменты	Примеры из хабов
<b>1. Энергетический переход</b>	Зарядка судов с берега, электромобили, водород, LNG, SAF, ВИЭ.	Роттердам (зарядка судов с берега, водород), Схипхол (электробусы, SAF).
<b>2. Модальный сдвиг</b>	Усиление роли ж/д и речного транспорта, интермодальные решения.	Дуйсбург (ж/д >50%), Роттердам (баржи, Container Exchange Route).
<b>3. Цифровизация и оптимизация</b>	IoT, Big Data, единые логистические платформы, «умное» планирование.	Роттердам (Pronto), все хабы (TOS – Terminal Operating Systems).
<b>4. Круговое хозяйство и симбиоз</b>	Улавливание CO <sub>2</sub> , использование промышленного тепла, замкнутые циклы.	Роттердам (Porthos), Дуйсбург (тепло от заводов).
<b>5. «Зеленые» контракты и тарифы</b>	Экологические рейтинги, дифференциация сборов, гранты.	Роттердам и Схипхол (скидки для «зеленых» судов/самолетов).
<b>6. Инновационная «зеленая» инфраструктура</b>	Зарядные/бункеровочные станции, выделенные электрифицированные пути.	Схипхол (зарядные станции), Роттердам (инфраструктура для водорода).

Источник: разработано автором

В России развитие мультимодальных зеленых хабов находится на начальной, но динамичной стадии, определяясь как глобальными трендами, так и спецификой национальной экономики и географии. «Спрос на устойчивую логистику в России определяется... повышенным вниманием к экологичности... ростом спроса на региональные и мультимодальные перевозки... [и] цифровизацией» [3]. Ключевым драйвером для России является переориентация грузопотоков и развитие восточного

направления, что актуализирует задачу создания эффективных и экологических транспортных узлов на основных коридорах, включая подходы к Северному морскому пути.

На текущий момент в стране формируются отдельные элементы экологичной мультимодальной инфраструктуры, хотя целостные хабы уровня Роттердама или Дуйсбурга пока в стадии разработки. Лидерами по внедрению «зеленых» стандартов, по оценкам экспертов, являются Московский регион и Центральный федеральный округ, где доля таких решений в крупных логистических центрах достигает 15–18% [2]. Реализуются проекты транспортно-пересадочных узлов в Москве, около 130 из которых запланировано к созданию, что является основой для развития пассажирской и, потенциально, грузовой мультимодальности с экологическим акцентом [1]. Ведущие логистические операторы начинают внедрять отдельные практики: «Деловые Линии» используют технику стандарта «Евро-5» и выше, переходят на электронный документооборот, а ГК «ФинИнвест» и «ЛОГОПЕР» развивают крупные транспортно-логистические центры в ключевых узлах, закладывая в проекты принципы мультимодальности. Растет интерес к газомоторному топливу (метан, СПГ) как к переходному решению для тяжелого транспорта и железной дороги [2].

Основные перспективы развития связаны с интеграцией этих разрозненных инициатив в единую национальную стратегию. Ожидается, что «к 2030 году объем рынка зеленой логистики в России может превысить 2 трлн руб.» [3]. Это потребует концентрации усилий на нескольких направлениях.

Во-первых, стимулирование модального сдвига на существующих хабах, таких как порты (порт Санкт-Петербург, Новороссийск) или транспортные узлы на Транссибе, за счет увеличения доли электрифицированного железнодорожного и речного транспорта в вывозе/завозе грузов.

Во-вторых, развертывание заправочной и зарядной инфраструктуры для альтернативных видов топлива (СПГ, водород, электроэнергия) в ключевых узлах.

В-третьих, создание цифровых платформ для координации работы всех участников мультимодальной перевозки, аналогичных «Pronto», что позволит оптимизировать стыковку видов транспорта и минимизировать экологический след.

В-четвертых, важнейшим шагом станет разработка и внедрение национальной системы зеленых тарифов и преференций для пользователей экологических видов транспорта и судов, что доказало свою эффективность в международной практике. То есть путь России к созданию конкурентоспособных мультимодальных зеленых хабов лежит через адаптацию мирового опыта и комплексное внедрение уже апробированных в мире инструментов в рамках национальных инфраструктурных проектов и программ устойчивого развития крупных логистических компаний.

Таким образом, ведущие мировые транспортные хабы больше не фокусируются только на эффективности и пропускной способности. Их новая конкурентная стратегия – это устойчивость. Они становятся центрами внедрения инноваций, «зеленой» энергетики и тесной координации всех участников цепи для минимизации общего углеродного следа, действуя как драйверы экологической трансформации всей транспортной отрасли.

Из мирового опыта можно выделить ключевые принципы функционирования зеленого мультимодального хаба:

- Системность, когда успешные хабы сочетают несколько направлений (топливо, инфраструктура, цифровизация, регулирование), а не внедряют точечные решения.
- Приоритет отдается электрификации – наземный транспорт и стационарное оборудование переходят на электроэнергию.
- Мультимодальный сдвиги, когда происходит сознательное увеличение доли железнодорожного и водного (в т.ч. внутреннего водного) транспорта в логистических цепях.
- Стимулирование перевозчиков к соблюдению зеленых норм, а не принуждение. Используются экономические механизмы (скидки, дифференцированные тарифы) для поощрения «зеленого»

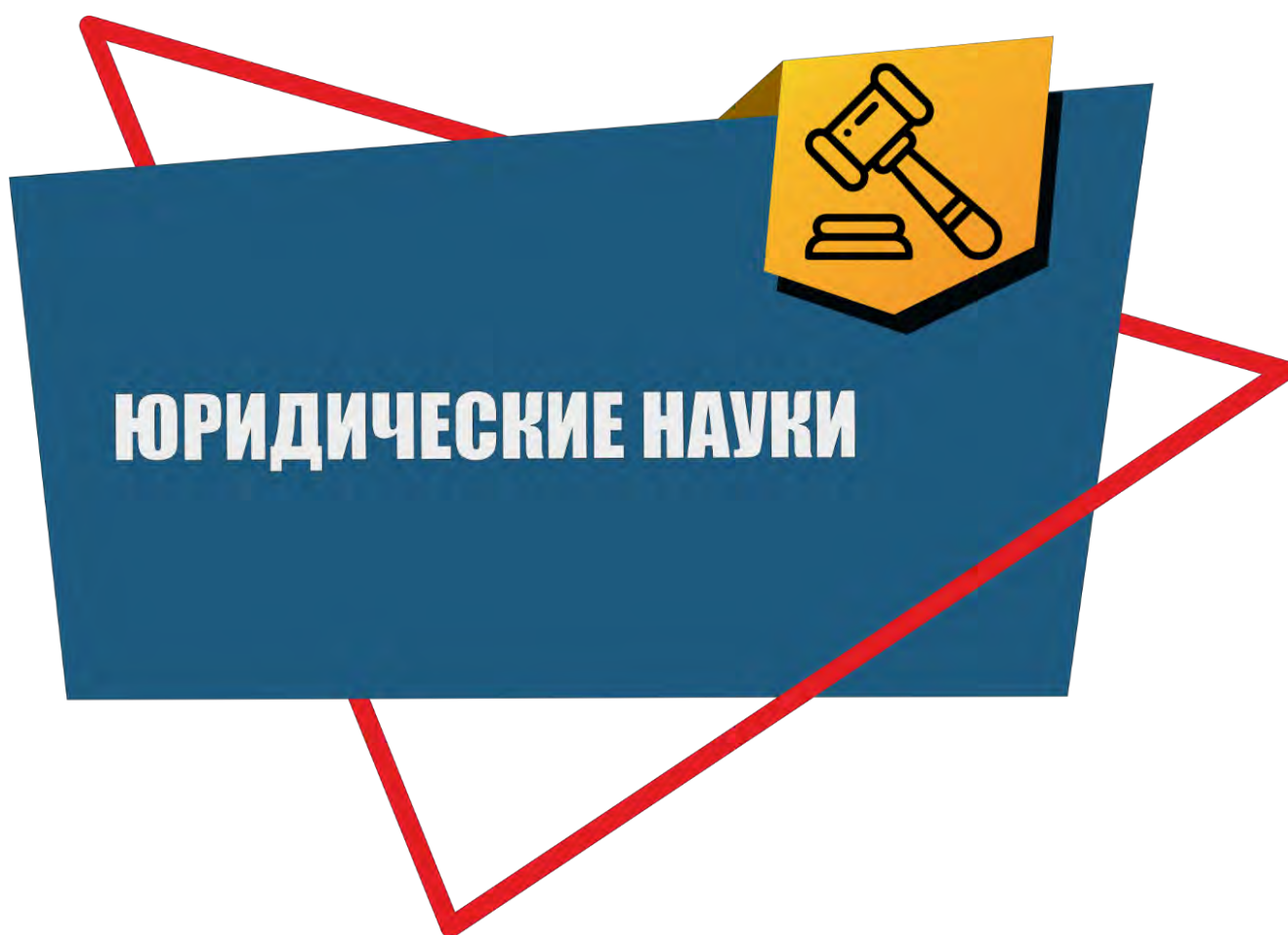
поведения клиентов.

- Постоянная цифровизация платформ – создается и развивается единое информационное ядро для координации и оптимизации всех процессов.

**Список использованной литературы:**

1. Воронов В.А., Чистяков К.Ю. Транспортно-пересадочные узлы и интермодальные комплексы. Термины и определения // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2020. №3(52). С. 252–264.
2. Палкин Д. Устойчивая (зеленая) логистика в России – исследование рынка, тенденции и прогнозы. *MegaResearch*, 02.20.2025. URL: [https://www.megaresearch.ru/new\\_reality/ustoychivaya-zelenaya-logistika-v-rossii-issledovanie-rynka-tendencii-i-prognozy](https://www.megaresearch.ru/new_reality/ustoychivaya-zelenaya-logistika-v-rossii-issledovanie-rynka-tendencii-i-prognozy) (дата обращения: 15.12.2025).
3. Рынок мультимодальных транспортных хабов по размеру, прогноз роста, 2025 – 2034. *Global Market Insights Inc.* 2025. URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/intermodal-transportation-hubs-marke> (дата обращения: 15.12.2025).
4. Ягодкин И.И. Зелёная логистика: снижение углеродного следа транспортировки // *Актуальные исследования» #27 (157)*, июль 2023 URL: <https://apni.ru/article/6695-zelyonaya-logistika-snizhenie-uglerodnogo-sleda-transportirovki> (дата обращения: 15.12.2025).
5. Green Logistics Innovation for Emerging Markets: Driving Competitiveness and Shared Value. *Insight report*, November 2025. *World Economic Forum*. 2025. 34 p.
6. Kamacı K. Green Logistics and Strategies for Reducing Carbon Footprints: Global Trends and the Turkish Perspective // *Anatolia Social Research Journal*. 2025. № 4 (2). Pp. 24-36.
7. Henry-fellows R. DPD unveils cutting-edge £40m Green Hub revolutionising London’s parcel delivery // *Logistics manager*, 22 November 2023. URL: <https://www.logisticsmanager.com/dpd-unveils-cutting-edge-40m-green-hub-revolutionising-londons-parcel-delivery/> (дата обращения: 15.12.2025).
8. Ports of Duisburg and Rotterdam advance energy transition together. *Port of Rotterdam*, 31 october 2025. URL: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/ports-duisburg-and-rotterdam-advance-energy-transition-together> (дата обращения: 15.12.2025).

© Федотов М.В., 2026



УДК 347.2

**Волкова В.В.**

магистрант 2 курса ВГУЮ РПА минюста России,  
г. Сочи, РФ

**Научный руководитель: Сарычев И.А.,**  
канд. юр. н., доцент, ВГУЮ РПА минюста России,  
г. Сочи, РФ

### **ПРОБЛЕМЫ СОБЛЮДЕНИЯ СРОКОВ И СТАДИЙ ПОСТАНОВКИ НА УЧЕТ БЕСХОЗЯЙСТВЕННЫХ НЕДВИЖИМЫХ ВЕЩЕЙ: МУНИЦИПАЛЬНАЯ ПРАКТИКА**

#### **Аннотация**

Статья посвящена анализу барьеров при оформлении бесхозяйной недвижимости в муниципальную собственность. Автор исследует проблемы взаимодействия органов местного самоуправления с Росреестром и критикует избыточность годовичного срока ожидания перед обращением в суд. Научная новизна заключается в предложении дифференцированного подхода к срокам постановки на учет.

#### **Ключевые слова:**

бесхозяйное имущество, муниципальная собственность, государственная регистрация, сроки постановки на учет, недвижимые вещи, муниципальная практика, Росреестр.

**Volkova V.V.**

2nd year master's student of the Russian Ministry of Justice,  
Sochi, Russian

**Scientific supervisor: Sarychev I.A.,**  
Candidate of Law, Associate Professor, Russian Ministry of Justice,  
Sochi, Russian

### **PROBLEMS OF OBSERVING THE DATES AND STAGES OF REGISTERING UNMANAGED REAL ESTATE: MUNICIPAL PRACTICE**

#### **Annotation**

The article is devoted to the analysis of barriers in the registration of ownerless real estate in municipal property. The author explores the problems of interaction between local government bodies and the Federal Service for State Registration, Cadastral Records and Cartography and criticizes the redundancy of a one-year waiting period before applying to court. The scientific novelty lies in the proposal of a differentiated approach to the terms of registration.

#### **Keywords:**

ownerless property, municipal property, state registration, terms of registration, real estate, municipal practice, Federal Service for State Registration, Cadastral Records and Cartography.

Проблема эффективного управления имуществом комплексом на уровне муниципальных образований в современной России остается одной из наиболее острых и трудноразрешимых. Наличие значительного количества «ничейных» объектов — от заброшенных промышленных зданий до недостроенных жилых домов — не только снижает общую инвестиционную привлекательность

территорий, но и создает прямые угрозы безопасности граждан, становясь очагами аварийных ситуаций и криминогенной активности. Действующий механизм легализации таких объектов, закрепленный в статье 225 Гражданского кодекса РФ [1], предполагает сложную многоступенчатую процедуру, которая в современных экономических реалиях демонстрирует свою инертность и чрезмерную затянутость.

Первичная стадия легализации объекта начинается с его постановки на учет в качестве бесхозного в органах Росреестра по заявлению органов местного самоуправления. Однако уже на этом этапе муниципальные образования сталкиваются с серьезными барьерами межведомственного взаимодействия [5]. Основная трудность заключается в проблеме идентификации объектов: зачастую Росреестр выносит отказы в постановке на учет по причине отсутствия точных кадастровых сведений или из-за наложения границ участков. Это вынуждает муниципалитеты проводить дорогостоящие кадастровые работы за счет и без того дефицитных местных бюджетов еще до того, как объект официально приобретет статус перспективного актива. Ситуация усугубляется информационным вакуумом, когда сбои в системе межведомственного электронного взаимодействия затягивают получение актуальных выписок из ЕГРН, особенно в отношении прав, возникших до 1998 года [2]. Нередко регистрирующие органы предъявляют избыточные, а порой и невыполнимые требования к доказательствам того, что собственник действительно неизвестен или отказался от своих прав, что превращает техническую процедуру в затяжной юридический спор.

Центральной проблемой существующего регламента является установленный законом годичный срок ожидания перед обращением в суд. Согласно действующим нормам, только по истечении двенадцати месяцев со дня постановки объекта на учет орган местного самоуправления получает право требовать признания собственности в судебном порядке [3]. И если для линейных объектов этот срок обоснованно сокращен до трех месяцев, то для капитальных строений он остается неизменным. Анализ муниципальной практики показывает, что в большинстве случаев данный срок является избыточным и деструктивным. За год заброшенное здание без надлежащего консервационного ухода подвергается стремительному физическому разрушению и разграблению. В итоге к моменту перехода в муниципальную собственность объект превращается в финансовое обременение, требующее огромных затрат на снос или капитальный ремонт, вместо того чтобы стать ликвидным ресурсом [4].

Более того, длительное ожидание порождает серьезные социальные риски. Заброшенные недострои становятся местами несчастных случаев, при этом муниципалитет, не являясь законным собственником в период ожидания, формально не имеет права расходовать бюджетные средства на охрану или ограждение такой территории. Годичный срок в данном контексте превращается в юридическую фикцию: практика подтверждает, что если в первые три-четыре месяца потенциальный собственник не заявил о своих правах, вероятность его появления в конце года стремится к нулю. Таким образом, существующая норма искусственно сдерживает вовлечение имущества в хозяйственный оборот, нанося ущерб как бюджету, так и общественной безопасности.

В качестве научной новизны данного исследования предлагается переход к дифференцированному подходу в вопросе сроков нахождения объектов на учете. Суть оптимизации заключается в сокращении периода ожидания для специфических категорий недвижимости. В частности, для объектов, находящихся в аварийном состоянии, или незавершенных строительством сооружений (ОНС) целесообразно сократить срок до трех-шести месяцев. Это позволит муниципалитетам оперативно принимать меры по консервации или достройке объектов, предотвращая их окончательную деградацию. Также необходимо законодательно закрепить презумпцию отсутствия собственника в случаях, когда в течение трех месяцев после официального запроса в архивы и реестры информация о правообладателе не была найдена (см. табл. 1).

Таблица 1

## Предлагаемая классификация сроков

Категория объекта недвижимости	Текущий срок по ГК РФ	Предлагаемый срок (оптимальный)	Обоснование изменения
Стандартные объекты недвижимости	1 год	1 год	Срок достаточен для поиска собственника
Аварийные здания и опасные недострои	1 год	3-4 месяца	Предотвращение ЧС и обрушений
Социально значимая инфраструктура	1 год	6 месяцев	Необходимость скорейшей эксплуатации
Линейные объекты (сети, трубы)	3 месяца	3 месяца	Оптимальный срок сохранен

Источник: разработано автором

Подводя итог, следует отметить, что реформирование порядка постановки на учет бесхозяйных вещей является необходимым условием для эффективного развития территорий. Устранение бюрократических пауз и синхронизация регламентов Росреестра с реальными потребностями муниципалитетов позволят превратить «бремя» заброшенного имущества в ресурс для городского развития. Реализация предложенного дифференцированного подхода потребует внесения точечных изменений в статью 225 ГК РФ, что станет значимым шагом на пути к рационализации отечественного гражданского оборота.

**Список использованной литературы:**

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 24.07.2023) // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.
2. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 19.10.2023) // Российская газета. – 2015. – № 156.
3. Приказ Минэкономразвития России от 10.12.2015 № 931 «Об установлении Порядка принятия на учет бесхозяйных недвижимых вещей».
4. Алексеев С.С. Право собственности. Проблемы теории. – М.: Норма, 2020. – 240 с.
5. Петров В.В. Особенности управления муниципальным имуществом в условиях цифровизации // Вестник экономики и права. – 2022. – № 4. – С. 12-18.

© Волкова В.В., 2026

**УДК 34**

**Гармаш Д.В.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

**ПОТЕРПЕВШИЙ КАК ОБЪЕКТ ПРЕСТУПНОГО ПОСЯГАТЕЛЬСТВА: ПОНЯТИЕ И ВИДЫ**

В данной работе рассматривается понятие потерпевшего как структурного элемента объекта преступления в уголовном праве. Анализируются теоретические подходы к определению места потерпевшего в составе преступления, его роль как факультативного признака объекта. Проводится классификация видов потерпевших в зависимости от характера причиненного вреда, социально-правового статуса, возраста и иных критериев. Обосновывается значение учета свойств личности потерпевшего для квалификации преступлений и назначения наказания. Акцентируется внимание на проблемах законодательной регламентации и необходимости совершенствования уголовно-правовой охраны потерпевших.

**Ключевые слова:**

потерпевший, объект преступления, состав преступления, вред, виды потерпевших, уголовно-правовая охрана, квалификация преступлений.

**Garmash D.V.**

Saint Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

**THE VICTIM AS AN OBJECT OF CRIMINAL ENCROACHMENT: CONCEPT AND TYPES**

This paper examines the concept of the victim as a structural element of the object of a crime in criminal law. Theoretical approaches to defining the victim's place within the corpus delicti and their role as a facultative characteristic of the object are analyzed. A classification of victim types is carried out based on the nature of the harm caused, socio-legal status, age, and other criteria. The significance of considering the victim's personal characteristics for the qualification of crimes and the imposition of punishment is substantiated. Attention is focused on the problems of legislative regulation and the need to improve the criminal-legal protection of victims.

**Keywords:**

victim, object of crime, corpus delicti, harm, types of victims, criminal-legal protection, qualification of crimes.

В науке уголовного права учение об объекте преступления традиционно занимает одно из центральных мест. Общепризнанным является понимание объекта преступления как охраняемых уголовным законом общественных отношений, на которые направлено посягательство. Однако в структуре указанных отношений особая роль принадлежит потерпевшему – лицу, которому преступлением причиняется физический, имущественный или моральный вред. Несмотря на то, что потерпевший не включен в число обязательных элементов состава преступления (за исключением составов, где его свойства прямо предусмотрены), он выступает важнейшей фигурой, характеризующей объект посягательства. В связи с этим возникает необходимость в комплексном анализе понятия «потерпевший» именно в уголовно-правовом, а не только в уголовно-процессуальном смысле, выделить виды и обосновать уголовно-правовое значение свойств личности потерпевшего.

По мнению Анощенковой С.В., «потерпевший в уголовном праве — это субъект общественных отношений, охраняемых уголовным законом, чьи права были нарушены и подлежат восстановлению в рамках уголовных правоотношений». [4]

Положительным дополнением данного определению потерпевшего, по сравнению с другими, является то, что потерпевший определен как субъект отношений, охраняемых уголовным законом. То есть, как и предмет преступления, потерпевший признается элементом объекта преступления. Это также подтверждает вывод о том, что и предмет преступления является предметом общественных отношений, охраняемых уголовным законом.

В настоящее время практически не является предметом научной дискуссии и классификация выполняемых функций на группы, в соответствии с которой функции, реализуемые в Российском уголовном процессе, делят на: основные, факультативные, вспомогательные (обеспечительные). [2]

Особое значение имеет классификация видов потерпевших в уголовном праве. Многообразие критериев позволяет выделить следующие группы:

1. По характеру причиненного вреда
  - Потерпевшие от физического вреда;
  - Потерпевшие от имущественного вреда;
  - Потерпевшие от морального вреда;

2. По социально-правовому статусу:
  - Несовершеннолетние и малолетние;
  - Беременные женщины;
  - Лица, находящиеся в беспомощном состоянии;
  - Лица, выполняющие служебный или общественный долг;
  - Иностранцы граждане и лица без гражданства;
  - Юридические лица (как носители деловой репутации и имущественных интересов).
3. По характеру поведения потерпевшего, предшествовавшего преступлению:
  - Потерпевшие с правомерным поведением;
  - Потерпевшие с противоправным или аморальным поведением, спровоцировавшие преступление;
    - Потерпевшие, находящиеся в состоянии опьянения или ином особом состоянии.
4. По степени социальной уязвимости:
  - Лица, нуждающиеся в повышенной уголовно-правовой охране (инвалиды, престарелые, дети);
  - Лица, обладающие повышенной способностью к самозащите (сотрудники правоохранительных органов). [3]

Жертва преступления может быть объектом изучения различных дисциплин криминального цикла, и на этом основании можно провести первичную классификацию потерпевших. Потерпевшего можно рассматривать как объект изучения уголовного права, уголовного процесса, криминалистики, судебной статистики, судебной психологии, судебной медицины, судебной психиатрии и, разумеется, криминологии. Очевидно, что для каждой из этих дисциплин потерпевший интересен в различных отношениях.

Поскольку виктимность тесно связана с преступностью, очевидно, что для классификации жертв преступлений можно использовать те же основания и признаки, что и для классификации преступников, то есть демографические, социально-ролевые, правовые, нравственно-психологические, медико-биологические и др. Однако при этом следует иметь в виду, что применительно к потерпевшим эти признаки имеют несколько иное содержание и значение. Представляется обоснованным предложение о включении в Общую часть УК РФ отдельной нормы, раскрывающей понятие потерпевшего от преступления, его виды и уголовно-правовое значение, что позволило бы унифицировать подходы к квалификации и устранить существующие противоречия. [5]

Таким образом, потерпевший в уголовном праве – это не просто процессуальная фигура, а важнейший элемент, характеризующий объект преступного посягательства. Его свойства и признаки могут выступать в качестве обязательных, квалифицирующих или факультативных признаков состава, влиять на квалификацию и меру ответственности. Многообразие видов потерпевших требует дальнейшей теоретической разработки и нормативного закрепления, что позволит повысить эффективность уголовно-правовой охраны личности, общества и государства.

#### **Список использованной литературы:**

1. «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020)
2. Уголовное право. Общая часть : учебное пособие в таблицах / Д. А. Безбородов, А. В. Зарубин, Р. М. Кравченко, Д. Ю. Краев, М. А. Любавина, Ю. В. Морозова, А. Н. Попов, П. В. Федышина, Р. Д. Шарапов ; под ред. А. Н. Попова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Университета прокуратуры Российской Федерации, 2019. — 76 с.
3. Уголовное право России. Часть Общая: учебник для вузов / под ред. А. И. Рарога. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Проспект, 2021. — 640 с.
4. Коргулев А.Г. Понятие и признаки потерпевшего в уголовном деле// 2020 г.— URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-priznaki-poterpevshego-v-ugolovnom-prave/viewer>

5. Лобов С.А. Классификация и типология жертв преступления. Электронное учебнометодическое пособие / С.А. Лобов. – КубИСЭП (филиал) ОУП ВО «АТиСО», 2022. – 36 с.

© Гармаш Д.В., 2026

**УДК 340.13**

**Молчанов И.К.**

Магистрант 2 курса юридического факультета  
Сочинского филиала ВГУЮ (РПА Минюста России)

**Научный руководитель: Палкин А.Г.**

Канд. ист. наук,  
г. Сочи, РФ

## **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРАВОВОГО НИГИЛИЗМА В СФЕРЕ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ**

### **Аннотация**

В статье анализируются институциональные механизмы преодоления правового нигилизма в сфере правоприменения. Обосновано, что нигилизм воспроизводится через дефекты институциональной среды и приобретает организационно-управленческие формы. Рассмотрены ключевые элементы противодействия: судебный контроль, прокурорский надзор, дисциплинарная ответственность, антикоррупционные меры, цифровизация и юридическое образование. Представлена авторская модель интегративного механизма (нормативный, организационный, аксиологический уровни) и сделан вывод о необходимости трансформации правоприменительной среды для укрепления верховенства закона и доверия к публичной власти.

### **Ключевые слова:**

правовой нигилизм, институциональные механизмы, правоприменительная деятельность, верховенство закона, судебный контроль, прокурорский надзор, антикоррупционная политика.

**Molchanov I.K.**

2nd year Master's student at the Faculty of Law  
Sochi branch of the All-Russian State University (RPA of the Ministry of Justice of Russia)

**Scientific supervisor: Palkin A.G.**

Candidate of Historical Sciences,  
Sochi, Russia

## **INSTITUTIONAL MECHANISMS FOR OVERCOMING LEGAL NIHILISM IN THE FIELD OF LAW ENFORCEMENT: THEORY AND PRACTICE OF IMPLEMENTATION**

### **Abstract**

The article analyzes the institutional mechanisms for overcoming legal nihilism in the field of law enforcement. It is proved that nihilism is reproduced through defects in the institutional environment and it acquires organizational and managerial forms. The key elements of counteraction are considered: judicial

control, prosecutorial supervision, disciplinary responsibility, anti-corruption measures, digitalization and legal education. The author's model of the integrative mechanism (normative, organizational, axiological levels) is presented and the conclusion is made about the need to transform the law enforcement environment in order to strengthen the rule of law and trust in public authority.

**Keywords:**

legal nihilism, institutional mechanisms, law enforcement, rule of law, judicial control, prosecutorial supervision, anti-corruption policy.

Современное развитие правовой системы демонстрирует, что правовой нигилизм не ограничивается сферой индивидуального правосознания и бытового отношения к праву, а приобретает институциональный характер, оказывая влияние на функционирование органов публичной власти и механизмы реализации правовых норм. В условиях нормативной динамики, усложнения процедур государственного управления и расширения дискреционных полномочий должностных лиц устойчивость правового порядка во многом определяется качеством институциональной среды правоприменения. Если правоприменительная практика систематически допускает формализм, избирательность или подмену правовых критериев управленческой целесообразностью, то правовой нигилизм закрепляется не только в массовом сознании, но и в профессиональной культуре правоприменителей, что создает предпосылки для его воспроизводства. Актуальность анализа институциональных механизмов преодоления правового нигилизма на февраль 2026 года обусловлена продолжающимися процессами цифровизации публичного управления, реформированием судебной системы, модернизацией антикоррупционной политики и повышением требований к прозрачности деятельности органов государственной власти. В условиях трансформации международных и внутригосударственных социально-экономических процессов возрастает значение легитимности правоприменительной деятельности, поскольку именно через индивидуальные правовые решения реализуется принцип верховенства закона. Соответственно, формирование эффективных институциональных механизмов противодействия правовому нигилизму становится стратегической задачей укрепления правового государства. Правовой нигилизм в институциональном измерении проявляется через устойчивые деформации организационных и процедурных структур правоприменения. К их числу относятся селективность применения норм, формальное толкование законодательства без учета его целей и принципов, злоупотребление дискреционными полномочиями, недостаточная мотивированность решений, а также слабость механизмов внутреннего и внешнего контроля. Подобные явления формируют у субъектов правоотношений представление о праве как о гибком и относительно инструменте, подверженном влиянию внеправовых факторов. В результате снижается доверие к правовым институтам и усиливаются установки на обход либо игнорирование нормативных предписаний. Одним из ключевых механизмов институционального противодействия правовому нигилизму выступает судебный контроль. Независимая и профессионально компетентная судебная власть обеспечивает проверку законности действий органов публичной администрации, способствует унификации правоприменительной практики и формированию единых стандартов интерпретации правовых норм. Особое значение имеет развитие мотивировочной части судебных решений, ориентированной на аргументацию, основанную на принципах соразмерности, справедливости и правовой определенности. Повышение качества судебной аргументации позволяет минимизировать произвольность правоприменения и укрепляет восприятие права как устойчивой ценностной системы.

В современных условиях особую роль играет и развитие механизмов конституционного контроля, направленного на устранение нормативных дефектов, способных провоцировать нигилистические практики. Существенным элементом институционального механизма преодоления правового нигилизма является прокурорский надзор, обеспечивающий единообразное исполнение законодательства и

выявление правоприменительных отклонений. Надзорная деятельность позволяет корректировать деформированные практики на ранних стадиях их формирования и способствует укреплению принципа законности.

Вместе с тем эффективность данного механизма зависит от его реальной независимости, профессиональной компетентности сотрудников и прозрачности процедур. При отсутствии этих условий надзор может утратить превентивный потенциал и превратиться в формальную процедуру, не влияющую на ценностные ориентиры правоприменительной деятельности. Неотъемлемой составляющей институционального противодействия правовому нигилизму выступает система дисциплинарной и иной юридической ответственности должностных лиц. Отсутствие неизбежности санкций за неправомерные решения создает ощущение безнаказанности и способствует закреплению нигилистических установок в профессиональной среде. Напротив, прозрачные и объективные процедуры привлечения к ответственности формируют устойчивую установку на соблюдение нормативных требований.

В современных условиях особое значение приобретает сочетание дисциплинарных мер с механизмами публичной отчетности и общественного контроля, что усиливает превентивный эффект ответственности. Антикоррупционная политика представляет собой самостоятельное направление институционального оздоровления правоприменительной среды. Коррупция как форма сознательного игнорирования правовых норм в пользу частных интересов является наиболее ярким проявлением правового нигилизма на институциональном уровне. Реализация антикоррупционных стандартов, декларирование доходов, контроль за конфликтом интересов, внедрение комплаенс-процедур и механизмов внутреннего аудита создают барьеры для деформированных практик. На этапе 2024–2026 годов усиливается интеграция антикоррупционных механизмов с цифровыми инструментами анализа данных, что позволяет выявлять аномалии в правоприменительной деятельности и снижать пространство для субъективных решений. Однако технологические меры эффективны лишь при наличии устойчивых ценностных ориентиров, исключающих оправдание неправомерных действий ссылками на ведомственные интересы. Цифровизация правоприменения рассматривается как один из наиболее перспективных механизмов повышения прозрачности и предсказуемости решений. Электронный документооборот, автоматизация процедур, использование информационных систем для анализа судебной практики способствуют стандартизации процессов и сокращению влияния человеческого фактора. Вместе с тем цифровизация не может рассматриваться как универсальное средство преодоления правового нигилизма. При отсутствии четкой нормативной регламентации и эффективного контроля цифровые инструменты могут использоваться формально, воспроизводя прежние деформации в новой технологической оболочке. Следовательно, технологические инновации должны быть встроены в комплексную систему институциональных гарантий законности. Долгосрочным механизмом преодоления правового нигилизма является развитие профессионального юридического образования и формирование устойчивой правовой культуры правоприменителей. Усиление внимания к вопросам юридической этики, методологии толкования права, принципам правового государства и публичной ответственности способствует формированию ценностной ориентации на законность. В современных условиях возрастает значение междисциплинарной подготовки, включающей элементы цифровой грамотности и антикоррупционных стандартов. Формирование профессиональной идентичности правоприменителя как носителя публичного доверия позволяет снизить вероятность закреплению нигилистических установок в служебной культуре. Научная новизна настоящего исследования заключается в разработке интегративной модели институционального противодействия правовому нигилизму, основанной на взаимодействии трех взаимосвязанных уровней: нормативного, организационного и аксиологического. Нормативный уровень предполагает совершенствование законодательства и устранение пробелов и коллизий, способных провоцировать произвольное

толкование; организационный уровень связан с укреплением механизмов контроля, ответственности и прозрачности процедур; аксиологический уровень направлен на формирование ценностного восприятия права как обязательного и универсального регулятора. Системное взаимодействие указанных уровней позволяет обеспечить устойчивость правоприменительной среды и минимизировать институциональные проявления правового нигилизма. Таким образом, преодоление правового нигилизма в сфере правоприменения представляет собой сложный и многоуровневый процесс, требующий согласованных усилий по модернизации нормативной базы, совершенствованию организационных структур и укреплению правовой культуры. В условиях современных вызовов обеспечение легитимности публичной власти напрямую связано с эффективностью институциональных механизмов поддержания законности. Комплексный подход к трансформации правоприменительной среды способен создать устойчивые барьеры для нигилистических практик и повысить уровень доверия общества к праву как основополагающему институту социального регулирования.

**Список использованной литературы:**

1. Алексеев С. С. Теория права. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Норма, 2022. 496 с.
2. Баранов В. М. Правовая культура и правосознание в современной России: монография. М.: Юрлитинформ, 2023. 312 с.
3. Зорькин В. Д. Право против хаоса: монография. М.: Норма, 2023. 384 с.
4. Лазарев В. В., Липень С. В. Теория государства и права: учебник. 6-е изд. М.: Юрайт, 2024. 640 с.
5. Марченко М. Н. Теория государства и права: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Норма, 2022. 720 с.
6. Сырых В. М. Правоприменение: теория и практика: монография. М.: Норма, 2023. 368 с.
7. Поляков А. В. Институциональные основы правового государства в условиях цифровизации // Журнал российского права. 2024. № 6. С. 15–28.
8. Трансформация правоприменительной деятельности в условиях цифровизации публичной власти // Журнал российского права. 2025. № 8. С. 45–60.
9. Матузов Н. И., Малько А. В. Правовой нигилизм: природа, формы проявления и пути преодоления // Государство и право. 2022. № 7. С. 5–17.
10. Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ (ред. действующая на февраль 2026 г.) «О противодействии коррупции» // Собрание законодательства РФ.
11. Федеральный закон от 17.01.1992 № 2202-1 (ред. действующая на февраль 2026 г.) «О прокуратуре Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ.
12. Федеральный конституционный закон от 21.07.1994 № 1-ФКЗ (ред. действующая на февраль 2026 г.) «О Конституционном Суде Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ.

© Молчанов И.К., 2026