



# "IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

international scientific-practical journal

**ALMATY, KAZAKHSTAN**

ISSN: 3007-8946

**15 FEBRUARY 2026**



[els.education23@mail.ru](mailto:els.education23@mail.ru)



[irc-els.com](http://irc-els.com)

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL  
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**



**Main editor:** G. Shulenbaev

**Editorial colleague:**

B. Kuspanova  
Sh Abyhanova

**International editorial board:**

R. Stepanov (Russia)  
T. Khushruz (Uzbekistan)  
A. Azizbek (Uzbekistan)  
F. Doflat (Azerbaijan)

International scientific journal «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», includes reports of scientists, students, undergraduates and school teachers from different countries (Kazakhstan, Tajikistan, Azerbaijan, Russia, Uzbekistan, China, Turkey, Belarus, Kyrgyzstan, Moldova, Turkmenistan, Georgia, Bulgaria, Mongolia). The materials in the collection will be of interest to the scientific community for further integration of science and education.

Международный научный журнал «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», включают доклады учёных, студентов, магистрантов и учителей школ из разных стран (Казахстан, Таджикистан, Азербайджан, Россия, Узбекистан, Китай, Турция, Беларусь, Кыргызстан, Молдавия, Туркменистан, Грузия, Болгария, Монголия). Материалы сборника будут интересны научной общественности для дальнейшей интеграции науки и образования.

15 февраля 2026 г.  
Almaty, Kazakhstan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18811776>

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PROGRAMMING TECHNOLOGIES IN AUTOMATION AND MICROCLIMATE CONTROL

**PIROVA RASHIDA QUDRATOVNA**

PhD, Karshi State university, Karshi, Republic of Uzbekistan

**FARANGIZ NURIDDIN QIZI NORQULOVA**

Master, Karshi State university, Karshi, Republic of Uzbekistan

---

**Abstract:** *This article examines how artificial intelligence (AI) and programming technologies are utilized in automation and microclimate control. It emphasizes the role of AI algorithms, sensor systems, and specialized software in maintaining optimal microclimate conditions and enabling automatic regulation within modern digital environments.*

**Keywords:** *Automation, Artificial Intelligence, Real-time Systems, Microclimate Control, Programming Technologies.*

---

**Introduction.** In the current era of rapidly advancing digital technologies, the use of automation and artificial intelligence (AI) tools across various fields facilitates human labor, enhances system efficiency, and enables the rational use of resources. Traditional methods of microclimate control often rely heavily on human intervention, leading to a higher likelihood of errors and increased resource consumption. In this context, modern programming languages, IoT (Internet of Things) technologies, and machine learning approaches play a crucial role in further optimizing these processes.

**Development of Automation Technologies:** In recent years, automation technologies have been widely implemented in industrial and service sectors.[1] These technologies enable the creation of systems that perform specific functions based on precise algorithms without human intervention.[3] For example, in a greenhouse system, if sensors detect a drop in temperature, the system automatically activates the heaters.[2]

**Application of Artificial Intelligence:** Artificial intelligence (AI) is considered the next evolution of automated systems. Unlike traditional algorithmic approaches, AI algorithms can make independent decisions based on large volumes of data and have the ability to improve themselves.[4] In microclimate control, AI is widely applied in various areas.[5] For instance, in a greenhouse system, if sensors detect a drop in temperature, the system automatically switches on the heaters.[6]

- ❖ Using machine learning to identify and adjust optimal microclimate conditions.
- ❖ Employing neural networks to predict temperature and humidity.
- ❖ Implementing adaptive control systems to automatically respond to changing environmental conditions in real time.[7]

$$L_s = L_{sh} + B_p \quad M = \rho \cdot V$$

where:

M — total product mass (kg)

$\rho$  — product density (kg/m<sup>3</sup>)

V — useful volume (m<sup>3</sup>)

2. Warehouse area

If the warehouse should store 75% of the product produced in 2 months,  $M_t$

is the total product mass, then the required warehouse area  $S$  is

$$S \approx \frac{0.75 \cdot M_t}{\rho \cdot h}$$

where:

$h$  — stack height (m)

$\rho$  — product density (kg/m<sup>3</sup>)

Stack module and chamber dimensions

The stack module  $L_s$  includes the stack length plus aisles.[7] If stack length is  $L_{sh}$ , width  $B_{sh}$ , and aisle width  $B_p$  [8]

$$L_s = L_{sh} + B_p$$

Chamber width  $B_k$  based on the stack module:

$$B_k = n_{sht} \cdot B_{sh} + (n_{sht} + 1) \cdot B_p \quad B_k = n_{sht} \cdot B_{sh} + (n_{sht} + 1) \cdot B_p$$

Where  $n_{sht}$  is the number of stacks in the chamber.[9]

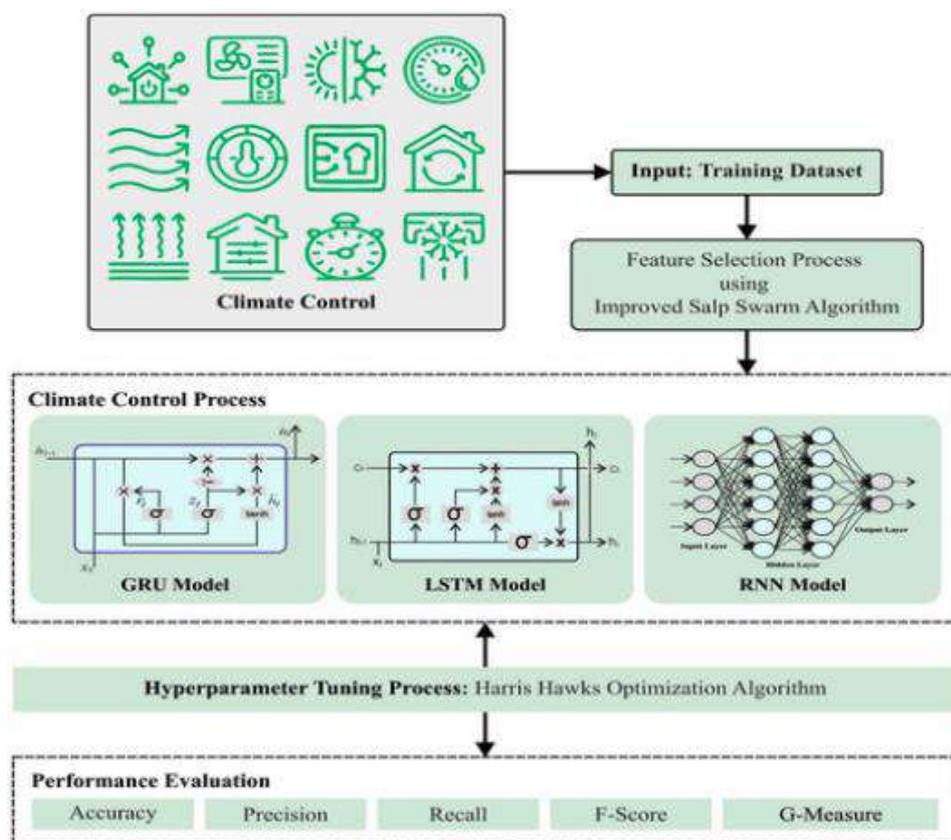
### Chamber length and height

➤ Large warehouses: *clearance*  $L_k = 80 - 90m$

➤ Small warehouses:  $L_k \approx 20m$

Height  $H_k$  depends on stack height and air circulation:[6]

$$H_k \geq H_{sht} + \text{air clearance}$$



The processing procedure based on artificial intelligence models in climate control systems

**Practical Applications and Prospects:** Automated microclimate control systems are being successfully implemented in industrial enterprises, greenhouses, refrigeration units, warehouses, laboratories, and educational institutions.[10]

Unlike traditional algorithmic approaches, artificial intelligence (AI) algorithms can make independent decisions based on large volumes of data and have the ability to self-improve. [3] In microclimate management, AI is widely applied in the following areas:

**Conclusion:** Implementing artificial intelligence and programming technologies in the automation and microclimate control of small warehouses and greenhouses ensures high accuracy, efficient resource usage, and real-time monitoring. The integration of sensor systems with machine learning models creates the ability to monitor and optimize climate parameters. This approach not only enhances production efficiency but also contributes to ecological and economic sustainability.

## REFERENCES

1. 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.
2. Ali, M. A., et al. (2021). An IoT-based smart environment monitoring system using AI for agriculture. *Sensors*, 21(13), 4359.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
4. Котлярова, Т. И., & Белоусов, С. В. (2020). Автоматизация климат-контроля в тепличных хозяйствах на основе IoT и ИИ. *Вестник аграрной науки*, 7(4), 45–52.
5. Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson Education.
6. Mulla, D. J. (2013). Twenty-five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, 114(4), 358–371.
7. Zhang, Y., Wang, G., & Wang, J. (2019). Intelligent control system for greenhouse environment based on AI and wireless sensor networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 163, 104852.
8. Абдурасулов, А. М. (2022). Raqamli texnologiyalar asosida avtomatlashtirilgan mikroiklim boshqaruvi tizimlari. *Innovatsion texnologiyalar* (maxsus son), 3(2), 27–33.
9. Бутаев, Н. К. (2023). Интеллектуальные системы автоматического управления микроклиматом в агропромышленности. *Технологии и инновации*, 9(1), 61–67.
10. OpenAI. (2024). *Using AI for environmental control in smart agriculture*. Retrieved from <https://openai.com/research/environment-ai>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18811813>  
ЭОЖ 69.056

## МОДУЛЬДІК ТЕЗ САЛЫНАТЫН АЗ ҚАБАТТЫ ГИМАРАТТАРДЫ САЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

ТҰРАР БӘЙДІБЕК АЙДОСҰЛЫ

К.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ -дың 2-ші курс магистранты

Ғылыми жетекші: **ҚУАТБАЕВА ТОКЖАН КУАНГАЛИҚЫЗЫ**, техникалық  
ғылымдар докторы, профессор.  
Алматы, Қазақстан

**Аннотация.** Мақалада аз қабатты құрылыс сегментінде модульдік құрылыстың қазіргі заманғы үрдістері мен даму перспективалары қарастырылған. Тақырыптың өзектілігі тұрғын үй мен әлеуметтік нысандарды жедел, үнемді әрі экологиялық тұрақты тұрғызуға деген жаһандық қажеттілікпен айқындалады. Әлемдік және өңірлік тәжірибелер талданып, Қазақстан құрылыс саласына модульдік технологияларды енгізудегі негізгі мәселелер мен кедергілер анықталды. Жетілдіру жолдары ұсынылды: инновациялық материалдарды пайдалану, сондай-ақ нормативтік-құқықтық базаны әзірлеу. Қорытындыда модульдік құрылысты жаңғырту гимараттарды салу жылдамдығы мен сапасын едәуір арттырып, шығындарды азайтып және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ететіні айтылған.

**Кілт сөздер:** модульдік құрылыс, аз қабатты гимараттар, тез салынатын құрылымдар, инновациялық материалдар, энергия үнемділік, экологиялық тұрақтылық.

Жаһандық мәселе. Әлемдік қауымдастық тұрғын үй тапшылығын және әлеуметтік нысандарды тез тұрғызу қажеттілігін шешу мәселесіне тап болып отыр. БҰҰ деректеріне сәйкес (2022 ж.) 2030 жылға қарай 3 миллиардтан астам адам қолжетімді тұрғын үйге мұқтаж болады. Дәстүрлі құрылыс әдістері (кірпіш қалау, монолитті құрылыс) жоғары еңбек шығындылығы, ұзақ мерзімі және қаржылық ауыртпалығы себебінен бұл сұранысты әрқашан қанағаттандыра алмайды. Модульдік құрылыс осы мәселелерге жауап ретінде пайда болды. АҚШ пен Еуропада ол аз қабатты тұрғын үй нарығының 15–20%-ын қамтып, құрылыс мерзімін 30–50%-ға қысқартуда. Мысалы, Ұлыбританияда 2025 жылға қарай әрбір төртінші жаңа тұрғын үй модульдік технологиялармен салынатыны жоспарлануда.

Өңірлік мәселе. ТМД елдерінде, соның ішінде Қазақстанда модульдік құрылыстың үлесі әзірге аз қабатты тұрғын үйдің жалпы көлемінің 5%-нан аспайды. Бұған келесі себептер әсер етеді: нормативтік-құқықтық базаның әлсіздігі; модульдік элементтерді шығаратын өндірістік қуаттардың жеткіліксіздігі; тапсырыс берушілердің модульдік құрылыстың артықшылықтары туралы хабардарлығының төмендігі; технологияларды климаттық және сейсмикалық жағдайларға бейімдеу қажеттілігі. Қазақстан аумағының айтарлықтай бөлігі сейсмикалық қауіпті аймақтарға жататындықтан, сейсмотұрақтылық мәселесі ерекше маңызға ие.

Жергілікті мәселе. Жергілікті деңгейде жас отбасыларды және вахталық ауылдардағы жұмысшыларды тұрғын үймен қамтамасыз ету, сондай-ақ тез салынатын мектептер, балабақшалар мен медицина пункттерін тұрғызу мәселесі өзекті. Дәстүрлі құрылыс әдістері көбіне тым қымбат әрі ұзақ мерзімді болғандықтан, әлеуметтік маңызды нысандар тапшылығы орын алуда.

Қазақстан үшін модульдік құрылыс нысандарды жедел тұрғызуға, шығындарды азайтуға және экологиялық тиімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін оңтайлы шешім болар еді. Алайда технологияларды енгізу деңгейі төмен болып отыр, бұл жаңа шешімдер мен тәсілдерді іздеуді талап етеді.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері. Мақсаты – Қазақстанда модульдік аз қабатты ғимараттар құрылыс технологиясын жетілдіру жолдарын айқындау және негіздеу.

Міндеттері. Модульдік технологияларды қолданудың әлемдік тәжірибесін талдау. Қазақстандағы қазіргі жағдайды бағалау. Негізгі мәселелер мен кедергілерді анықтау. Даму перспективалы бағыттарын айқындау. Өңірлік ерекшеліктерді ескере отырып технологияларды жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеу. Зерттеу объектісі. Модульдік аз қабатты ғимараттарды жобалау, дайындау және тұрғызу процестері.

Зерттеу пәні. Технологиялық шешімдер, инновациялық материалдар, өндірісті ұйымдастыру және модульдік конструкцияларды монтаждау әдістері.

Өзектілігі. Қазақстан үшін модульдік құрылыс технологияларын жетілдіру стратегиялық маңызға ие, себебі ол өңірлік инфрақұрылымды дамытуға, құрылыс құнын төмендетуге және халықтың өмір сүру сапасын арттыруға ықпал етеді.

Мәселенің тарихы. Модульдік құрылыс тәжірибелері алғаш рет XX ғасырдың ортасында АҚШ пен Жапонияда басталды. Еуропада бұл технология 1980–1990 жылдары урбанизацияның жедел үдеуіне байланысты кеңінен қолданыла бастады. Бүгінде модульдік әдістер тұрғын үйлермен қатар кеңселер, білім беру және медицина нысандарын салуда да белсенді қолданылады.

Қазақстанда модульдік технологияларды енгізу салыстырмалы түрде жақында басталды және негізінен вахталық ауылдар мен уақытша нысандармен шектелді. Алайда әлеуметтік тұрғын үй мен мектептерге сұраныс өсуіне байланысты мемлекет пен бизнес тарапынан қызығушылық арта түсуде.

Зерттеу әдістері мен құрылымы. Модульдік тез салынатын аз қабатты ғимараттарды салу технологиясын талдау және жетілдіру үшін кешенді ғылыми тәсіл қолданылды, ол мыналарды қамтиды: Аналитикалық әдіс – қолданыстағы зерттеулерді, нормативтік құжаттарды және жобалық шешімдерді шолу. Салыстырмалы әдіс – модульдік технологияларды дәстүрлі құрылыс тәсілдерімен негізгі параметрлер бойынша салыстыру (мерзім, өзіндік құн, сапа, энергия тиімділігі, экологиялық). Эксперименттік-есептік әдіс – модульдерді әртүрлі құрастыру нұсқаларын модельдеу, конструкциялардың көтергіштік қабілетін, ғимараттардың энергия тиімділігін бағалау. Жүйелік тәсіл – модульдік құрылысты тек технологиялық процесс ретінде ғана емес, сонымен қатар аймақтың әлеуметтік, экономикалық және экологиялық жүйесінің элементі ретінде қарастыру.

Зерттеу гипотезасы. Зерттеу гипотезасы мынадай тұжырымға негізделеді: Модульдік тез салынатын аз қабатты ғимараттарды салу технологиясын жетілдіру конструктивтік шешімдерді кешенді оңтайландыру, энергия үнемді материалдарды қолдану және құрылыс үдерісін цифрлық басқару әдістерін енгізу арқылы мүмкін болады. Бұл өз кезегінде нысандарды салу мерзімін және құнын едәуір қысқартып, олардың пайдалану сипаттамаларын арттыруға және экологиялық жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

Құрылыс технологияларын салыстырмалы талдау

Гипотезаны растау үшін модульдік және дәстүрлі құрылысты негізгі бағыттары бойынша салыстыру жүргізілді (кесте 1).

Кесте 1 – Дәстүрлі және модульдік құрылысты салыстыру

Салыстыру бағыты	Дәстүрлі құрылыс	Модульдік құрылыс
Салу мерзімі	8–12 ай	3–6 ай
Өзіндік құн	Орташа, аймаққа тәуелді	15–25 %-ға төмен
Сапа және стандарттау	Жұмысшылардың біліктілігіне байланысты	Зауыттық сапа, жоғары дәлдік
Энергоүнемділік	Қосымша шараларды қажет етеді	Ішкі орнатылған энергия үнемдеу шешімдері

Жоспарлау икемділігі	Орташа	Жоғары (құрастыру нұсқалары көп)
Экологиялылық	Құрылыс қалдықтары көп	Қалдықтарды азайту, қайта пайдалану
Сейсмостық тұрақтылық	Технологияға байланысты	Күшейтілген қаңқалар, жоғары төзімділік

Модульдік құрылыстың құрылымдық ерекшеліктері. Модульдер зауыт жағдайында дайындалады, бұл құрылыс алаңындағы қателіктерді азайтады. Тасымалдау және жылдам құрастыру мүмкіндігі қолдану икемділігін арттырады. Заманауи материалдар (сэндвич-панельдер, желімделген брус, жеңіл болат конструкциялар) беріктікті арттырады. BIM-технологияларды пайдалану жобалауды және сапаны бақылауды жеңілдетеді.

Қолданылатын бағыттар мен зерттеулердің перспективті идеялары. Энергоүнемді және «жасыл» технологияларды қолдану Модульдік құрылысты жетілдірудің негізгі бағыттарының бірі – энергия үнемдеу және тұрақты даму шешімдерін интеграциялау: Жоғары жылу оқшаулағыш қасиеттері бар сэндвич-панельдерді пайдалану. Автономды энергиямен қамтамасыз ету үшін күн панельдерін және шағын жел генераторларын қолдану. Жылуды рекуперациялау және «ақылды» желдету жүйелерін енгізу. Экологиялық қауіпсіз материалдарды пайдалану (төмен эмиссиялы плиталар, қайта өңделетін материалдар, қайта қалпына келетін көздерден алынған ағаш). Құрылыс үдерісін цифрландыру Заманауи зерттеулер цифрлық технологиялар модульдік құрылыстың тиімділігін айтарлықтай арттыра алатынын көрсетіп отыр: BIM-технологияларды (Building Information Modeling) қолдану арқылы ғимараттардың цифрлық егіздерін жасау. Барлық кезеңдерде (модульдер өндірісінен бастап монтажда дейін) сапаны автоматтандырылған бақылау жүйелерін енгізу. Құрылымдардың және инженерлік жүйелердің жағдайын бақылау үшін IoT-датчиктерін пайдалану. Роботтандыру мен 3D-басып шығаруды дамыту. Конструктивтік және архитектуралық инновациялар Жоспарлау мен бөлмелердің мақсатын өзгерте алатын трансформер-модульдерді әзірлеу. Құрастыру мен жөндеуді жеңілдететін бірыңғайланған конструктивтік тораптарды құру. Модульдік шешімдерді көпқабатты құрылысқа енгізу (гибридті технологиялар: темірбетон + модульдік кірістіру). Жеңіл болат жұқа қабырғалы конструкцияларды (ЛСТК) ағаш және композиттік материалдармен үйлестіру.

Әлеуметтік және экономикалық перспективалар. Модульдік құрылыс бірқатар әлеуметтік-экономикалық міндеттерді шешуде үлкен әлеуетке ие: Жас отбасылар мен әлеуметтік әлсіз топтарға қолжетімді тұрғын үй. Білім беру және медициналық нысандар – мектептер, балабақшалар, амбулаториялар. Табиғи апаттан зардап шеккендерге баспана – тұрғын үй қорын жедел қалпына келтіру. Ауылдық аймақтарды дамыту – ауыл шаруашылық өңірлеріне ықшам және энергия үнемді үйлер.

Зерттеулерді дамытудың перспективті идеялары. Жүргізілген зерттеулер негізінде бірнеше стратегиялық бағыттарды бөліп көрсетуге болады: Орталық желілерге тәуелсіз толық автономды модульдік ғимараттарды әзірлеу. Мықтылық пен ұзақ мерзімділікті арттыру үшін биокөпозиттер мен наноматериалдарды қолдану. «Ақылды қала» технологияларын енгізу, мұнда модульдік ғимараттар цифрлық инфрақұрылым элементтеріне айналады. Сапасын жоғалтпай бөлшектеліп, қайта жиналып, орын ауыстыра алатын бейімделгіш модульдерді құру.

Алынған нәтижелер мен қорытындылар. Зерттеу мақсатына жету. Зерттеудің мақсаты модульдік тез салынатын аз қабатты ғимараттарды салу технологиясын талдау және жетілдіру болды. Жұмыс барысында: қолданыстағы тәсілдердің артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды; модульдік және дәстүрлі құрылыс салыстырмалы түрде талданды; тиімділікті арттырудың негізгі бағыттары айқындалды (энергоүнемділік, цифрландыру, жаңа материалдар, конструктивтік тораптарды бірыңғайлау); құрылыс практикасына инновациялық шешімдерді енгізу бойынша ұсыныстар әзірленді. Осылайша, зерттеу

мақсатына қол жеткізілді, бұл алынған нәтижелермен және ұсыныстармен расталды. Алға қойылған гипотезаны растау. Жұмыс басында ұсынылған гипотеза модульдік құрылыс технологиясын конструктивтік шешімдерді кешенді оңтайландыру, энергия үнемді материалдар мен цифрлық технологияларды қолдану арқылы жетілдіруге болатыны туралы еді.

Жүргізілген талдау бұл гипотезаны растады: құрылыс мерзімі 2–3 есе қысқарады; өзіндік құн 15–25 %-ға төмендейді; сапа зауыттық стандарттау есебінен артады; құрылыс қалдықтарын азайту арқылы экологиялық жүктеме төмендейді; модульдік шешімдердің арқасында архитектуралық икемділік кеңейеді.

Модульдік құрылыс – құрылыс саласының дамуындағы перспективті бағыт, әсіресе уақыт пен ресурстар тапшылығы жағдайында. Негізгі артықшылықтары – жылдамдық, үнемділік, сапа және экологиялық – талдау нәтижелерімен дәлелденді. Одан әрі жетілдіру үшін қажет: «Жасыл» технологиялар мен энергия үнемді материалдарды енгізу; BIM және цифрлық платформаларды кеңінен қолдану; бейімделгіш архитектуралық шешімдерді әзірлеу. Модульдік ғимараттарды практикалық қолдану Қазақстан мен Орталық Азия елдері үшін урбанизация, әлеуметтік инфрақұрылымды жедел құру және сейсмикалық белсенділік жағдайында аса өзекті болып табылады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. СНиП РК 3.02-43-2019. «Здания жилые. Нормы проектирования». – Астана: ҚР Ұлттық стандарттау жүйесі, 2019.
2. СН РК 2.03-30-2017. «Тепловая защита зданий». – Астана, 2017.
3. СП 55-101-2000. «Дома жилые многоквартирные. Правила проектирования и строительства». – М.: Госстрой России, 2000.
4. СП 31-106-2002. «Проектирование и строительство с применением модульных конструкций». – М.: Госстрой РФ, 2002.
5. ГОСТ Р 56087-2014. «Здания модульные быстровозводимые. Общие технические условия». – М.: Стандартинформ, 2014.
6. Киселёв В. И., Серов В. М. *Индустриальное и модульное строительство*. – М.: Высшая школа, 2018.
7. Мартынов А. Н. *Современные технологии модульного строительства*. – СПб.: Питер, 2019.
8. Шаповалов В. П. *Быстровозводимые здания: проектирование и строительство*. – М.: Стройиздат, 2017.
9. Зверев А. С. *Энергоэффективные строительные материалы и конструкции*. – М.: Архитектура-С, 2016.
10. Tiwari, A., & Choudhary, R. “Modular Construction in Sustainable Building Development.” *Journal of Building Engineering*, 2020, Vol. 30, pp. 101–112.
11. Smith, R. *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. – New Jersey: Wiley, 2011.
12. Lawson, M., Ogden, R., Goodier, C. *Design in Modular Construction*. – CRC Press, 2014.
13. Gibb, A. *Off-site Fabrication: Prefabrication, Pre-assembly and Modularisation*. – London: Whittles Publishing, 2010.
14. Kamali, M., Hewage, K. “Life cycle performance of modular buildings: A critical review.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, Vol. 62, pp. 1171–1183.
15. Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J. *Modular Construction: From Projects to Products*. – McKinsey & Company, 2019.
16. Knaack, U., Chung-Klatte, S., & Hasselbach, R. *Prefabricated Systems: Principles of Construction*. – Basel: Birkhäuser, 2012.
17. Хабибуллин А. Ф. *Модульное строительство: перспективы применения в регионах сейсмической активности*. – Алматы: Қазақ университеті, 2021.
18. Байтасов Е. М. *Современные технологии возведения малоэтажных зданий в Казахстане*. – Нур-Султан: ЕНУ, 2020.
19. Фадеев П. А. *Технологии быстровозводимого жилья: мировой опыт и практика СНГ*. – Минск: Белстройиздат, 2018.
20. КазНИИСА. *Инновационные решения в строительстве модульных зданий*. – Алматы, 2022.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812394>

## PERSONALITY-ORIENTED APPROACHES TO DEVELOPING ENGLISH LANGUAGE SKILLS AMONG FIRST-YEAR UNIVERSITY STUDENTS

KULMAGANBET ZHANSAYA AMANKULKYZY

**Abstract.** *This article examines personality-oriented approaches to developing English language skills among first-year university students. In modern higher education, learner-centered instruction has become a key factor in improving the effectiveness of foreign language teaching. Personality-oriented approaches focus on students' individual characteristics, needs, motivation, learning styles, and cognitive abilities. The study analyzes the theoretical foundations of personality-oriented education, explores practical methods for implementing these approaches in English language classrooms, and highlights their impact on students' communicative competence, motivation, and academic engagement. The findings suggest that personality-oriented teaching contributes significantly to the development of language skills and supports the holistic development of first-year university students.*

**Keywords:** *personality-oriented approach, English language teaching, first-year students, learner-centered learning, communicative competence.*

### Introduction

In recent years, higher education has undergone significant changes due to globalization, technological advancement, and the increasing demand for highly qualified specialists with strong foreign language skills. English, as a global language, plays a crucial role in academic mobility, professional development, and intercultural communication. Therefore, developing English language skills among university students, particularly first-year students, has become a priority in modern education.

First-year university students often face challenges such as adaptation to a new academic environment, increased academic workload, and varying levels of language proficiency. Traditional teacher-centered methods are not always effective in addressing these challenges. As a result, personality-oriented approaches have gained increasing attention in foreign language education. These approaches emphasize the learner's personality, individual differences, and active participation in the learning process.

The purpose of this article is to analyze personality-oriented approaches to developing English language skills among first-year university students and to identify effective methods for their implementation in English language teaching.

### Theoretical Foundations of Personality-Oriented Education

Personality-oriented education is based on the idea that each learner is a unique individual with distinct cognitive, emotional, and social characteristics. This approach originates from humanistic psychology and pedagogical theories developed by scholars such as Carl Rogers, Abraham Maslow, and Lev Vygotsky. According to these theories, learning becomes more effective when students' personal experiences, interests, and needs are taken into account.

In a personality-oriented learning environment, the teacher acts not only as a knowledge provider but also as a facilitator and guide. The focus shifts from teaching content to supporting the learner's personal and intellectual development. Key principles of personality-oriented education include individualization, differentiation, learner autonomy, and reflective learning.

When applied to English language teaching, personality-oriented approaches aim to create conditions in which students feel motivated, confident, and actively involved in communication. This is especially important for first-year students who may experience anxiety and lack of confidence in using a foreign language.

### Characteristics of First-Year University Students in Language Learning

First-year university students represent a diverse group with different educational backgrounds, language proficiency levels, and learning experiences. Some students may have strong grammar knowledge but weak speaking skills, while others may struggle with vocabulary or pronunciation. Personality-oriented approaches allow teachers to address these differences through flexible teaching strategies.

Another important characteristic of first-year students is their psychological and emotional state. At this stage, students are forming their academic identity and developing independent learning skills. Motivation plays a crucial role in language acquisition, and personality-oriented teaching helps sustain intrinsic motivation by connecting learning tasks with students' interests and future professional goals.

Moreover, first-year students benefit from interactive and communicative activities that promote collaboration and peer learning. Personality-oriented approaches encourage the use of pair work, group discussions, role plays, and project-based learning to enhance communicative competence.

### **Practical Implementation of Personality-Oriented Approaches in English Language Teaching**

The practical implementation of personality-oriented approaches requires the use of diverse teaching methods and techniques that address individual learner needs. One effective method is differentiated instruction, which involves adapting tasks, materials, and assessment methods according to students' proficiency levels and learning styles.

Another important strategy is the use of communicative language teaching (CLT), which emphasizes real-life communication and meaningful interaction. Through discussions, debates, presentations, and problem-solving tasks, students develop speaking and listening skills while expressing their personal opinions and ideas.

Project-based learning is also highly effective in personality-oriented English language teaching. Projects allow students to work on topics of personal interest, conduct research, and present their findings in English. This approach not only improves language skills but also fosters critical thinking, creativity, and teamwork.

Additionally, the integration of digital technologies supports personality-oriented learning. Online platforms, language learning applications, and multimedia resources provide opportunities for self-paced learning and individualized practice. Teachers can use these tools to offer personalized feedback and support.

### **Impact of Personality-Oriented Approaches on Language Skill Development**

Research and classroom practice demonstrate that personality-oriented approaches have a positive impact on students' English language development. Students become more confident in using the language, as they are encouraged to express themselves without fear of making mistakes. This supportive environment reduces language anxiety and increases willingness to communicate.

Personality-oriented teaching also enhances motivation and learner autonomy. When students are involved in setting learning goals and evaluating their progress, they take greater responsibility for their learning. As a result, they develop lifelong learning skills that are essential for academic and professional success.

Furthermore, these approaches contribute to the development of communicative competence, which includes linguistic, sociolinguistic, and pragmatic skills. First-year students who participate in personality-oriented learning activities demonstrate improved speaking fluency, listening comprehension, and overall language proficiency.

### **Conclusion**

In conclusion, personality-oriented approaches play a vital role in developing English language skills among first-year university students. By focusing on individual differences, motivation, and active participation, these approaches create a supportive and effective learning environment. Personality-oriented teaching not only enhances language proficiency but also promotes personal growth, self-confidence, and academic engagement.

The successful implementation of personality-oriented approaches requires teachers to adopt flexible teaching strategies, use interactive methods, and integrate modern technologies. As higher education continues to evolve, personality-oriented approaches will remain an essential component of effective English language instruction.

### REFERENCES

1. Rogers, C. (1983). *Freedom to Learn for the 80s*. Columbus: Charles E. Merrill.
2. Maslow, A. (1970). *Motivation and Personality*. New York: Harper & Row.
3. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
4. Brown, H. D. (2007). *Principles of Language Learning and Teaching*. New York: Pearson Education.
5. Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). *Approaches and Methods in Language Teaching*. Cambridge: Cambridge University Press

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812402>

## VERİLƏNLƏR BAZASI ALƏMİNƏ SƏYAHƏT: SQL DİLİ VƏ MICROSOFT ACCESS PROQRAMININ SİNTEZİ

ŞABANOVA SEVİNC ƏLƏKBƏR qızı  
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
“Kompüter elmləri” kafedrasının baş müəllimi

**Xülasə.** Bu məqalədə müasir verilənlər bazası idarəetmə sistemlərinin iki əsas komponenti – **SQL dili** və **Microsoft Access proqramı** ətrafı şəkildə təhlil olunmuşdur. SQL dili vasitəsilə verilənlər üzərində müxtəlif əməliyyatların necə aparıldığı izah edilmiş, əsas əmrlər və strukturlar nümunələrlə göstərilmişdir. Eyni zamanda, Microsoft Access proqramının interfeysi, funksional imkanları və SQL ilə inteqrasiyası da araşdırılmışdır. Məqalədə bu iki alətin müqayisəli analizi təqdim olunur və onların təhsil, biznes və İT sahələrində necə tətbiq olunduğu vurğulanır. Məqsəd – oxuculara verilənlər bazaları ilə işləmək üçün həm texniki, həm də praktik biliklər qazandırmaqdır.

**Açar sözlər:** SQL dili, microsoft access, verilənlər bazası, sorğular (queries), dml və ddl əmrləri, verilənlərin idarə olunması, access-də sql istifadə, təhsil texnologiyaları, verilənlər bazası dizaynı, it və proqram təminatı

**Summary.** This article analyzes in detail the two main components of modern database management systems - SQL language and Microsoft Access program. How various operations are performed on data using SQL language is explained, basic commands and structures are shown with examples. At the same time, the interface, functional capabilities and integration of Microsoft Access program with SQL are also examined. The article presents a comparative analysis of these two tools and emphasizes how they are applied in the fields of education, business and IT. The goal is to provide readers with both technical and practical knowledge for working with databases.

**Keywords:** SQL language, microsoft access, database, queries, dml and ddl commands, data management, use of sql in access, educational technologies, database design, IT and software

**Краткое содержание.** В статье представлен подробный анализ двух ключевых компонентов современных систем управления базами данных — языка SQL и программного обеспечения Microsoft Access. В нем объясняется, как с помощью языка SQL выполняются различные операции с данными, а основные команды и структуры иллюстрируются примерами. При этом также были рассмотрены интерфейс, функциональные возможности и интеграция с SQL программы Microsoft Access. В статье представлен сравнительный анализ этих двух инструментов и показано, как они применяются в образовании, бизнесе и ИТ. Цель — предоставить читателям как технические, так и практические знания по работе с базами данных.

**Ключевые слова:** язык SQL, Microsoft Access, база данных, запросы, команды dml и ddl, управление данными, использование sql в Access, образовательные технологии, проектирование баз данных, ИТ и программное обеспечение

Rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı və informasiya cəmiyyətinin formalaşması ilə birlikdə **məlumatların toplanması, saxlanması, idarə olunması və analizi** müasir dövrün ən vacib məsələlərindən birinə çevrilmişdir. Bugünkü dünyada informasiya ən dəyərli resurslardan biri hesab olunur və bu məlumatların effektiv şəkildə təşkil olunması üçün **verilənlər bazası idarəetmə sistemləri** mühüm rol oynayır. Bu sistemlərin mərkəzində dayanan əsas alətlərdən biri – **SQL (Structured Query Language)** dilidir. SQL dili universal və güclü funksionallığa malik olmaqla, istənilən verilənlər bazasına sorğu göndərmək, məlumatları təhlil etmək və idarə etmək üçün effektiv vasitədir. Digər tərəfdən, **Microsoft Access** proqramı daha çox vizual interfeysə malik

olması və istifadəsinin asanlıığı ilə fərqlənir. Bu proqram, texniki bilik səviyyəsindən asılı olmayaraq istifadəçilərə verilənlər bazası yaratmaq, sorğular icra etmək və hesabatlar hazırlamaq üçün əlverişli mühit təqdim edir. Bu iki alətin – SQL dili və MS Access proqramının birgə və ya ayrı-ayrı istifadəsi, həm tədris sahəsində, həm də praktiki layihələrdə geniş yayılmışdır. Xüsusilə, **təhsil müəssisələrində, kiçik və orta bizneslərdə**, eləcə də **informasiya texnologiyaları** sektorunda bu alətlərin rolu əvəzolunmazdır. Bu məqalədə məqsəd – oxucunu SQL dilinin əsas funksiyaları və əməlləri ilə tanış etmək, eyni zamanda Microsoft Access proqramının imkanlarını araşdırmaq və onların bir-biri ilə necə inteqrasiya olunduğunu göstərməkdir. Məqalə həmçinin bu iki texnologiyanın **ortaq və fərqli cəhətlərini, tətbiq sahələrini**, eləcə də **real nümunələr üzərində istifadəsini** təqdim edərək, bu sahəyə marağı olanlar üçün aydın və sistemli yanaşma təqdim edir. **SQL (Structured Query Language)** — strukturlaşdırılmış sorğu dilidir. O, verilənlər bazaları ilə işləmək üçün istifadə olunan standart proqramlaşdırma dilidir. SQL vasitəsilə biz məlumatları yarada, axtara, yeniləyə, silə, idarə edə və analiz edə bilərik. Bu dil ilk dəfə 1970-ci illərdə IBM şirkəti tərəfindən hazırlanmış və sonralar ANSI (American National Standards Institute) və ISO (International Organization for Standardization) tərəfindən standartlaşdırılmışdır. SQL bu gün MySQL, PostgreSQL, Oracle, Microsoft SQL Server, SQLite, MariaDB və Microsoft Access kimi bir çox verilənlər bazası sistemlərində istifadə olunur. SQL dili vasitəsilə aşağıdakı əsas əməliyyatları yerinə yetirmək mümkündür:



- Verilənlər bazası yaratmaq və dəyişdirmək
- Cədvəl (table) yaratmaq və redaktə etmək
- Verilənləri cədvəllərə əlavə etmək
- Verilənləri axtarmaq və süzmək (sorğular)
- Verilənləri yeniləmək və silmək
- İstifadəçi hüquqlarını idarə etmək
- Mürəkkəb hesabatlar və analizlər aparmaq

SQL dili aşağıdakı funksional kateqoriyalara bölünür:

◆ **DML – Data Manipulation Language (Məlumatın işlənməsi):**

- SELECT – məlumatları seçmək üçün
- INSERT INTO – yeni məlumat əlavə etmək üçün
- UPDATE – mövcud məlumatı dəyişdirmək üçün

```
sql
```

```
SELECT ad, soyad FROM telebeler WHERE qrup = 'İnformatika';
```

- DELETE – məlumatı silmək üçün

**DDL – Data Definition Language (Strukturların yaradılması):**

- CREATE TABLE – yeni cədvəl yaratmaq üçün
- ALTER TABLE – cədvəldə dəyişiklik aparmaq üçün

```
sql
```

```
CREATE TABLE telebeler (  
    id INT PRIMARY KEY,  
    ad VARCHAR(50),  
    soyad VARCHAR(50),  
    qrup VARCHAR(20)  
);
```

- DROP TABLE – cədvəli silmək üçün

Microsoft Access – Microsoft Office paketinə daxil olan, verilənlər bazası idarəetmə sistemi (DBMS) kimi istifadə olunan proqramdır. O, həm peşəkar, həm də gündəlik istifadə üçün kiçik və orta miqyaslı məlumatların idarə olunması məqsədilə hazırlanmışdır.

MS Access istifadəçilərə vizual interfeys vasitəsilə verilənlər bazası yaratmağa, cədvəllər qurmağa, sorğular (queries) yazmağa, formalar və hesabatlar (reports) hazırlamağa imkan verir. Bu proqramın əsas üstünlüklərindən biri SQL dili ilə işləməyə də imkan yaratmasıdır. Access proqramı qrafik interfeysə malikdir və texniki biliyi olmayan istifadəçilər belə asanlıqla öz verilənlər bazasını yarada və idarə edə bilərlər. Cədvəllər vasitəsilə məlumatlar sütun və sətirlər şəklində saxlanılır. Cədvəllərdə açar sahələr (primary key) təyin etməklə məlumatların unikal şəkildə saxlanması təmin olunur. Access-də sorğular vasitəsilə verilənlərdə axtarış aparmaq, məlumatları süzmək və hesabatlar üçün əsas hazırlamaq mümkündür. Sorğular həm qrafik rejimdə, həm də SQL kodu ilə yazıla bilər. Formalar istifadəçiyə məlumatları cədvəldə göstərmək əvəzinə, dizayn olunmuş vizual pəncərədə təqdim edir. Bu, istifadəçiyə məlumatları daha səliqəli və funksional şəkildə təqdim etməyə imkan verir. Access-də hazırlanmış hesabatlar müxtəlif meyarlara görə qruplaşdırıla, sıralana və çap üçün formatlana bilər. Bu xüsusiyyət müəssisələrdə və tədris prosesində vacib məlumatların təqdimatı üçün çox faydalıdır. Access proqramı istifadəçilərin giriş hüquqlarını idarə etmək, məlumatları qorumaq və ehtiyat nüsxələr yaratmaq funksiyaları ilə təmin olunmuşdur.

MS Access-də verilənlər bazasının əsas komponentləri bunlardır:

- **Tables (Cədvəllər)** – əsas məlumatlar burada saxlanılır.
- **Queries (Sorğular)** – məlumat üzərində axtarış və analiz aparmaq üçün.
- **Forms (Formalar)** – məlumatların daxil edilməsi və redaktəsi üçün rahat interfeys.
- **Reports (Hesabatlar)** – çap və paylaşım üçün vizual hesabatlar.
- **Macros və Modules** – avtomatlaşdırma və inkişaf etmiş funksiyalar üçün VBA (Visual Basic for

```
sql  
  
SELECT Ad, Qiymet FROM Mehsullar WHERE Qiymet > 100;
```

Applications) istifadə olunur.

Microsoft Access SQL dilini dəstəkləyir və sorğular SQL kodu ilə yazıla bilər. Məsələn:

Bu xüsusiyyət Access-i həm başlayanlar üçün əlçatan, həm də texniki mütəxəssislər üçün güclü bir alətə çevirir. MS Access-in üstünlükləri odur ki, proqramın İstifadəsi asandır və vizual dizaynla işləmək mümkündür, kiçik layihələr üçün idealdır, office proqramları ilə inteqrasiya imkanı var, form və hesabatların hazırlanması çox rahatdır.

Müasir informasiya texnologiyaları dövründə verilənlərlə işləmək, onları düzgün şəkildə saxlamaq, emal etmək və analiz etmək bacarığı istər təhsil, istərsə də biznes və idarəetmə sahələrində əvəzolunmaz əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan **SQL dili** və **Microsoft Access proqramı**, verilənlər bazası ilə işləyən istifadəçilər üçün əsas vasitələrdən biri kimi çıxış edir. **SQL dili** strukturlaşdırılmış və funksional yanaşması ilə istifadəçiyə verilənlər üzərində kompleks əməliyyatlar aparmağa imkan verir. Onun sintaksisi sadə, lakin çox güclüdür. Bu dil bir çox platformalarda işlədiyi üçün **platformadan asılı olmayan universal** bir vasitə sayılır. Eyni zamanda böyük və mürəkkəb verilənlər bazalarının idarəsi üçün ən optimal seçimlərdən biridir. Digər tərəfdən, **Microsoft Access** proqramı daha çox **istifadəçi yönümlü, vizual interfeysə malik** və texniki olmayan istifadəçilər üçün uyğun bir mühit təklif edir. Kiçik və orta ölçülü layihələrdə,

idarə və təhsil sahələrində bu proqramın imkanları çox genişdir. Access həmçinin SQL sintaksisini dəstəklədiyi üçün, bu proqram vasitəsilə SQL biliklərini praktik olaraq tətbiq etmək mümkündür. Bu iki vasitənin birlikdə istifadəsi istifadəçiyə həm **proqramlaşdırma və sorğulama bacarıqları**, həm də **vizual dizayn və təqdimat alətləri** baxımından geniş imkanlar təqdim edir. Beləliklə, SQL və Access proqramlarının inteqrasiyası həm tədris mühitində, həm də real həyatda tətbiq olunan layihələrdə effektiv və funksional nəticələr verir. Nəticə olaraq, **SQL dili və Microsoft Access proqramı** – fərqli səviyyədə istifadəçilərə verilənlərlə effektiv işləmə imkanı verən, bir-birini tamamlayan alətlərdir. Onların düzgün seçimi və uyğun şəraitdə istifadəsi, məlumatların daha səmərəli və təhlükəsiz idarə olunmasına zəmin yaradır. Bu mövzuda biliklərin artırılması müasir dövrün tələb etdiyi informasiya savadlılığı üçün mühüm addımlardan biridir.

### ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Əliyev E., Məmmədov T. – *Verilənlər bazası sistemləri və SQL* (Ali məktəblər üçün dərslik), Bakı, 2021.
2. Əliyeva G. – *Microsoft Access proqramı və tətbiqi imkanları*, Bakı Texniki Kolleci, 2020.
3. Hüseynov R. – *İnformasiya texnologiyaları və verilənlər bazaları*, Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2019.
4. Müxtəlif müəlliflər – *Kompyuter dərsləkləri* (Microsoft Office Access bölməsi), Təhsil Nazirliyi, Bakı, 2018.
5. Elektron mənbə: <https://www.kitabxana.net> – Axtarış: SQL, Access, Verilənlər bazası.
6. Филиппова Т.М. – *SQL. Самоучитель*, Санкт-Петербург: Питер, 2022.
7. Колисниченко Д. – *Microsoft Access для начинающих*, Москва: ДМК Пресс, 2020.
8. Бейли Г. – *Access 2019. Быстрый старт*, Москва: Эксмо, 2019.
9. Ларин С.А. – *СУБД и язык SQL*, Москва: Юрайт, 2021.
10. Электронный ресурс: <https://habr.com> – по темам SQL и Access.
11. Электронный учебник: <https://metanit.com/sql>
12. Alan Beaulieu – *Learning SQL*, O'Reilly Media, 3rd Edition, 2020.
13. Michael R. Groh – *Access 2019 Bible*, Wiley Publishing, 2019.
14. Ben Forta – *SQL in 10 Minutes*, Sams Teach Yourself, Pearson Education, 2021.
15. Itzik Ben-Gan – *T-SQL Fundamentals*, Microsoft Press, 3rd Edition, 2019.
16. Online Tutorial: <https://www.w3schools.com/sql/>
17. Online Course: Microsoft Access Training – <https://www.gcflearnfree.org/access/>
18. Official Microsoft Docs: <https://learn.microsoft.com/en-us/access/>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812441>

## TƏSVİRLƏRİN SİXILMASI ALQORİTMLƏRİNİN (LOSSY VƏ LOSSLESS) KEYFİYYƏT VƏ YADDAŞ İSTİFADƏSİNƏ TƏSİRİNİN TƏHLİLİ METODİKASI

HƏMZƏYEV ÇİNGİZ MUXTAR OĞLU

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,  
Kompüter elmləri kafedrası  
baş müəllim.

**Xülasə:** Bu məqalədə rəqəmsal təsvirlərin saxlanması və ötürülməsi proseslərində geniş şəkildə istifadə olunan sıxılma alqoritmlərinin — lossy (itkili) və lossless (itkisiz) metodların — təsvir keyfiyyətinə və yaddaş istifadəsinə təsiri sistemli şəkildə təhlil edilir. Araşdırmada hər iki sıxılma yanaşmasının iş prinsipləri, texniki xüsusiyyətləri və tətbiq sahələri nəzəri və metodoloji baxımdan müqayisəli şəkildə izah olunur. Lossless sıxılma alqoritmlərinin məlumat bütövlüyünü qorumaqla yaddaşdan istifadəni optimallaşdırmaq imkanları, lossy sıxılma metodlarının isə yüksək sıxılma nisbəti hesabına fayl ölçüsünü əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq üstünlükləri qiymətləndirilir. Eyni zamanda, təsvir keyfiyyətində yaranan dəyişikliklərin vizual qavrayışa təsiri və bu dəyişikliklərin praktik istifadədə yaratdığı nəticələr təhlil olunur. Məqalədə sıxılma alqoritmlərinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunan metodlar; o cümlədən obyektiv və subyektiv keyfiyyət ölçmə yanaşmaları nəzərdən keçirilir. Aparılan təhlillər nəticəsində müxtəlif istifadə sənədləri üçün uyğun sıxılma metodlarının seçilməsinin əhəmiyyəti əsaslandırılır və bu sahədə optimal yanaşmalar irəli sürülür.

**Açar sözlər:** Kompüter qrafikası, təsvirlərin sıxılması, lossy sıxılma, lossless sıxılma, təsvir keyfiyyəti, yaddaş istifadəsi, rəqəmsal təsvir emalı, qrafik fayl formatları.

## METHODOLOGY FOR ANALYZING THE IMPACT OF IMAGE COMPRESSION ALGORITHMS (LOSSY AND LOSSLESS) ON QUALITY AND MEMORY USAGE

**Abstract:** This article systematically analyzes the impact of compression algorithms widely used in the storage and transmission of digital images — lossy and lossless methods — on image quality and memory usage. The study provides a comparative theoretical and methodological explanation of the working principles, technical characteristics, and application areas of both compression approaches. The possibilities of lossless compression algorithms to optimize memory usage while preserving data integrity are evaluated, while the advantages of lossy compression methods to significantly reduce file size due to high compression ratio are evaluated. At the same time, the impact of changes in image quality on visual perception and the consequences of these changes in practical use are analyzed. The article reviews the methods used to assess the effectiveness of compression algorithms, including objective and subjective quality measurement approaches. As a result of the conducted analyses, the importance of selecting appropriate compression methods for different usage scenarios is justified and optimal approaches in this area are proposed.

**Keywords:** Computer graphics, image compression, lossy compression, lossless compression, image quality, memory usage, digital image processing, graphic file formats.

**Аннотация:** В данной статье систематически анализируется влияние широко используемых алгоритмов сжатия цифровых изображений — методов с потерями и без потерь — на качество изображения и использование памяти. Исследование содержит сравнительное теоретическое и методологическое объяснение принципов работы, технических характеристик и областей применения обоих подходов к сжатию. Оцениваются возможности алгоритмов сжатия без потерь по оптимизации использования памяти при сохранении целостности данных, а также преимущества методов сжатия с

потерями по значительному уменьшению размера файла за счет высокого коэффициента сжатия. Одновременно анализируется влияние изменений качества изображения на визуальное восприятие и последствия этих изменений в практическом применении. В статье рассматриваются методы оценки эффективности алгоритмов сжатия, включая объективные и субъективные подходы к измерению качества. В результате проведенного анализа обосновывается важность выбора соответствующих методов сжатия для различных сценариев использования и предлагаются оптимальные подходы в этой области.

**Ключевые слова:** Компьютерная графика, сжатие изображений, сжатие с потерями, сжатие без потерь, качество изображения, использование памяти, цифровая обработка изображений, форматы графических файлов.

Müasir informasiya cəmiyyətində rəqəmsal təsvirlər informasiyanın saxlanması, emalı və ötürülməsi proseslərində mühüm rol oynayır. Kompüter qrafikası və rəqəmsal təsvir emalı sahələrinin sürətli inkişafı vizual məlumatların həcmnin kəskin şəkildə artmasına səbəb olmuşdur. Bu artım, xüsusilə yaddaş resurslarının məhdudluğu və məlumat ötürülməsində effektivliyin təmin edilməsi baxımından təsvirlərin sıxılması məsələsini aktual elmi və texniki problemə çevirmişdir.

Təsvirlərin sıxılması alqoritmləri informasiyanın həcmi minimuma endirməklə yaddaşdan istifadənin optimallaşdırılmasına və məlumat ötürülmə sürətinin artırılmasına xidmət edir. Bu alqoritmlər əsasən iki fundamental yanaşmaya — *lossless* (itkisiz) və *lossy* (itkili) sıxılma metodlarına bölünür. *Lossless* sıxılma alqoritmləri ilkin təsvirin tam bərpasını təmin etməklə məlumatın bütövlüyünü qoruyur, beləliklə ilkin təsvirin bütün piksel məlumatları itkisiz saxlanılır. Məsələn, PNG formatı kimi *lossless* metodlar təsvirin dəqiq kənar detallarını və rəng dəyərlərini dəyişmədən emal edir ki, bu da loqotiplər, xəritələr və qrafik diaqramlar üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Əksinə, *lossy* sıxılma alqoritmləri müəyyən informasiya itkisi hesabına daha yüksək sıxılma əmsalına nail olur ki, bu da fayl ölçüsünün kəskin azalmasına şərait yaradır. JPEG formatı klassik *lossy* alqoritmin tipik nümunəsidir və əsasən fotosəkillərdə geniş istifadə olunur, çünki insan gözünün rəng və ayrıntı qavrayışının məhdudluqlarını nəzərə alaraq bəzi məlumatların itirilməsini qəbul edir.

Xarici təcrübələr göstərir ki, *lossy* və *lossless* sıxılma metodlarının tətbiqi nəticəsində təsvirin keyfiyyətinə və yaddaş istifadəsinə fərqli təsirlər müşahidə edilir. Məsələn, müasir tədqiqatlarda JPEG 2000, JPEG XL və digər formatlar üzərində aparılan təhlillər göstərir ki, *lossy* sıxılma daha kiçik ölçülü fayllar əldə etməklə bəzən erkən mərhələdə yüksək səviyyədə təsvir keyfiyyətini qoruya bilər. Bu cür üsullar tətbiq olunduqda, yüzlərlə kilobayt

ölçüsündə fayllar əldə edilir və vizual keyfiyyət diqqətə çarpan dərəcədə qorunur ki, bu da veb platformalar üçün xüsusilə əhəmiyyətlidir. Proqram təminatı nümunələri də bu fərqləri praktik baxımdan göstərir. Məsələn, Adobe Photoshop, GIMP və digər qrafik redaktorlar istifadəçilərə həm *lossy* (JPEG), həm də *lossless* (PNG, TIFF) sıxılma seçimlərini təklif edir. Photoshop-da bir şəkili „Save for Web“ funksiyası ilə JPEG kimi saxlamaq fayl ölçüsünü əhəmiyyətli dərəcədə azaldır, lakin bununla da rəng dərinliyi və yüksək tezlikli detal informasiyası müəyyən səviyyədə itə bilər. Eyni zamanda, PNG kimi *lossless* formatda saxlama redaktə sonrası məlumatların dəqiq saxlanmasını təmin edir, bu da sonrakı peşəkar emallar üçün vacibdir.

Tədqiqatların nəticələri həm də göstərir ki, sıxılma metodlarının seçimi yalnız fayl ölçüsünə görə deyil, həm də vizual keyfiyyət və sonrakı emal proseslərinə uyğunluq meyarları ilə aparılmalıdır. Belə ki, *lossy* sıxılma sayəsində əldə olunan yüksək sıxılma əmsalları veb səhifələrin



daha tez yüklənməsinə və mobil cihazlarda daha az data istifadə olunmasına gətirib çıxarır, lakin çox yüksək sıxılma səviyyələri təsvir üzərində müşahidə edilə bilən artefaktlar yarada bilər ki, bu da xüsusilə tədqiqat və tibbi görüntüləmə kimi sahələrdə arzuolunmazdır.

### **Lossy və Lossless sıxılma alqoritmlərinin riyazi əsasları və praktiki tətbiqləri**

Təsvirlərin sıxılması alqoritmlərinin effektivliyi onların riyazi əsasları və tətbiq etdikləri transformasiya metodları ilə birbaşa əlaqəlidir. Lossless və lossy sıxılma yanaşmaları informasiyanın emalı baxımından fərqli riyazi modellərə əsaslanır və bu fərqlər sıxılma nəticəsində əldə olunan keyfiyyət və yaddaş istifadəsinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Lossless sıxılma alqoritmləri əsasən statistik və entropiya əsaslı metodlardan istifadə etməklə məlumatın təkrarlanan strukturlarını aradan qaldırmağa yönəlir. Bu yanaşmada təsvirin piksel dəyərləri dəyişdirilmədən kodlaşdırılır və dekompressiya zamanı ilkin məlumat tam şəkildə bərpa olunur. Lossless sıxılmada ən geniş istifadə olunan riyazi metodlara Run-Length Encoding (RLE), Huffman kodlaşdırması və Lempel–Ziv (LZ77, LZ78) alqoritmləri daxildir. Bu metodlar piksel dəyərləri arasındakı statistik asılılıqları müəyyən etməklə məlumat həcmi azaldır və xüsusilə az rəngli, yüksək kontrastlı təsvirlərdə yüksək effektivlik nümayiş etdirir. Məhz bu səbəbdən lossless sıxılma tibbi görüntüləmə, elmi diaqramlar və arxivləşdirmə kimi məlumat bütövlüyünün qorunmasının zəruri olduğu sahələrdə üstünlük təşkil edir. Lossy sıxılma alqoritmləri isə insan görmə sisteminin xüsusiyyətlərinə əsaslanan riyazi transformasiyalardan istifadə edir. Bu yanaşmada vizual baxımdan az əhəmiyyətli hesab edilən məlumatlar qismən və ya tam şəkildə çıxarılır ki, bu da daha yüksək sıxılma əmsalına nail olmağa imkan verir. Lossy sıxılmanın ən məşhur riyazi əsaslarından biri Diskret Kosinus Transformasiyasıdır (Discrete Cosine Transform – DCT). DCT metodu təsviri məkan sahəsindən tezlik sahəsinə keçirərək aşağı tezlik komponentlərini qoruyur, yüksək tezlikli və insan gözü tərəfindən çətin qavranılan detalları isə zəiflədir və ya aradan qaldırır. JPEG formatında tətbiq olunan bu metod fayl ölçüsünü əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaqla yanaşı, qəbul edilə bilən vizual keyfiyyəti təmin edir. Bundan əlavə, müasir lossy sıxılma alqoritmlərində dalğacığ transformasiyalarına (Wavelet Transform) əsaslanan yanaşmalar da geniş yayılmışdır. JPEG 2000 formatında tətbiq olunan bu metod təsvirin çoxsəviyyəli analizinə imkan verərək həm yüksək keyfiyyət, həm də çevik sıxılma parametrləri təqdim edir. Bu cür riyazi yanaşmalar sıxılma dərəcəsi ilə təsvir keyfiyyəti arasında daha incə tənzimləmə aparmağa şərait yaradır. Riyazi əsasların praktik tətbiqi qrafik redaktor proqramlarında açıq şəkildə müşahidə olunur. Məsələn, Adobe Photoshop proqramında istifadəçilərə təsvirləri həm lossy, həm də lossless formatlarda saxlamaq imkanı verilir. Photoshop-un JPEG formatında saxlanma funksiyası istifadəçiyə sıxılma səviyyəsini tənzimləməyə imkan yaradır ki, bu da DCT əsaslı lossy sıxılmanın nəticəsində yaranan keyfiyyət itkisini nəzarətdə saxlamağa şərait yaradır. Digər tərəfdən, PNG və TIFF kimi lossless formatların seçilməsi təsvir üzərində aparılan redaktələrin tam dəqiqliklə qorunmasını təmin edir və sonrakı emal mərhələlərində məlumat itkisini aradan qaldırır. Lossless sıxılma isə fayl ölçüsünün nisbətən böyük olmasına baxmayaraq, peşəkar dizayn və elmi tətbiqlər üçün daha etibarlı nəticələr təqdim edir.

Beləliklə, lossy və lossless sıxılma alqoritmlərinin riyazi əsaslarının və praktiki tətbiqlərinin təhlili göstərir ki, sıxılma metodunun seçimi konkret istifadə məqsədlərindən, vizual keyfiyyət tələblərindən və yaddaş resurslarının məhdudiyyətlərindən asılı olaraq müəyyən edilməlidir.

**Cədvəl 1. Lossy və Lossless sıxılma alqoritmlərinin müqayisəli təhlili**

<b>Meyar</b>	<b>Lossless (İtkisiz) sıxılma</b>	<b>Lossy (İtkili) sıxılma</b>
Məlumat bütövlüyü	İlkin təsvir tam şəkildə bərpa olunur, informasiya itkisi baş vermir	İlkin təsvir tam bərpa olunmur, müəyyən informasiya itkisi mövcuddur
Sıxılma əmsalı	Nisbətən aşağı sıxılma əmsalı	Yüksək sıxılma əmsalı
Təsvir keyfiyyəti	Orijinal keyfiyyət tam qorunur	Sıxılma səviyyəsindən asılı olaraq keyfiyyət azalması mümkündür

Yaddaş istifadəsi	Fayl ölçüsü daha böyük olur	Fayl ölçüsü əhəmiyyətli dərəcədə azalır
Riyazi əsaslar	Entropiya və statistik kodlaşdırma (Huffman, LZ, RLE və s.)	Transformasiya əsaslı metodlar (DCT, Wavelet və s.)
Tipik fayl formatları	PNG, TIFF, BMP	JPEG, JPEG 2000, WebP
Proqram nümunələri	Photoshop, GIMP (PNG, TIFF saxlanması)	Photoshop, GIMP (JPEG saxlanması)
Tətbiq sahələri	Tibbi görüntüləmə, elmi arxivlər, qrafik diaqramlar	Fotoqrafiya, veb texnologiyalar, multimedia

Cədvəldə təqdim olunan müqayisəli təhlil göstərir ki, lossy və lossless sıxılma alqoritmləri arasında əsas fərq məlumat bütövlüyünün qorunması və sıxılma əmsalı ilə bağlıdır. Lossless sıxılma alqoritmləri təsvirin ilkin keyfiyyətini tam şəkildə saxladığı halda, yaddaş istifadəsi baxımından daha az effektivdir. Lossy sıxılma alqoritmləri isə fayl ölçüsünü əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaqla yaddaşdan səmərəli istifadə imkanı yaradır, lakin bu zaman təsvir keyfiyyətində müəyyən azalmalar müşahidə oluna bilər. Buna görə də sıxılma metodunun seçimi tətbiq sahəsinin tələblərindən, vizual keyfiyyətə olan həssaslıqdan və yaddaş resurslarının məhdudluğundan asılı olaraq müəyyən edilməlidir.

Aparılan tədqiqat göstərir ki, rəqəmsal təsvirlərin sıxılması alqoritmləri kompüter qrafikası və informatika sahəsində yaddaş resurslarının səmərəli istifadəsi və məlumat ötürülməsinin optimallaşdırılması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Lossy və lossless sıxılma yanaşmaları fərqli riyazi əsaslara və texniki xüsusiyyətlərə malik olmaqla, təsvir keyfiyyəti və yaddaş istifadəsi arasında müxtəlif balans modelləri təqdim edir. Lossless sıxılma alqoritmləri məlumatın bütövlüyünü tam şəkildə qoruduğuna görə elmi tədqiqatlar, tibbi görüntüləmə və arxivləşdirmə kimi sahələrdə daha məqsəduyğun hesab olunur. Lossy sıxılma alqoritmləri isə yüksək sıxılma əmsalı sayəsində fayl ölçüsünü əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaqla veb texnologiyalar, multimedia sistemləri və rəqəmsal media mühitində geniş tətbiq imkanları yaradır. Bu baxımdan, sıxılma metodunun seçimi yalnız texniki göstəricilərə deyil, həm də tətbiq sahəsinin funksional və vizual tələblərinə əsaslanmalıdır. Tədqiqat çərçivəsində lossy və lossless alqoritmlərin riyazi əsaslarının, praktiki tətbiqlərinin və qrafik redaktor proqramlarında istifadəsinin təhlili göstərir ki, optimal nəticənin əldə edilməsi üçün sıxılma parametrlərinin düzgün seçilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Nəticə etibarilə, təsvirlərin sıxılması metodlarının elmi əsaslarla qiymətləndirilməsi rəqəmsal təsvir emalı sahəsində daha effektiv və məqsədyönlü yanaşmaların formalaşmasına imkan yaradır.

### ӘДӘБИҲАТ:

1. Ejaz, U., Khuhawar, F. Y., Bari, I., Ijaz, A., Iqbal, A., Gillani, F., & Hayat, M. (2023). *Comparative analysis of lossy image compression algorithms*. Pakistan Journal of Scientific Research, 3(2), 136–147. <https://doi.org/10.57041/vol3iss2pp136-147>
2. Rahman, M. A., & Hamada, M. (2019). *Lossless image compression techniques: A state-of-the-art survey*. Symmetry, 11(10), 1274. <https://doi.org/10.3390/sym11101274>
3. Jamil, S., Piran, M. J., & Rahman, M. (2022). *Learning-driven lossy image compression: A comprehensive survey*. arXiv.
4. Shawahna, A., Haque, M. E., & Amin, A. (2019). *JPEG image compression using the discrete cosine transform: An overview, applications, and hardware implementation*. arXiv.
5. «Сжатие изображений». (s. a.). Allbest.ru — база знаний по программированию и информатике.
6. «Тенденции развития алгоритмов сжатия статических растровых изображений». (s. a.). OSP.ru.
7. «Сжатие JPEG • Информатика». (s. a.). Foxford.ru — образовательный ресурс.
8. Кириченко, В. В. (2016). *Аналитический обзор алгоритмов сжатия цифровой информации [Analytik Overview of Digital Compression Algorithms]*. Problems of Physics, Mathematics and Technics, 2(27)
9. *Image and Video Compression Standards: Algorithms and Architectures* (199X).
10. Salomon, D. (2002/2004). *Методы сжатия данных [Data Compression Methods]*. «Техносфера».

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812472>

## PYTHON MÜHİTİNDƏ RUNGE-KUTTA METODU İLƏ DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN ƏDƏDİ HƏLLİ METODİKASI

NƏSİBOVA AİDƏ ROMAN qızı

Müəllim

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Azərbaycan, Bakı

**Xülasə:** Bu məqalədə diferensial tənliklərin ədədi həlli məsələləri Runge-Kutta metodu əsasında araşdırılmışdır. Runge-Kutta üsulu ədədi hesablama riyaziyyatında ən geniş istifadə olunan sabit addımlı inteqrasiya metodlarından biridir və yüksək dəqiqliklə nəticə əldə etməyə imkan verir. Məqalədə bu metodun nəzəri əsasları izah edilmiş, dördüncü dərəcəli Runge-Kutta algoritmi Python proqramlaşdırma mühitində reallaşdırılmışdır. Nümunəvi diferensial tənlik üzərində praktiki hesablama aparılmış, nəticələr qrafik şəkildə təsvir edilmiş və metodun səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Python mühitində Runge-Kutta metodunun tətbiqi həm elmi modelləşdirmə, həm də tədris prosesində hesablama riyaziyyatı məsələlərinin həllini sadələşdirir və optimallaşdırır.

**Açar sözlər:** Runge-Kutta metodu, ədədi üsullar, diferensial tənliklər, Python, hesablama riyaziyyatı, ədədi inteqrasiya, riyazi modelləşdirmə

## METHODOLOGY FOR NUMERICAL SOLUTION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH RUNGE-KUTTA METHOD IN PYTHON ENVIRONMENT

**Summary:** In this article, the problems of numerical solution of differential equations are investigated based on the Runge-Kutta method. The Runge-Kutta method is one of the most widely used fixed-step integration methods in numerical computational mathematics and allows obtaining results with high accuracy. The theoretical foundations of this method are explained in the article, the fourth-order Runge-Kutta algorithm is implemented in the Python programming environment. Practical calculations are carried out on a sample differential equation, the results are graphically depicted, and the effectiveness of the method is evaluated. As a result of the study, it was determined that the application of the Runge-Kutta method in the Python environment simplifies and optimizes the solution of computational mathematics problems in both scientific modeling and the educational process.

**Keywords:** Runge-Kutta method, numerical methods, differential equations, Python, computational mathematics, numerical integration, mathematical modeling

**Аннотация:** В данной статье исследуются проблемы численного решения дифференциальных уравнений на основе метода Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты является одним из наиболее широко используемых методов интегрирования с фиксированным шагом в численной вычислительной математике и позволяет получать результаты с высокой точностью. В статье изложены теоретические основы данного метода, реализован алгоритм Рунге-Кутты четвертого порядка в среде программирования Python. Проведены практические расчеты на примере дифференциального уравнения, результаты представлены графически, а также оценена эффективность метода. В результате исследования установлено, что применение метода Рунге-Кутты в среде Python упрощает и оптимизирует решение задач вычислительной математики как в научном моделировании, так и в образовательном процессе.

**Ключевые слова:** метод Рунге-Кутты, численные методы, дифференциальные уравнения, Python, вычислительная математика, численное интегрирование, математическое моделирование

Müasir dövrdə riyazi modelləşdirmə və hesablama texnologiyalarının sürətli inkişafı diferensial tənliklərin ədədi üsullarla həllinə olan marağı artırmışdır. Bir çox real proseslər — mexaniki hərəkət, istilik ötürülməsi, əhali artımı, elektrik dövrlərinin davranışı və s. — diferensial tənliklərlə ifadə olunur. Lakin bu tənliklərin analitik (dəqiq) həlli çox zaman mümkün olmur. Bu halda ədədi üsullardan istifadə olunması zərurətə çevrilir. Ədədi üsullar arasında Runge-Kutta metodu yüksək dəqiqliyi, sadəliyi və sabitliyinə görə xüsusi yer tutur. Bu metodun ən çox istifadə edilən variantı — dördüncü dərəcəli Runge-Kutta üsulu — həm elmi tədqiqatlarda, həm də tədris məqsədləri üçün geniş tətbiq olunur.

Python proqramlaşdırma mühiti öz sadə sintaksisi və güclü elmi kitabxanaları (NumPy, SciPy, Matplotlib) sayəsində riyazi modellərin ədədi üsullarla realizasiyası üçün ideal platformadır. Bu məqalənin məqsədi Runge-Kutta metodunun nəzəri əsaslarını izah etmək və onun Python mühitində tətbiqini metodik şəkildə təqdim etməkdir.

### Diferensial tənliklərin ədədi həlli haqqında ümumi məlumat

Birinci dərəcəli diferensial tənlik ümumi şəkildə aşağıdakı kimi yazılır:

$$\frac{dy}{dx} = f(x,y), y(x_0) = y_0$$

Bu tənlikdə  $f(x,y)$  funksiyası verilmişdir və məqsəd müəyyən addım uzunluğu  $h$  ilə  $y$ -in təxmini qiymətlərini hesablamaqdır.

Ədədi üsulların əsas ideyası – kiçik addımlar üzrə təqribi inteqrasiya aparmaqdır. Ən sadə üsul Eyley metodudur, lakin bu üsul dəqiqlik baxımından məhduddur. Runge-Kutta metodları Eyley üsuluna nisbətən daha dəqiq nəticə verir və səhv paylanmasını azaldır.

Ədədi inteqrasiya üsullarının keyfiyyəti aşağıdakı göstəricilərlə müəyyən olunur:

Lokal səhv: bir addımda buraxılan təqribi səhv;

Qlobal səhv: bütün interval üzrə cəmi səhv;

Stabillik: hesablamanın kiçik xətalara qarşı dayanıqlığı.

### 3. Runge-Kutta metodunun nəzəri əsasları

Diferensial tənliklərin ədədi üsullarla həllində məqsəd, verilmiş başlanğıc şərtlər əsasında funksiyanın təqribi qiymətlərini addım-addım hesablamaqdır. Bu məqsədlə Eyley, Heun, Taylor, Runge-Kutta kimi inteqrasiya metodlarından istifadə edilir. Onlar arasında **Runge-Kutta metodu** yüksək dəqiqliyə, hesablama sabitliyinə və sadə tətbiq olunma formasına görə ən çox yayılmış üsullardan biridir.

#### 1. Runge-Kutta metodunun yaranma ideyası

Runge-Kutta metodunun əsas ideyası Taylor seriyasına əsaslanır. Taylor üsulu ilə funksiyanın qiyməti belə təqrib edilir:

$$y(x+h) = y(x) + hy'(x) + \frac{h^2}{2!}y''(x) + \frac{h^3}{3!}y'''(x)$$

Lakin bu ifadədə yüksək dərəcəli törəmələrin ( $y'', y''', \dots$ ) hesablanması praktik cəhətdən çətindir. Runge və Kutta (1895–1901-ci illər) bu problemi həll etmək üçün belə bir ideya irəli sürdülər: **törəmələri hesablamaq əvəzinə, funksiyanın müxtəlif nöqtələrdəki qiymətləri əsasında orta qiymət almaqla dəqiqliyi təmin etmək**. Beləliklə, Runge-Kutta metodları Taylor seriyasının dəqiqliyini qorumaqla, yalnız  $f(x,y)$  funksiyasının dəyərlərini istifadə edərək nəticə verir.

#### Ümumi formal təsvir

Birinci dərəcəli başlanğıc şərt məsələsini nəzərdən keçirək:

$$\frac{dy}{dx} = f(x,y), y(x_0) = y_0$$

Bu tənliyin təqribi həlli üçün  $x$  oxunda addım uzunluğu  $h$  qəbul edilir və növbəti qiymət  $y_{n+1}$  aşağıdakı şəkildə təyin olunur:

$$y_{n+1} = y_n + h \Phi(x_n, y_n, h)$$

burada  $\Phi$  — inteqrasiya prosesinin lokal orta meylini ifadə edən funksiyadır. Bu funksiya müxtəlif üsullarla seçildikdə müxtəlif Runge-Kutta metodları alınır.

Runge-Kutta metodları diferensial tənliklərin ədədi həllində geniş tətbiq olunan və ən etibarlı üsullardan biridir. Onların əsas üstünlüyü həm yüksək dəqiqlik, həm də hesablama sadəliyinin optimal şəkildə birləşməsidir. Bu metodlar Euler və digər sadə inteqrasiya üsulları ilə müqayisədə daha sabit və az xətalı nəticələr verir. Runge-Kutta üsulunun əsas üstünlüklərindən biri odur ki, yüksək dəqiqlikli nəticələr əldə etmək üçün hesablama addımını çox kiçiltməyə ehtiyac qalmır. Məsələn, dördüncü dərəcəli Runge-Kutta metodu çox hallarda çox kiçik addım ölçüsü ilə işləyən Euler metodundan qat-qat dəqiq nəticə verir. Bu isə hesablamaların daha sürətli və səmərəli aparılmasına imkan yaradır. Digər bir mühüm üstünlük ondan ibarətdir ki, Runge-Kutta metodunun tətbiqi üçün diferensial tənlik sisteminin analitik inteqrasiyasına və ya tənliklərin xətti formada olmasına ehtiyac yoxdur. Bu üsul qeyri-xətti və mürəkkəb funksiyaların həllində də uğurla istifadə oluna bilər. Bu xüsusiyyət onu tətbiqi riyaziyyat, fizika, mühəndislik və informatika sahələrində çox faydalı edir.

Runge-Kutta üsullarının çevik quruluşu da mühüm üstünlüklərindən biridir. Müxtəlif dərəcəli (ikinci, üçüncü, dördüncü və s.) Runge-Kutta variantları istifadəçinin dəqiqlik və hesablama sürəti tələblərinə uyğun seçilə bilər. Dördüncü dərəcəli üsul ən çox istifadə olunan formadır, çünki o, sadə struktura malik olmaqla yanaşı, həm də yüksək dəqiqlik təmin edir. Metodun digər əhəmiyyətli cəhəti onun **sabitlik xassəsidir**. Runge-Kutta üsulu bir çox hallarda ədədi sabitliyə malikdir, yəni xətlərin artması prosesini məhdudlaşdırır və nəticələrin kənarlaşmasını azaldır. Bu xüsusiyyət xüsusilə sərt tənliklərin və uzunmüddətli modellərin həlli zamanı mühüm rol oynayır. Praktik baxımdan Runge-Kutta metodu proqramlaşdırma baxımından da çox əlverişlidir. O, Python, MATLAB, C++ kimi proqramlaşdırma dillərində sadə kod strukturu ilə asanlıqla reallaşdırıla bilər. Python mühitində bu metodun tətbiqi üçün “NumPy” və “SciPy” kimi kitabxanalardan istifadə olunması prosesi daha da avtomatlaşdırır və tədris məqsədləri üçün çox rahat şərait yaradır. Nəticə etibarilə, Runge-Kutta metodunun əsas üstünlükləri aşağıdakı kimi ümumiləşdirilə bilər:

- ✚ yüksək dəqiqlik və hesablama səmərəliliyi;
- ✚ qeyri-xətti və mürəkkəb sistemlərdə tətbiq oluna bilməsi;
- ✚ sabitlik və etibarlılıq;
- ✚ proqramlaşdırma baxımından sadəlik və çeviklik;
- ✚ müxtəlif dərəcəli versiyaların mövcudluğu.

Bu üstünlüklər Runge-Kutta metodunu ədədi analizdə və hesablama riyaziyyatında ən çox istifadə edilən üsullardan birinə çevirir. Müasir kompüter mühitlərində, xüsusilə Python kimi açıq mənbə platformalarında, bu metod həm elmi tədqiqat, həm də tədris məqsədilə geniş tətbiq olunur.

• **İkinci dərəcəli Runge-Kutta metodu**

İkinci dərəcəli Runge-Kutta metodu (bəzən **Heun üsulu** adlanır) iki nöqtədəki qiymətləri nəzərə alır:

$$k_1 = f(x_n, y_n),$$

$$k_2 = f(x_n + h, y_n + hk_1),$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{2} (k_1 + k_2)$$

Bu halda orta meyl iki qiymətin arifmetik ortası kimi götürülür. Bu üsul Eyley metoduna nisbətən daha dəqiqdir, lakin bəzi hallarda stabil olmaya bilər.

**2nd Order Runge-Kutta**

$$k_1 = hf(y_n, t_n)$$

$$k_2 = hf(y_n + k_1, t_{n+1})$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{2} (k_1 + k_2)$$

Consider the problem

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{2}{5}y + \frac{1}{5}, \quad y(0) = 0$$

Use the second order Runge-Kutta method with  $h = 0.1$  to approximate  $y(0.2)$ .

*Runge-Kutta metodunun tətbiqi: Python mühitində algoritmin reallaşdırılması:*

Runge-Kutta metodunun kompüterdə reallaşdırılması diferensial tənliklərin ədədi həllinin praktiki aspektini təşkil edir. Bu metodun tətbiqi üçün müxtəlif proqramlaşdırma dillərindən istifadə etmək mümkündür, lakin Python dili sadə sintaksisi, geniş elmi kitabxanaları və açıq mənbə ekosistemi ilə bu sahədə ən çox üstünlük verilən platformalardan biridir. Runge-Kutta metodunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, verilmiş başlanğıc şərt problemi üçün funksiyanın müxtəlif nöqtələrdə qiymətləri hesablanır və bu qiymətlər əsasında orta qiymət götürülərək növbəti addımda yuy funksiyasının yeni təqribi qiyməti tapılır. Dördüncü dərəcəli Runge-Kutta (RK4) üsulu bu baxımdan ən məşhur və ən çox istifadə olunan variantdır.

**Python mühitində Runge-Kutta metodunun kod nümunəsi**

Aşağıdakı nümunədə diferensial tənlik:

$$\frac{dy}{dx} = x + y$$

üçün Runge-Kutta metodunun tətbiqi göstərilmişdir:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Diferensial tənliyin funksiyası
def f(x, y):
    return x + y
# Runge-Kutta 4-cü dərəcəli üsul
def runge_kutta(f, x0, y0, h, n):
    x_vals = [x0]
    y_vals = [y0]
    for i in range(n):
        k1 = f(x0, y0)
        k2 = f(x0 + h/2, y0 + h/2 * k1)
        k3 = f(x0 + h/2, y0 + h/2 * k2)
        k4 = f(x0 + h, y0 + h * k3)
        y0 = y0 + (h/6)*(k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4)
        x0 = x0 + h
        x_vals.append(x0)
        y_vals.append(y0)
    return np.array(x_vals), np.array(y_vals)
# Başlanğıc şərtlər
x0 = 0
y0 = 1
h = 0.1
n = 20
x, y = runge_kutta(f, x0, y0, h, n)
# Nəticələrin vizuallaşdırılması
plt.plot(x, y, marker='o', label='Runge-Kutta (RK4)')
plt.title("Runge-Kutta metodu ilə diferensial tənliyin ədədi həlli")
plt.xlabel("x")
plt.ylabel("y")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

**Kodun izahına baxaq:**

 f(x, y) funksiyası tənliyin sağ tərəfini müəyyən edir, yəni  $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ .

✚ `runge_kutta()` funksiyası alqoritmi addım-addım yerinə yetirir və nəticələri massiv şəklində saxlayır.

✚  $x_0$  ,  $y_0$  ,  $h$  və  $n$  dəyişənləri başlanğıc nöqtəni, başlanğıc qiyməti, addım ölçüsünü və iterasiya sayını müəyyən edir.

✚ `matplotlib` kitabxanası isə nəticələrin qrafik formasında təsvirini təmin edir.

Bu proqram işə salındıqda, nəticədə  $y$  funksiyasının dəyişməsi qrafikdə göstərilir. Qrafikdə müşahidə olunur ki, Runge-Kutta metodu həm hamar, həm də dəqiq nəticələr verir. Bu üsulun sabitliyi və səmərəliliyi onun praktiki hesablamalarda nə qədər faydalı olduğunu bir daha sübut edir.

Runge-Kutta metodunun Python mühitində reallaşdırılması, hesablama riyaziyyatı və elmi modelləşdirmə sahəsində mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu üsulun tətbiqi tələbələrə diferensial tənliklərin həlli prosesini interaktiv şəkildə öyrənmək, nəticələri vizual analiz etmək və müxtəlif parametrlərlə eksperiment aparmaq imkanı yaradır. Bundan əlavə, bu yanaşma elmi tədqiqatlarda, fiziki və mühəndislik modellərinin kompüter simulyasiyalarında da geniş istifadə olunur. Runge-Kutta metodunun tətbiqi nəticəsində əldə edilən ədədi qiymətlərin təhlili göstərir ki, bu üsul diferensial tənliklərin ədədi həllində həm yüksək dəqiqlik, həm də hesablama sabitliyi təmin edir. Dördüncü dərəcəli Runge-Kutta metodu, sadə Euler və ya Heun metodları ilə müqayisədə daha az xəta ilə nəticə verir.

Aparılan tədqiqat və praktiki tətbiqlər nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, **Runge-Kutta metodu** diferensial tənliklərin ədədi həllində ən səmərəli və etibarlı üsullardan biridir. Bu metod yüksək dəqiqliklə nəticə verir, hesablamalarda sabitlik nümayiş etdirir və həm xətti, həm də qeyri-xətti tənliklərin həllinə tətbiq oluna bilər. Runge-Kutta üsulunun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, yüksək dəqiqlik əldə etmək üçün çox kiçik addım ölçüsünə ehtiyac qalmır, bu isə hesablamaların səmərəliliyini artırır. Python proqramlaşdırma mühitində bu metodun reallaşdırılması diferensial tənliklərin ədədi həllini sadələşdirir və öyrənilməsinə daha vizual və interaktiv edir. “NumPy” və “Matplotlib” kimi kitabxanalar vasitəsilə alqoritmin tətbiqi və nəticələrin qrafik təqdimatı asan şəkildə həyata keçirilir. Bu da həm elmi tədqiqatlarda, həm də tədris prosesində Runge-Kutta metodunun effektivliyini artırır.

Əldə edilən nəticələr göstərir ki, dördüncü dərəcəli Runge-Kutta metodu (RK4) əksər riyazi modellərdə həm dəqiqlik, həm də hesablama sürəti baxımından optimal seçimdir. Bu metoddan istifadə etməklə real proseslərin ədədi modelləşdirilməsi, fiziki və texnoloji sistemlərin dinamikasının öyrənilməsi və riyazi eksperimentlərin aparılması mümkündür.

#### **Təkliflər**

❖ Runge-Kutta metodunun Python mühitində tədrisi informatika və hesablama riyaziyyatı fənlərində praktiki dərslərin bir hissəsi kimi tətbiq edilə bilər.

❖ Tələbələrə bu metod vasitəsilə həm alqoritmik düşünmə, həm də proqramlaşdırma bacarıqları aşılan bilər.

❖ Fərqli dərəcəli Runge-Kutta üsullarının müqayisəli təhlili aparılaraq, konkret tətbiqlər üçün optimal variant müəyyən edilə bilər.

❖ Runge-Kutta metodunun digər ədədi üsullarla (Euler, Adams-Bashforth və s.) müqayisəsi aparılaraq, nəticələrin sabitlik və dəqiqlik baxımından qiymətləndirilməsi məqsəduyğundur.

❖ Bu metodun çoxölçülü və sərt diferensial tənliklərin həllinə genişləndirilmiş versiyaları Python mühitində tədqiq edilə bilər.

## ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Butcher, J. C. (2008). *Numerical methods for ordinary differential equations*. Wiley. Bu əsər, Runge-Kutta metodlarının nəzəri əsaslarını və tətbiq sahələrini ətraflı şəkildə izah edir.
2. Hairer, E., & Wanner, G. (1996). *Solving ordinary differential equations II: Stiff and differential-algebraic problems*. Springer. Diferensial-algebraik tənliklərin həlli üçün Runge-Kutta metodlarının tətbiqini müzakirə edir.
3. Iserles, A. (2008). *A first course in the numerical analysis of differential equations*. Cambridge University Press. Diferensial tənliklərin ədədi həlli üçün əsas metodları, o cümlədən Runge-Kutta üsullarını təqdim edir.
4. Kincaid, D. R., & Cheney, W. (2002). *Numerical analysis: Mathematics of scientific computing*. Brooks/Cole. Sayısal analiz və diferensial tənliklərin həlli üçün müxtəlif metodları əhatə edir.
5. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). *Numerical recipes: The art of scientific computing* (3rd ed.). Cambridge University Press. Sayısal hesablama metodları və tətbiqləri haqqında geniş məlumat verir.
6. Burden, R. L., & Faires, J. D. (2010). *Numerical analysis* (9th ed.). Brooks/Cole. Diferensial tənliklərin ədədi həlli üçün müxtəlif metodları və tətbiqləri təqdim edir.
7. Mathews, J. H., & Fink, K. D. (2004). *Numerical methods using MATLAB*. Pearson Prentice Hall. MATLAB mühitində sayısal metodların tətbiqini izah edir.
8. Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2010). *Numerical methods for engineers* (6th ed.). McGraw-Hill. Mühəndislik sahəsində sayısal metodların tətbiqini müzakirə edir.
9. Stewart, G. W. (2001). *Numerical methods: Design, analysis, and computer implementation of algorithms*. SIAM. Sayısal metodların dizaynı və tətbiqi haqqında geniş məlumat verir.
10. Demidovich, B. P., & Arlazarov, V. L. (1972). *Fundamentals of numerical mathematics*. Dover Publications. Sayısal riyaziyyatın əsas prinsiplərini təqdim edir.
11. Bader, G., & Deuflhard, P. (2007). *Numerical mathematics*. Springer. Sayısal riyaziyyatın müxtəlif sahələrini əhatə edir.
12. Moler, C. (2004). *Numerical computing with MATLAB*. SIAM. MATLAB mühitində sayısal hesablama metodlarını izah edir.
13. Hamming, R. W. (1986). *Numerical methods for scientists and engineers*. Dover Publications. Elm və mühəndislik sahələrində sayısal metodların tətbiqini müzakirə edir.
14. Young, D. M. (1987). *Iterative methods for solving linear systems*. Dover Publications. Xətti sistemlərin həlli üçün iterativ metodları təqdim edir.
15. Götze, M., & Wanner, G. (2012). *Numerical methods for ordinary differential equations*. Wiley. Diferensial tənliklərin ədədi həlli üçün müxtəlif metodları əhatə edir.
16. Hildebrand, F. B. (1987). *Introduction to numerical analysis*. Dover Publications. Sayısal analizə giriş və əsas metodları təqdim edir.
17. Sauer, T. (2012). *Numerical analysis*. Pearson. Sayısal analiz və tətbiqləri haqqında geniş məlumat verir.
18. Trefethen, L. N., & Bau, D. (1997). *Numerical linear algebra*. SIAM. Xətti cəbrin sayısal həlli və tətbiqləri haqqında məlumat verir.
19. Kincaid, D. R., & Cheney, W. (2009). *Numerical analysis: Mathematics of scientific computing* (3rd ed.). Brooks/Cole. Sayısal analiz və tətbiqləri haqqında geniş məlumat təqdim edir.
20. Mathews, J. H., & Fink, K. D. (2015). *Numerical methods using MATLAB* (5th ed.). Pearson. MATLAB mühitində sayısal metodların tətbiqini izah edir.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812501>

## ALİ MƏKTƏBLƏRDƏ ADAPTİV ÖYRƏNMƏ PLATFORMALARI ƏSASINDA RƏQƏMSAL BACARIQLARIN TƏDRİSİ METODİKASI

ƏHMƏDLİ NİGAR FƏXRƏDDİN qızı

Müəllim

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Azərbaycan, Bakı

**Xülasə:** Müasir ali təhsil sistemində rəqəmsal transformasiya prosesi tədris metodlarının yenilənməsini və tələbələrin rəqəmsal bacarıqlarının məqsədyönlü şəkildə inkişaf etdirilməsini zəruri edir. Bu baxımdan adaptiv öyrənmə platformaları fərdiləşdirilmiş təlim imkanları təqdim etməklə təhsil prosesinin səmərəliliyinin artırılmasında mühüm rol oynayır. Məqalədə ali məktəblərdə adaptiv öyrənmə platformaları əsasında rəqəmsal bacarıqların tədrisi metodikası nəzəri və praktiki aspektlərdən araşdırılmışdır. Tədqiqat çərçivəsində adaptiv öyrənmə anlayışının mahiyyəti, onun ali təhsildə tətbiq imkanları və rəqəmsal bacarıqların formalaşmasına təsiri təhlil edilmişdir. Eyni zamanda, adaptiv LMS platformalarının (Moodle və analoji sistemlər) imkanları əsasında fərdiləşdirilmiş tapşırıqların təşkili, diaqnostik qiymətləndirmə mexanizmləri və geribildirim prosesinin tədrisə inteqrasiyası metodik baxımdan əsaslandırılmışdır. Məqalədə təqdim olunan metodika tələbələrin fərdi öyrənmə tempini, bilik səviyyəsini və maraqlarını nəzərə almaqla rəqəmsal kompetensiyaların sistemli şəkildə inkişaf etdirilməsinə yönəlmişdir. Aparılan təhlillər adaptiv öyrənmə platformalarının ali məktəblərdə rəqəmsal bacarıqların tədrisində effektiv pedaqoji vasitə olduğunu göstərir və onların tədris prosesində geniş tətbiqi ilə bağlı praktiki tövsiyələr irəli sürülür.

**Açar sözlər:** adaptiv öyrənmə, rəqəmsal bacarıqlar, ali təhsil, LMS platformaları, fərdiləşdirilmiş təlim.

## METHODOLOGY FOR TEACHING DIGITAL SKILLS BASED ON ADAPTIVE LEARNING PLATFORMS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**Summary:** The digital transformation process in the modern higher education system necessitates the renewal of teaching methods and the purposeful development of students' digital skills. In this regard, adaptive learning platforms play an important role in increasing the efficiency of the educational process by providing personalized learning opportunities. The article examines the methodology for teaching digital skills in higher education based on adaptive learning platforms from theoretical and practical aspects. The study analyzes the essence of the concept of adaptive learning, its application in higher education, and its impact on the formation of digital skills. At the same time, the organization of personalized tasks based on the capabilities of adaptive LMS platforms (Moodle and similar systems), the integration of diagnostic assessment mechanisms, and the feedback process into teaching are methodologically justified. The methodology presented in the article is aimed at the systematic development of digital competencies, taking into account the individual learning pace, knowledge level, and interests of students. The conducted analyses show that adaptive learning platforms are an effective pedagogical tool in teaching digital skills in higher education, and practical recommendations are put forward for their widespread application in the teaching process.

**Keywords:** adaptive learning, digital skills, higher education, LMS platforms, personalized learning.

**Резюме:** Процесс цифровой трансформации в современной системе высшего образования требует обновления методов обучения и целенаправленного развития цифровых навыков студентов. В этом контексте адаптивные обучающие платформы

играют важную роль в повышении эффективности образовательного процесса, предоставляя персонализированные возможности обучения. В статье рассматривается методология обучения цифровым навыкам в высшем образовании на основе адаптивных обучающих платформ с теоретической и практической точек зрения. В исследовании анализируется сущность концепции адаптивного обучения, ее применение в высшем образовании и влияние на формирование цифровых навыков. Одновременно методически обосновывается организация персонализированных заданий на основе возможностей адаптивных LMS-платформ (Moodle и аналогичные системы), интеграция механизмов диагностической оценки и процесса обратной связи в обучение. Представленная в статье методология направлена на систематическое развитие цифровых компетенций с учетом индивидуального темпа обучения, уровня знаний и интересов студентов. Проведенный анализ показывает, что адаптивные обучающие платформы являются эффективным педагогическим инструментом обучения цифровым навыкам в высшем образовании, и предлагаются практические рекомендации по их широкому применению в учебном процессе.

**Ключевые слова:** адаптивное обучение, цифровые навыки, высшее образование, платформы LMS, персонализированное обучение.

Müasir cəmiyyətin sürətli rəqəmsallaşması ali təhsil sistemində yeni pedaqoji yanaşmaların tətbiqini zəruri etmişdir. İnformasiya texnologiyalarının tədris prosesinə inteqrasiyası yalnız təlim vasitələrinin yenilənməsi ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda tələbələrin rəqəmsal bacarıqlarının sistemli və məqsədyönlü şəkildə formalaşdırılmasını ön plana çıxarır. Bu kontekstdə ali məktəblərdə ənənəvi tədris modellərinin tələblərə tam cavab verməməsi adaptiv və fərdiləşdirilmiş öyrənmə yanaşmalarına marağı artırmışdır. Adaptiv öyrənmə platformaları tələbələrin bilik səviyyəsinə, öyrənmə tempinə və fərdi ehtiyaclarına uyğun təlim mühiti yaratmaqla tədrisin səmərəliliyini artırmağa imkan verir. Xüsusilə rəqəmsal bacarıqların tədrisində adaptiv texnologiyaların tətbiqi tələbələrin praktiki fəaliyyətinin genişləndirilməsinə, müstəqil öyrənmə vərdişlərinin inkişafına və təlim nəticələrinin obyektiv qiymətləndirilməsinə şərait yaradır. Bu baxımdan adaptiv öyrənmə platformaları ali təhsildə rəqəmsal kompetensiyaların formalaşdırılması üçün effektiv pedaqoji vasitə kimi çıxış edir. Bu məqalədə ali məktəblərdə adaptiv öyrənmə platformaları əsasında rəqəmsal bacarıqların tədrisi metodikasının elmi əsasları araşdırılır və bu yanaşmanın tədris prosesində tətbiq imkanları təhlil olunur. Tədqiqatın əsas məqsədi adaptiv təlim texnologiyalarının rəqəmsal bacarıqların inkişafına təsirini müəyyənləşdirmək və ali təhsil müəssisələri üçün metodik tövsiyələr formalaşdırmaqdır.

Adaptiv öyrənmə anlayışı təlim prosesinin fərdiləşdirilməsinə əsaslanan pedaqoji yanaşma kimi xarakterizə olunur. Bu yanaşma öyrənmənin əvvəlki biliklərini, bacarıqlarını və öyrənmə davranışlarını nəzərə alaraq tədris məzmununun, tapşırıqların və qiymətləndirmə mexanizmlərinin dinamik şəkildə tənzimlənməsini təmin edir. Adaptiv öyrənmə platformaları məlumat analitikası və alqoritmik modellər əsasında tələbənin öyrənmə trayektoriyasını müəyyənləşdirir və fərdi təlim strategiyalarının qurulmasına imkan yaradır.

Ali təhsildə geniş istifadə olunan LMS platformaları (Moodle, Canvas, Blackboard və s.) adaptiv təlim elementləri vasitəsilə tədris prosesinin çevikliyini və effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bu platformalar



tələbələrin ilkin bilik səviyyəsinin diaqnostik qiymətləndirilməsi, fərdi öyrənmə trayektoriyalarının formalaşdırılması və tədris məzmununun dinamik şəkildə uyğunlaşdırılması imkanlarını təmin edir. Xüsusilə inkişaf etmiş ali təhsil sistemində malik xarici universitetlərin təcrübəsi göstərir ki, adaptiv LMS platformaları tələbə mərkəzli tədris modelinin reallaşdırılmasında əsas texnoloji vasitə kimi çıxış edir. Bir sıra Avropa və Amerika universitetlərində Moodle və Canvas platformaları əsasında qurulan adaptiv kurslarda diaqnostik testlərin



nəticələrinə uyğun olaraq tələbələr üçün fərqli səviyyəli tədris materialları və tapşırıqlar təqdim olunur. Bu yanaşma zəif hazırlıqlı tələbələrin əlavə izahlı materiallarla dəstəklənməsinə, yüksək nəticə göstərən tələbələrin isə daha mürəkkəb və tədqiqatyönlü tapşırıqlara yönləndirilməsinə imkan yaradır. Beləliklə, eyni akademik qrup daxilində fərqli bilik səviyyəsinə malik tələbələrin təlim ehtiyacları balanslı şəkildə təmin edilir.

Blackboard platformasının tətbiq edildiyi bir çox beynəlxalq universitetlərdə avtomatlaşdırılmış geribildirim mexanizmləri tələbələrin öyrənmə fəaliyyətinin operativ şəkildə qiymətləndirilməsinə xidmət edir. Sistem tərəfindən təqdim olunan ani geribildirim tələbələrin buraxdıqları səhvləri vaxtında müəyyən etməsinə, öz bilik boşluqlarını dərk etməsinə və müstəqil şəkildə inkişaf strategiyası qurmasına şərait yaradır. Bu isə tədris prosesində müəllimin yalnız nəzarətçi deyil, daha çox fasilitator və istiqamətverici rolunu gücləndirir. Eyni zamanda adaptiv LMS platformaları öyrənmə analitikası vasitəsilə tələbələrin dərəcə davamiyyəti, tapşırıqların yerinə yetirilmə səviyyəsi və akademik irəliləyiş göstəriciləri haqqında ətraflı məlumat təqdim edir. Xarici ali məktəblərin təcrübəsi göstərir ki, bu cür analitik məlumatlar əsasında müəllimlər tədris strategiyalarını operativ şəkildə yeniləyə, əlavə dəstək mexanizmləri tətbiq edə və təlim nəticələrinin keyfiyyətini yüksəldə bilirlər. Nəticədə tədris prosesi yalnız bilik ötürülməsinə deyil, rəqəmsal bacarıqların formalaşdırılmasına, praktik fəaliyyətin genişləndirilməsinə və nəticəyönlü təlimin təmin edilməsinə istiqamətlənir.

Ali təhsildə rəqəmsal bacarıqların formalaşdırılması sistemli, mərhələli və tələbəyönlü tədris metodikasının tətbiqini zəruri edir. Bu prosesdə adaptiv öyrənmə platformaları tələbələrin bilik səviyyəsini, öyrənmə tempini və fərdi ehtiyaclarını nəzərə almaqla tədris fəaliyyətinin planlaşdırılmasına imkan yaradır. Rəqəmsal bacarıqların tədrisi metodikası yalnız texniki biliklərin ötürülməsinə deyil, eyni zamanda tələbələrin informasiya ilə işləmə, problem həlli, rəqəmsal alətlərdən səmərəli istifadə və müstəqil öyrənmə bacarıqlarının inkişafını əhatə edir. Metodikanın ilkin mərhələsində tələbələrin mövcud rəqəmsal bacarıq səviyyəsinin müəyyənəndirilməsi məqsədilə diaqnostik qiymətləndirmə aparılır. Adaptiv LMS platformaları vasitəsilə həyata keçirilən bu qiymətləndirmə tələbələrin bilik boşluqlarını, güclü tərəflərini və fərdi inkişaf ehtiyaclarını aşkar etməyə imkan verir. Diaqnostik nəticələr əsasında tədris məzmunu səviyyəyə uyğunlaşdırılır və tələbələr üçün fərdiləşdirilmiş öyrənmə trayektoriyaları formalaşdırılır.

Növbəti mərhələdə rəqəmsal bacarıqların inkişafına yönəlmiş modul əsaslı tədris məzmunu təqdim edilir. Bu modullar çərçivəsində tələbələr rəqəmsal informasiya ilə işləmə, proqram və onlayn platformalardan istifadə, məlumatların emalı və təqdimatı, həmçinin kibertəhlükəsizlik və rəqəmsal etika kimi əsas bacarıqları mərhələli şəkildə mənimsəyirlər. Adaptiv platformalar tapşırıqların çətinlik səviyyəsini tələbənin əvvəlki nəticələrinə uyğunlaşdırmaqla öyrənmə prosesinin davamlılığını təmin edir. Metodikanın mühüm komponentlərindən biri praktik yönümlü fəaliyyətlərin təşkili hesab olunur. Adaptiv öyrənmə platformalarında layihə əsaslı tapşırıqlar, interaktiv testlər və real situasiyalara əsaslanan praktiki məşğələlər vasitəsilə tələbələrin rəqəmsal bacarıqlarının tətbiqi təmin edilir. Bu yanaşma tələbələrin yalnız nəzəri bilik əldə etməsinə deyil, həm də əldə etdikləri bilikləri praktiki mühitdə səmərəli şəkildə tətbiq etməsinə şərait yaradır. Rəqəmsal bacarıqların tədrisi metodikasında avtomatlaşdırılmış geribildirim mexanizmləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Adaptiv LMS platformaları tələbələrin tapşırıqları yerinə yetirmə səviyyəsi haqqında operativ və obyektiv geribildirim təqdim etməklə onların öz-özünü qiymətləndirmə bacarıqlarını inkişaf etdirir. Davamlı geribildirim tələbələrin öyrənmə motivasiyasını artırır və təlim nəticələrinin keyfiyyətinə müsbət təsir göstərir. Metodikanın son mərhələsində formativ və summativ qiymətləndirmə üsulları tətbiq olunur. Adaptiv platformaların təqdim etdiyi analitik alətlər vasitəsilə tələbələrin rəqəmsal bacarıqlarının inkişaf dinamikası izlənilir və əldə olunan nəticələr əsasında tədris prosesinin təkmilləşdirilməsi üçün metodik tövsiyələr hazırlanır. Bu yanaşma ali təhsildə rəqəmsal bacarıqların tədrisinin nəticəyönlü və davamlı xarakter almasını təmin edir.

### **Moodle platforması üzərindən konkret dərslər nümunəsinə baxaq:**

Rəqəmsal bacarıqların adaptiv öyrənmə platformaları əsasında tədrisinin praktik tətbiqini nümayiş etdirmək məqsədilə Moodle LMS üzərindən qurulmuş nümunə dərs modeli təqdim olunur. Nümunə dərs ali məktəblərin bakalavr pilləsində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur və rəqəmsal bacarıqların mərhələli şəkildə formalaşdırılmasına yönəlmişdir.

Dərsin ilkin mərhələsində Moodle platformasında yerləşdirilmiş diaqnostik onlayn test vasitəsilə tələbələrin mövcud rəqəmsal bacarıq səviyyəsi müəyyən edilir. Bu test informasiya ilə işləmə, rəqəmsal alətlərin istifadəsi və onlayn təhlükəsizlik üzrə əsas bilikləri əhatə edir. Diaqnostik qiymətləndirmənin nəticələrinə əsasən tələbələr avtomatik olaraq fərqli səviyyəli tədris qruplarına yönləndirilir və onların öyrənmə trayektoriyası adaptiv şəkildə formalaşdırılır.

Növbəti mərhələdə Moodle platformasında modul əsaslı tədris məzmunu təqdim olunur. Hər modul rəqəmsal bacarıqların konkret istiqamətini əhatə edir və interaktiv dərs materialları, video izahlar, praktik tapşırıqlar və özünü yoxlama testlərindən ibarət olur. Platformanın adaptiv imkanları vasitəsilə tələbələrin əvvəlki nəticələrinə uyğun olaraq tapşırıqların mürəkkəbliyi səviyyəsi avtomatik tənzimlənir. Bu isə fərdiləşdirilmiş öyrənmə mühitinin formalaşmasına şərait yaradır.

Praktiki fəaliyyətlərin təşkili məqsədilə Moodle üzərindən layihə əsaslı tapşırıqlar təqdim edilir. Tələbələrdən rəqəmsal təqdimatların hazırlanması, onlayn resursların analizi və məlumatların vizuallaşdırılması kimi tapşırıqların yerinə yetirilməsi tələb olunur. Bu tapşırıqlar tələbələrin yalnız texniki bacarıqlarını deyil, eyni zamanda analitik düşünmə və problem həlli bacarıqlarını inkişaf etdirir. Moodle platformasında yerləşdirilmiş forum və müzakirə bölmələri tələbələr arasında əməkdaşlığın və qarşılıqlı öyrənmənin təşviq edilməsinə xidmət edir.

Dərs prosesində avtomatlaşdırılmış geribildirim mexanizmlərindən fəal istifadə olunur. Moodle sisteminin təqdim etdiyi ani rəy funksiyası tələbələrin tapşırıqları yerinə yetirmə səviyyəsini dərhal qiymətləndirməyə imkan verir və buraxılmış səhvlərin operativ şəkildə aradan qaldırılmasına şərait yaradır. Müəllim tərəfindən təqdim olunan fərdi şərhlər isə tələbələrin inkişaf istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsinə kömək edir.

Dərsin yekun mərhələsində formativ və summativ qiymətləndirmə həyata keçirilir. Moodle platformasının öyrənmə analitikası alətləri vasitəsilə tələbələrin rəqəmsal bacarıqlarının inkişaf dinamikası, dərstdə iştirak səviyyəsi və tapşırıqların icra göstəriciləri təhlil olunur. Əldə olunan nəticələr əsasında tədris prosesinin səmərəliliyi qiymətləndirilir və gələcək dərslər üçün metodik tövsiyələr hazırlanır. Təqdim olunan nümunə dərs modeli adaptiv öyrənmə platformalarının ali təhsildə rəqəmsal bacarıqların tədrisində praktik və effektiv vasitə olduğunu təsdiq edir.

Son olaraq fikirlərimizi ümumiləşdirib deyə bilərik ki, elektron avadanlıqların bu qədər inkişaf etdiyi bir zamanda adaptiv öyrənmə platformaları istifadəçilər üçün əlçatanlığın təmin olunmasında başlıca rol oynayır. Bugün ölkəmizin təhsil sistemi Avropa təhsilinə nisbətən geridə olsa belə günü-gündən artan təhsil infrastrukturuları öyrənmək istəyən şəxslər üçün hər zaman əlçatan olacaqdır.

### ƏDƏBİYYAT:

1. Əliyev, R. (2020). Təhsil texnologiyalarının ali təhsildə tətbiqi: Rəqəmsal təhsil platformalarının rolu. Bakı: Təhsil Nəşriyyatı.
2. Məmmədova, S. & Quliyev, T. (2021). Ali təhsil müəssisələrində adaptiv öyrənmə sistemlərinin tətbiqi problemləri. Azərbaycan Təhsil Jurnalı, 5(2), 45–58.
3. Hüseynova, A. (2019). Rəqəmsal bacarıqların tədrisində innovativ yanaşmalar. Bakı: Elm və Təhsil.
4. Иванова, О. В., & Петров, И. А. (2018). Адаптивные образовательные технологии в высшей школе. *Вестник Педагогических Наук*, 12(4), 89–97.
5. Смирнов, Д. Е. (2020). Цифровые компетенции студентов как результат внедрения электронных образовательных платформ. *Образование и Обучение: Современные Тенденции*, 8(1), 112–125.
6. Алексеева, Н. П. (2019). Методы оценки цифровых навыков студентов. Москва: Наука и Образование.
7. Anderson, T., & Dron, J. (2017). *Teaching Crowds: Learning and Social Media* (2nd ed.). Edmonton, Canada: AU Press.
8. Gong, Y., & Kawas, S. (2021). Adaptive learning technologies in higher education: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(3), 15–29.
9. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.
10. Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2020). *NMC Horizon Report: 2020 Higher Education Edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.
11. Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30–40.
12. European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan (2021–2027)*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>
13. UNESCO. (2021). *Framework for Digital Competence in Higher Education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377076>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812525>

УДК

## ЖОЛ ҚОЗГАЛЫСЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ЖАҚСARTУ ҮШІН ІОТ ШЕШІМДЕРІН ЗЕРТТЕУ

УАЛИЕВА АМИНА КУАНЫШБЕКОВНА

магистрант, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Физика-техника ғылымдары институты

Ғылыми жетекшісі – ИМАНҚҰЛ МАНАТ НӘСІРҚЫЗЫ

доцент, т.ғ.к., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Физика-техника ғылымдары  
институтының доценті,  
Астана, Қазақстан

**Аннотация:** Бұл мақалада заттар интернеті (IoT) технологияларын көлік инфрақұрылымында қолдану және олардың жол қозғалысын басқару мен қауіпсіздігін арттырудағы маңызы қарастырылады. Жол қозғалысын басқарудың дәстүрлі және адаптивті әдістері, сондай-ақ Қазақстан Республикасындағы жол-көлік оқиғаларының статистикасы талданады. IoT негізіндегі зияткерлік көлік жүйелерінің көлік кідірістерін азайтуға, жол қауіпсіздігін жақсартуға және көлік инфрақұрылымының тиімділігін арттыруға ықпалы көрсетіледі.

**Тірек сөздер:** Заттар интернеті (IoT), зияткерлік көлік жүйелері, жол қозғалысын басқару, көлік ағындары, жол-көлік оқиғалары, адаптивті басқару, жол қозғалысы қауіпсіздігі.

**Abstract:** This article examines the application of Internet of Things (IoT) technologies in transport infrastructure and their role in improving traffic management and road safety. Traditional and adaptive traffic control methods, as well as road traffic accident statistics in the Republic of Kazakhstan, are analyzed. The impact of IoT-based intelligent transportation systems on reducing traffic delays, enhancing road safety, and improving the efficiency of transport infrastructure is demonstrated.

**Key words:** Internet of Things (IoT), intelligent transportation systems, traffic management, traffic flows, road traffic accidents, adaptive control, road safety.

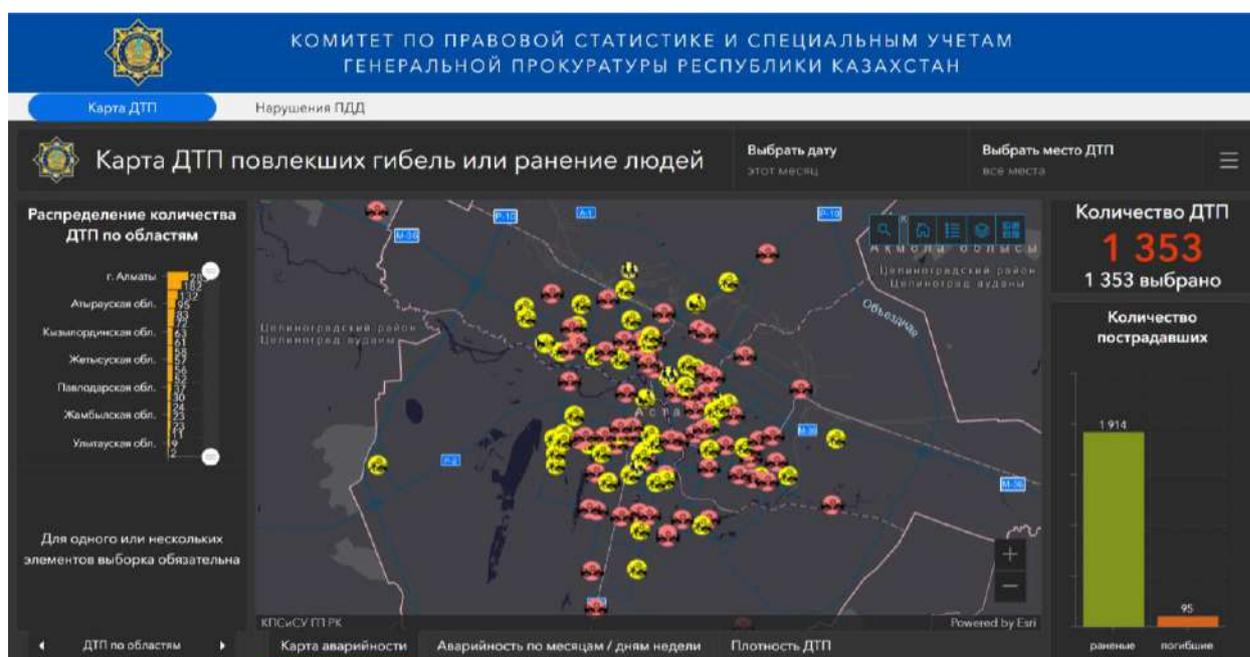
Заттар интернеті (IoT) - айналамыздағы инфрақұрылымды пайдаланушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыратын және олардың сұраныстарына жауап беретін жүйеге айналдыруға мүмкіндік беретін болашақтың негізгі технологиясы. Көлік инфрақұрылымы осындай жүйенің жарқын мысалдарының бірі болып табылады. Жолдар мен қалалар арасындағы байланыстың маңыздылығы сөзсіз. Ұзақ қызмет ету мерзімі және жол инфрақұрылымының жоғары құны объектілерді бастапқы күйінде сақтауға мүмкіндік беретін заманауи технологиялардың көмегімен оны оңтайландырудың бірегей мүмкіндігін жасайды. Есептеулер көрсеткендей, экономика тұрғысынан қолданыстағы жолдардағы қозғалысты оңтайландыру ең арзан нұсқа болмаса да, жаңа жолдарды салудан гөрі тиімдірек. Ірі әлемдік мегаполистердің тәжірибесін талдау көрсеткендей, көлік құралдарының өсуінен туындаған жаңа автомобиль жолдарының тұрақты құрылысы мен ескі автомобиль жолдарының қайта құрылуына қарамастан, жолдардың өткізу қабілеті мен автомобиль қозғалысына сұраныс арасындағы алшақтықты толығымен жою мүмкін емес. Жаңа жол салу шығындарының өсуі, жиі кептелістер мен экологиялық проблемалар компаниялар мен үкіметті көлік ағындарын ұтымды басқару жолдарын іздеуге мәжбүр етеді. Кептелістердің теріс әсерін азайту және шектеулі мемлекеттік ресурстарды тиімді пайдалану қажеттілігі туындады.

Көлік қозғалысының қауіпсіздігін сақтау оның қатысушыларының (жаяу жүргіншілер, велосипедшілер, жүргізушілер, қоғамдық көлік жолаушылары және т.б.) өлімінің немесе ауыр жарақаттануының жолын кесу үшін өте маңызды. Жол – көлік оқиғасы (ЖКО) "Жол қозғалысы туралы" Қазақстан Республикасының 2014 жылғы 17 сәуірдегі № 194-V Заңында "көлік құралының жолмен жүру процесінде және оның қатысуымен туындаған, денсаулыққа зиян келтіруге, адамның өліміне, көлік құралдарының, құрылыстардың бүлінуіне әкеп соққан жағдай" ретінде айқындалған [1]. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметі бойынша, жыл сайын әлем жолдарында 1 миллионнан астам азамат қайтыс болады, ал 20 миллионнан 50 миллионға дейін жарақат алады немесе еңбекке жарамсыз болады.

Апаттың алдын алудың тиімділігі көбінесе осы салада жүргізілетін статистикалық мәліметтерді есепке алу мен талдауға негізделген болжамның дұрыстығымен байланысты [2]. Көлік қозғалысының статистикасы мен қауіпсіздік жағдайын талдай отырып, апаттың бірқатар негізгі негіздері мен факторларын анықтауға болады [3].

Қазақстан Республикасында әкімшілік істердің бірыңғай тізілімін іске қосу, жол қозғалысы нормаларын орындау саласындағы құқық қорғау органдарының қызметін цифрландыру бұзушылықтарды тіркеу рәсімін автоматтандыруға, оның ішінде фото-бейнежазба, тыйым салуды қолдану және күшін жою арқылы ықпал етті.

Жалпы, Қазақстан жолдарының сенімділік дәрежесі құқықтық статистика комитеті және ЖКО оқиғалары бас прокуратурасының арнайы есебімен жинайтын деректерді «карта аварийности» сайтында жарияланады. Келесі суретте Қазақстан Республикасы Бас прокуратурасының Құқықтық статистика және арнайы есепке алу жөніндегі Комитеті ұсынған, жол полициясының мәліметтері негізінде қалыптастырылған деректерге негізделген жол-көлік оқиғаларының ресми статистикасын көруге болады.



Сурет 1 Жол-көлік оқиғаларының ресми статистикасы

Қазіргі уақытта бағдаршамдарды реттеу көлік ағынын бағыттаудың негізгі әдісі болып табылады. Қозғалысты басқару арқылы қозғалыс тығыздығы өзгерген кезде көлік ауыртпалығын азайту мақсатында бағдаршам сигналдарын өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Бұл процесті жақсарту үшін таңертеңгі және кешкі ең жоғары сағаттар сияқты тәуліктің уақыт аралығын ескеретін бірнеше режимі бар контроллерлер барлық жерде

қолданылады. Алайда, қатаң белгіленген басқару әрдайым тиімді бола бермейді, өйткені ол қиылыстардағы көлік жағдайының кездейсоқ өзгеруіне жедел жауап бере алмайды [4].

Бұл жағдайдан шығудың жолы - нақты уақыттағы көлік ағынының ағымдағы жағдайы туралы ақпарат алуға негізделген адаптивті жол қозғалысын басқару. Ол үшін жолдардың қиылысу аймақтарында орналасқан көлік детекторлары, ол машиналардың өтуін тіркейді және көлік ағынының параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл тәсілдің одан әрі дамуы бүкіл қала көлеміндегі бағдаршамдардың жұмысын үйлестіруді және оларды бірыңғай бақылау орталығымен үндестіруді қамтамасыз ететін жол қозғалысын басқарудың автоматтандырылған кешендерінің пайда болуына әкелді.

Жол қозғалысын басқарудың қолданыстағы әдістерін жергілікті және желілік басқару алгоритмдеріне жіктеуге болады. Жергілікті әдістер бір-бірінен айтарлықтай қашықтықта орналасқан жеке қиылыстарда қолданылады және дербес жұмыс істейді. Олардың негізгі міндеті - бағдаршам циклінің ұзақтығын және орташа қозғалыс тығыздығына негізделген сигнал фазаларының таралуын жақсы таңдау арқылы көлік құралдарының тоқтап қалуын азайту. Мұндай жүйелердегі дәлірек басқару параметрлері Цифрлық әдістердің көмегімен анықталады.

Жергілікті алгоритмдердің тағы бір тобы - кезек ұзындығы мен ағынның қанығу дәрежесін қоса алғанда, көлік жағдайын дереу бағалауға негізделген әдістер. Осы әдістердің шеңберінде сигналдардың өзгеруі қиылыстағы көлік құралдарының нақты мінез-құлқын ескере отырып жүреді, бұл жасыл сигналды пайдалануды жақсартады.

Желілік басқару алгоритмдері бірыңғай жол желісіне кіретін қиылыстарда қолданылады және желінің барлық түйіндерінен көлік жағдайы туралы мәліметтер жинауды талап етеді. Жиі қолданылатын бағыттардың бірі - белгілі бір аймақтағы бағдаршамдардың дәйектілігіне кепілдік беретін тіркелген желілік басқару. Ең көп таралған бағдарламалық құралдарға көптеген мемлекеттерде қолданылатын және қалалық көшелер мен магистральдар үшін бағдаршамдардың ең жақсы үйлестірілген жұмыс жоспарларын құруға мүмкіндік беретін TRANSYT кешені жатады [5].

Тұрақты басқару әдістерімен қатар жол жағдайларының қайталануын ескеруге және көлік ағындарының тығыздығының күрт өзгеруіне жауап беруге қабілетті адаптивті желілік Алгоритмдер қолданылады. Ең танымал адаптивті алгоритмдердің бірі - кідірістерді, аялдамалар санын және өткізу қабілеттілігін динамикалық есептеуге негізделген Scoot жүйесі. Бұл жүйе жол жүктемесінің ағымдағы деңгейіне байланысты бағдаршамдардың жұмыс параметрлерін үнемі өзгертіп отырады, бұл өзгермелі көлік жүктемесі жағдайында қозғалысты басқарудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жол қозғалысын басқарудың қазіргі жүйелерін талдау дәстүрлі қатаң реттеу тәсілдерінің көлік ағындарының өзгермелі жағдайларына жеткілікті деңгейде бейімделе алмайтынын көрсетеді. Көлік құралдары санының артуы мен жол желісіне түсетін жүктеменің өсуі жағдайында мұндай жүйелер жол қозғалысының тиімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуде шектеулерге ие.

Адаптивті және желілік басқару алгоритмдерін қолдануға негізделген зияткерлік көлік жүйелері жол қозғалысын нақты уақыт режимінде бақылауға және басқару шешімдерін жедел қабылдауға мүмкіндік береді. Заттар интернеті технологияларын енгізу көлік инфрақұрылымының жұмыс істеу үдерістерін автоматтандыруға, деректерді жедел өндеуге және қозғалыс параметрлерін оңтайландыруға жағдай жасайды. Бұл өз кезегінде көлік кідірістерін азайтуға, жол-көлік оқиғаларының санын төмендетуге және олардың салдарын жеңілдетуге ықпал етеді.

Осы бағыттағы технологиялық шешімдерді енгізу көше-жол желісінің өткізу қабілетін арттыруға, жол қозғалысы қауіпсіздігін жақсартуға және цифрландыру мен ақылды қалаларды дамыту талаптарына сәйкес келетін тұрақты көлік жүйесін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/E17000185AD>
2. Ханов Т.А., Баишев К.А., Баширов А.В. Использование статистического анализа в снижении риска совершения дорожно-транспортных правонарушений в Республике Казахстан // *Актуальные проблемы современности*. – 2019. – № 4(26). – С. 14–19.
3. Анализ дорожно-транспортных происшествий на автодорогах Республики Казахстан / А.К. Ибраимов, А.А. Утешбаева, Т.М. Дюсенгалиева [и др.] // *Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева*. – 2020. – № 3(114). – С. 18–23.
4. Груздева Л.М. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий и их последствий в Республике Казахстан за 2012–2016 годы // *Транспортное право и безопасность*. – 2017. – № 7(19). – С. 66–72.
5. Уголовный кодекс Республики Казахстан от 3 июля 2014 года № 226-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 12.09.2023 г.).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812593>  
УДК 624.952 ;528.44

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ ГАЗГОЛЬДЕРОВ

**АХМЕТЖАНОВА К. М., ЕРГАЛИ Э. Е., БОНДАРЬ И.С.**

Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б.Гончарова (КазАДИ),  
050061, Алматы, Казахстан

**ДЖЕКСЕНБАЕВ Е. К.**

АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева,  
050012, Алматы, Казахстан.

---

**Аннотация.** Газгольдеры, или резервуары для хранения газа, играют ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности и эффективности газоснабжения. Современные технологии, используемые в их строительстве, значительно улучшили безопасность, надежность и экономичность этих объектов. В данной статье мы рассмотрим основные современные технологии и методы, применяемые в строительстве газгольдеров. Газгольдеры – это емкости, в которых находится сжиженный газ, и с их помощью можно надолго обеспечить теплом целое предприятие или частный дом. При этом к выбору емкости для хранения СУГ (сжиженных углеводородных газов) подходить нужно ответственно. Резервуары, как и любое другое газовое оборудование, должны отвечать всем требованиям безопасности. Другими критериями выбора газгольдера являются долговечность, рентабельность и эффективность. В статье рассмотрим подробнее сложный процесс производства емкостей для хранения СУГ и их характеристики.

**Ключевые слова:** Газгольдеры, резервуары, оборудование и газовая арматура, процесс изготовления газгольдеров.

---

## THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF BUILDING MODERN GAS TANKS

**AKHMETZHANOVA K.M., ERGALI A.E., BONDAR I.S.**

Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov (KazADI),  
050061, Almaty, Kazakhstan

**JEKSENBAEV E.K.**

ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University,  
050012, Almaty, Kazakhstan.

---

**Abstract.** Gas tanks, or gas storage tanks, play a key role in ensuring energy security and gas supply efficiency. Modern technologies used in their construction have significantly improved the safety, reliability and cost-effectiveness of these facilities. In this article, we will look at the main modern technologies and methods used in the construction of gas tanks. Gas tanks are containers containing liquefied gas, and they can be used to provide heat to an entire enterprise or private home for a long time. At the same time, the choice of a storage tank for LPG (liquefied petroleum gases) should be approached responsibly. Tanks, like any other gas equipment, must meet all safety requirements. Other criteria for choosing a gas tank are durability, profitability and efficiency. In this article, we will take a closer look at the complex production process of LPG storage tanks and their characteristics.

**Keywords:** Gas tanks, tanks, equipment and gas fittings, the process of manufacturing gas tanks.

---

## ЗАМАНАУИ ГАЗГОЛЬДЕРЛЕРДІ САЛУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІ

**АХМЕТЖАНОВА К.М., ЕРҒАЛИ Ә.Е., БОНДАРЬ И.С.**

Л. Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты (ҚазАДИ),  
050061, Алматы, Қазақстан

**ДЖЕКСЕНБАЕВ Е.К.**

АЛТ Мұхамеджан Тынышпаев атындағы Университет,  
050012, Алматы, Қазақстан.

---

***Аңдатпа.** Газ гольдерлері немесе газ сақтауға арналған резервуарлар энергетикалық қауіпсіздік пен газбен жабдықтау тиімділігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Олардың құрылысында қолданылатын заманауи технологиялар бұл нысандардың қауіпсіздігін, сенімділігі мен үнемділігін едәуір жақсартты. Бұл мақалада біз газ ұстағыштарды салуда қолданылатын негізгі заманауи технологиялар мен әдістерді қарастырамыз. Газ ұстағыштар-бұл сұйытылған газ орналасқан контейнерлер және олардың көмегімен сіз бүкіл кәсіпорынды немесе жеке үйді ұзақ уақыт жылумен қамтамасыз ете аласыз. Бұл жағдайда СУГ (сұйытылған көмірсутек газдары) сақтауға арналған ыдысты таңдауға жауапкершілікпен қарау керек. Резервуарлар, кез-келген басқа Газ жабдықтары сияқты, барлық қауіпсіздік талаптарына сай болуы керек. Газ ұстағышты таңдаудың басқа критерийлері-беріктік, рентабельділік және тиімділік. Мақалада біз СУГ сақтауға арналған контейнерлерді өндірудің күрделі процесін және олардың сипаттамаларын егжей-тегжейлі қарастырамыз.*

***Түйінді сөздер:** газгольдерлер, резервуарлар, жабдықтар және газ арматурасы, Газгольдер жасау процесі.*

---

### **Введение**

Газгольдеры, или резервуары для хранения газа, представляют собой специализированные сооружения, предназначенные для хранения природного газа, сжиженного газа или других газообразных веществ. Они играют важную роль в энергетической инфраструктуре, обеспечивая стабильность поставок и управление ресурсами. Конструктивно газгольдеры бывают: одностенные и двустенные газгольдеры. В зависимости от размещения газгольдеры делятся на: наземные и подземные газгольдеры. В зависимости от ориентации в пространстве: вертикальные, горизонтальные и сферические газгольдеры. По способу герметизации газового пространства: мокрые и сухие газгольдеры. Конструктивно двустенные резервуары представляют собой горизонтальные резервуары, расположенные один в другом [1]. Пространство между стенками емкостей заполнено или азотом или этиленгликолем, т. е. инертными веществами, в связи с чем уменьшается взрывоопасность газгольдеров (улучшенная защита от утечек газа и взрывозащищенность). Недостаток двустенных газгольдеров для хранения СУГ - большой вес, а значит увеличенная стоимость емкости.

Все типы газгольдеров изготавливаются в соответствии с НТД [2]: 1) ПБ-03-576-03 «Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»; 2) ПБ 03-584-03 «Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных»; 3) ПБ 09-566-03 «Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением»; 4) ГОСТ Р 52630-2006 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия».

Проектирование и монтаж сферических резервуаров осуществляется в соответствии с требованиями следующих государственных стандартов [2]: 1) СП 43.13330.2012 "Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85";

2) СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85"; 3) ВСН 467-85 "Монтаж стальных конструкций, резервуаров и газгольдеров".

### 1. Материалы и методы

Современные газгольдеры изготавливаются из высокопрочных материалов, таких как нержавеющая сталь и композитные материалы. Использование нержавеющей стали обеспечивает долговечность и устойчивость к коррозии, что особенно важно при хранении сжиженного газа. Композитные материалы, в свою очередь, обладают низким весом и высокой прочностью, что позволяет снизить затраты на транспортировку и установку. Оптимизация процесса достигается путем разделения труда. На каждом участке производства работают узконаправленные специалисты, занимающиеся подготовкой, обработкой, сборкой и сваркой, а также нанесением покрытия.

Рассмотрим поэтапно технологию создания газгольдеров:

**Проектирование.** Сначала проектировщики моделируют газгольдеры в специальных программных комплексах: СТАРТ, APM Win Machine, LIRA, SCAD, ANSYS, ABACUS, Midas Civil и др. [3] рассчитывая их на внутреннее воздействие газов и внешние воздействия, такие как ветровая и снеговая нагрузки, а также природно климатические (солнечная радиация и холод) [4]. Процесс начинается с выбора типа конструкции и материалов для ее изготовления. Затем по выполненным расчетам проектировщиков, газгольдеры собирают на базе типовых и индивидуальных проектов, разработанных в соответствии с ГОСТом. При этом емкости могут различаться по объему, устройству, типу залегания, материалу и толщине стенки. Какой именно вид газгольдера выбрать, в дальнейшем при покупке определяет сам заказчик - все зависит от его потребностей, а также от особенностей участка и условий эксплуатации. Например, если речь идет об объеме, то здесь важна площадь здания, которое будет обслуживаться. В среднем на 1 м<sup>2</sup> необходимо 30 литров. И производственная оснащенность компании позволяет изготавливать емкости любых видов и размеров в зависимости от пожеланий покупателя. Основным материалом для изготовления корпуса резервуара является высокопрочная сталь марки 09Г2С с минимальной примесью кремния и марганца. А в некоторых случаях применяются особые виды металлов. Толщина стенок газгольдера тоже может быть разной - на этот показатель влияет расчетное давление. Конечно, заказчик не владеет такой информацией - определить эти показатели смогут установщики резервуара [5,6].

**Технологии сварки и сборки.** Современные методы сварки, такие как автоматическая и роботизированная сварка, обеспечивают высокое качество соединений и снижают трудозатраты. Эти технологии позволяют минимизировать человеческий фактор, что особенно критично для обеспечения герметичности газгольдеров. Также активно применяются технологии модульного строительства, что позволяет сократить сроки возведения объектов. Емкости для хранения СУГ делают из металлических заготовок, которые создаются на этапе подготовительных работ [7, 8] (рис. 1).

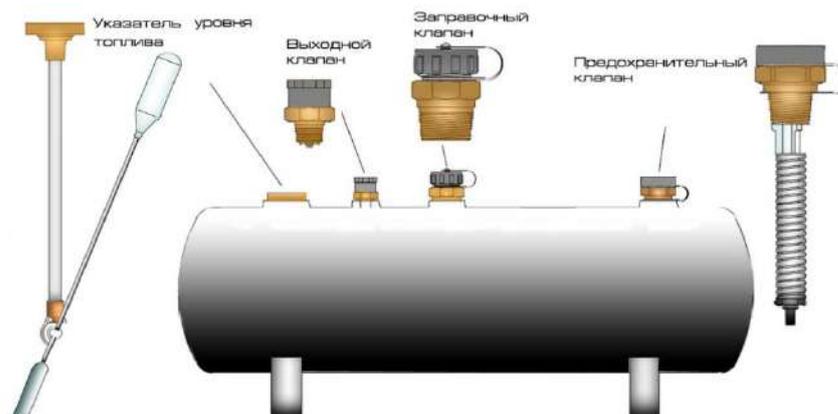


Рисунок 1 – Газгольдер, оборудование и газовая арматура

Сталь для газгольдеров не склонна к хладноломкости и крайне устойчива к коррозиям. Для резервуаров отбираются прочные и пластичные материалы, легко поддающиеся обработке на специальных станках. Для изготовления используют оборудование для плазменной резки металла (рис. 2), вальцевания и гибки металлических листов (рис.3, а) сверления и других необходимых манипуляций [7, 8].



Рисунок 2 – Станок для портальной плазменной резки стальных пластин с ЧПУ

После подготовки запчасти для газгольдера попадают в сборочно-сварочный цех. Сварка резервуаров происходит в автоматическом режиме с использованием сварочного флюса (рис.3, б). Этот материал защищает шов от деформаций. Что немаловажно, процесс автоматизирован, это увеличивает эффективность работы в 20 раз по сравнению с ручным способом и помогает исключить образование брызг на стальных полуфабрикатах. Кроме того, технология автоматической сварки под флюсом улучшает и технические характеристики готового газгольдера [7, 8].



Рисунок 3 – Оборудование для изготовления газгольдеров: а – станок для вальцевания и гибки листового металла; б – аппарат для аргонно-дуговой сварки

Чтобы подготовить поверхность резервуара к нанесению финишного защитного покрытия, ее подвергают дробеструйной обработке. Это нужно, чтобы повысить антикоррозионные свойства металла, а следовательно, прочность и в целом срок службы газгольдера. Мощная струя дроби удаляет следы коррозии с поверхности резервуара, после чего она становится шероховатой, что обеспечивает отличное «сцепление» металла с финишным покрытием. Большое значение имеет и использование европейской запорной арматуры на резервуарах (см. рис. 1) – этот факт также напрямую влияет на срок службы изделия.

В конце производственного цикла емкость для хранения СУГ покрывается ударопрочными, антикоррозионными и, конечно же, лакокрасочными составами. Покрытие

распыляется безвоздушным способом, что позволяет избежать подтеков. Чтобы металлические конструкции могли прослужить еще дольше, их покрывают специальным составом - он устойчив к водной среде, поэтому подходит для защиты любых газгольдеров независимо от того, устанавливаются они на земле или под ней [7, 8].

**Системы контроля и мониторинга.** Современные газгольдеры оснащаются высокотехнологичными системами контроля и мониторинга, которые позволяют в реальном времени отслеживать параметры хранения газа, такие как давление, температура и уровень [9-11]. Эти системы обеспечивают раннее выявление возможных утечек и других аварийных ситуаций, что существенно повышает безопасность эксплуатации газгольдеров. *Контроль качества* - важнейшая стадия производства резервуаров для хранения СУГ. Газгольдеры проходят гидравлические лабораторные испытания по ГОСТу, кроме того, проводятся:

- диагностика с применением увеличительной оптики;
- ультразвуковое исследование;
- обработка индикаторной жидкостью для выявления дефектов;
- испытания сварочных швов - радиографические и другие;
- проверка емкости на герметичность.



Рисунок 4 – Оборудование для пневматического и гидравлического испытания сосудов и трубопроводов, работающих под давлением.

Гидравлические испытания газгольдеров выполняются в жестких условиях. Емкости, которые не выдержали тест, возвращаются в сварочный цех, там они снова уходят в работу, после чего подвергаются повторной проверке качества.

## **2. Модели газгольдеров для подземного и наземного хранения СУГ**

Минигазгольдеры на 600, 900, 1200, 1400, 1700 и 2200 литров. Они предназначены для частного использования. Также для обогрева частного дома или дачи можно приобрести минигазгольдер с немного большим объемом - на 2200 литров. Однако минигазгольдеры подходят в основном для применения именно в теплые сезоны: если это оборудование будет использоваться в холодное время года, потребуются дополнительное утепление емкости. Впрочем, такие практичные и удобные резервуары сразу приобрели популярность среди владельцев загородного жилья в местах, где нет централизованной газификации. Обеспечение дома теплом и горячей водой с помощью электричества - весьма дорогое удовольствие, а использование твердого топлива (дров и угля) не экологично и сопряжено с определенными трудностями. Автономную газификацию все же можно по праву назвать более практичным и удобным решением, например, для летнего дома.

Подытожим преимущества минигазгольдеров:

- они экономичнее и экологичнее многих других вариантов;
- с их помощью вполне реально обеспечить бесперебойную работу плиты и водонагревателя на весь дачный сезон;
- они просты в установке и эксплуатации (чаще всего размещаются на поверхности участка).

Для круглогодичного использования подойдут подземные горизонтальные газгольдеры объемом более 2200 и до 11 000 литров. Они широко применяются для автономной газификации крупных промышленных и жилых объектов. Резервуары устанавливаются ниже уровня промерзания почвы, поэтому утеплять их на зимний период не нужно даже в холодных регионах. Кроме того, за счет подземного монтажа площадь участка над резервуаром остается практически свободной. Над землей остается только горловина с запорным устройством, к которой присоединяются манометры, клапаны и другое газовое оборудование. Автономное отопление от газгольдера можно назвать одним из наиболее экономичных вариантов обеспечения жилья теплом независимо от того, какой газгольдер в итоге будет выбран.

С объемом мы уже определились выше: он рассчитывается в зависимости от отапливаемой площади - исходя из того, что на 1 м<sup>2</sup> необходимо 30 литров. Также учитываются и другие особенности эксплуатации. Так, для небольшого дачного дома, где проживают лишь в теплое время года или по выходным, когда хозяева выезжают за город, будет достаточно минигазгольдера объемом 600 литров.

Таблица 1. Сравнение газгольдеров

Данные	Минигазгольдеры (размещаются на поверхности)	Подземные горизонтальные газгольдеры
Модель	600, 900, 1200, 1400, 1700, 2200	С высокими патрубками (подходят для работы даже при самых экстремальных климатических условиях): 2700, 3100, 5000, 5700, 6600, 7400, 9200, 10000, 12000. С высокой горловиной (подходят для работы при низких температурах в почвах с близким залеганием грунтовых вод): 2700, 3100, 5000, 5700, 6600, 7400, 9200, 10000, 12000
Объем в литрах	900, 1200, 1600, 2200	2200, 3100, 4950, 5700, 7400, 9200, 11 000
Сфера применения	1. Отопление небольшого загородного дома. 2. Временное отопление дома на этапе строительства	1. Отопление крупных жилых объектов, предназначенных для постоянного проживания. 2. Отопление промышленных предприятий и нежилых объектов различного назначения
Требуется утепление в зимний период	Да	Нет
Монтаж	Простой, занимает около двух часов	Сложный, занимает один-два дня
Стоимость	От 585000 до 1040000 тенге	От 1072500 до 3510000 тенге

Газгольдеры объемом от 600 до 25 000 литров с различными вариантами установки: подземные горизонтальные и вертикальные, надземные стационарные и мобильные резервуары.

### 3. Преимущества газгольдеров

Газгольдеры - одни из самых популярных на рынке. Репутацию долговечного газового оборудования они получили, во-первых, за разумное соотношение цены и качества, а во-вторых, благодаря таким преимуществам, как:

- внушительный эксплуатационный период - 30 лет (по паспорту);
- наличие сертификатов соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013);
- самый большой объем среди аналогичного оборудования на рынке;
- технические характеристики, соответствующие ГОСТ 8713-79: толщина стенки обечайки - от 5 мм, толщина днища - от 6 мм;
- удобная эксплуатация за счет высоты патрубков - 650 мм;
- многослойное, устойчивое к внешним воздействиям эпоксидное покрытие;
- современное высокотехнологичное оборудование по ГОСТ 19281-2014;
- надежная запорная арматура от немецкого производителя GOK;
- отсутствие необходимости регистрации емкости в Ростехнадзоре;
- честный внутренний объем емкости;
- быстрая установка.

### **Заключение**

Современные технологии в строительстве газгольдеров значительно повышают безопасность, надежность и экономическую эффективность этих объектов. Инновационные материалы, передовые методы сварки, системы мониторинга и экологические решения делают процесс хранения газа более безопасным и устойчивым. В условиях растущего спроса на энергию и необходимости соблюдения экологических стандартов, развитие технологий в этой области будет продолжаться, открывая новые горизонты для эффективного и безопасного газоснабжения, а также увеличения использования газового оборудования на транспорте [12].

Внедрение энергоэффективных технологий в процесс хранения газа также стало важным направлением. Использование теплоизоляционных материалов и систем рециркуляции газа позволяет существенно снизить потери и повысить общую эффективность работы газгольдеров.

Современные технологии строительства газгольдеров также учитывают экологические аспекты. Разработка систем для утилизации выбросов и минимизация воздействия на окружающую среду становятся важными требованиями при проектировании новых объектов. Использование экологически чистых технологий и материалов способствует снижению негативного влияния на природу.

Автоматизация процессов строительства и эксплуатации газгольдеров становится все более актуальной. Внедрение цифровых технологий, таких как BIM (Building Information Modeling), позволяет оптимизировать проектирование и управление строительством, а также улучшить взаимодействие между всеми участниками проекта.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Газгольдеры производственные. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KR\\_NAS\\_SH/Ycheb\\_metod/Tab10/Газгольдеры\\_ш.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KR_NAS_SH/Ycheb_metod/Tab10/Газгольдеры_ш.pdf).
2. Марюшко Ю.С. Дусалимов М.Э., Глазков А.С., Насибуллин Т.Р. (2018). Необходимость актуализации нормативно-технической базы по шаровым резервуарам / Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. №5-6. – С. 23-27. <https://doi.org/10.24411/0131-4270-2018-10504>.
3. И.С. Бондарь, Квашнин М.Я., Рахимжанов А.Б. (2023). Исследование напряженно - деформированного состояния подземных трубопроводов / Вестник КазАДИ №4, с. 41-52.

4. И.А. Порываев, М.Н. Сафиуллин, А.А. Семенов. (2012). Исследования ветровой и снеговой нагрузок на покрытия вертикальных цилиндрических резервуаров // Magazine of Civil Engineering. – №5 (31). – С.12-22.
5. Ращепкина С.А. Проектирование шаровых емкостей для углеводородов / С.А. Ращепкина, А.А. Землянский, И.В. Захарченко. – Саратов: СГТУ, 2010. – 80 с.
6. С.А. Ращепкина, И.В. Дрындина. (2025). К вопросу проектирования стального газгольдера для нефтепродуктов / International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 4-1 (103), Технические науки. Балаковский инженерно-технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Россия, г. Балаково). С. 216-220. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-4-1-216-220>.
7. Особенности изготовления и монтажа сферических резервуаров для хранения сжиженного газа / ООО «Газовик». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://gazoviklpg.ru/cat/articles/montag\\_sfericheskikh\\_rezervuarov/](https://gazoviklpg.ru/cat/articles/montag_sfericheskikh_rezervuarov/).
8. Оборудование для хранения и транспортировки СУГ и жидкой химии. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uralhimmash.ru/>.
9. Е.В. Бирюкова, Н.П. Калиниченко. (2008). Шаровые резервуары для хранения сжиженных газов. Разработка технологических карт визуально-измерительного и акустико-эмиссионного контроля /// Известия Томского политехнического университета. – №2S. – С. 388-390.
10. И.С. Бондарь, А.Б. Рахимжанов, Е.Н. Ремизов. (2024). Методы неразрушающего контроля, используемые при проверке сварных швов нефтепроводов / Вестник КазАДИ №4, с. 8-18.
11. Игнатьева С.С., Комиссаров А.В. (2017). Состояние, проблемы и перспективы применения технологии наземного лазерного сканирования для обследования вертикальных стальных, шаровых и горизонтальных резервуаров нефти и газа / Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий, Том 22, №1, с. 26-28.
12. И.С. Бондарь, У.А. Усипбаев, Е.К. Джексенбаев, Ш.А. Абдрешов, А.К. Имангалиева. (2025). Анализ технико-экологических факторов автомобильного транспорта влияющих на экологическую безопасность крупных мегаполисов / Вестник КазАТК 2 (137), 2025 - с.532-543. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2025-136-2-532-543>.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812628>  
УДК 622.276

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ ГЕЛЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКА В ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИНАХ

**АДИЗОВ БОБИРЖОН ЗАМИРОВИЧ**

заведующий лабораторией института общей и неорганической химии АН РУз, DSc,  
Ташкент, Узбекистан

**НУРИДДИНОВ Ж.Ф.**

начальник отдела разработки ООО «Uz-Gas Projects», Ташкент, Узбекистан

**АКРАМОВ БАХШИЛЛО ШАФИЕВИЧ**

к.т.н., профессор Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

---

***Аннотация.** В статье рассмотрены современные подходы к ограничению водопритока в газоконденсатных скважинах, эксплуатируемых в условиях высоких пластовых температур. Выполнено обобщение и сопоставление полимерных, композитных и неорганических гелеобразующих систем по критериям термостабильности, селективности воздействия и устойчивости эффекта. Показано, что при температурах выше 110–120 °С традиционные полимерные составы часто демонстрируют ускоренную деградацию и сокращение срока водоизоляционного эффекта. Предложен практико-ориентированный алгоритм выбора технологии в зависимости от источника воды, температуры и фильтрационно-емкостных свойств пласта. Приведены оригинальные схемы и сводные таблицы для инженерного принятия решений при планировании ГТМ.*

***Ключевые слова:** водоприток; газоконденсатные скважины; водоизоляция; гели; термостабильность; селективная изоляция; композитные системы.*

---

***Введение.** Рост водосодержания продукции является одним из ключевых факторов снижения эффективности эксплуатации газоконденсатных скважин на поздних стадиях разработки. Вода увеличивает гидростатическую нагрузку на забой, ухудшает фазовую проницаемость по газу и ускоряет коррозионно-эрозионные процессы. Для высокотемпературных пластов (как правило, 100–160 °С) задача осложняется тем, что ряд традиционных водоизоляционных материалов утрачивает прочностные и реологические свойства, а технологические «окна» по времени гелеобразования и совместимости с пластовыми водами сужаются.*

*Цель работы — систематизировать термостойкие гелевые решения для ограничения водопритока в газоконденсатных скважинах и сформировать рекомендации по выбору технологии с учетом температурного фактора, типа обводнения и рисков повреждения газонасыщенной зоны.*

***Механизмы обводнения газоконденсатных скважин.** Практически значимыми механизмами поступления воды в газоконденсатные скважины являются: (1) подъем подошвенной воды и формирование водяного конуса при повышенной депрессии; (2) прорыв законтурных вод по высокопроницаемым пропласткам и каналам; (3) перетоки по заколонному пространству при нарушениях герметичности крепи; (4) техногенные каналы после многократных ремонтов и воздействий на пласт. Для газовых объектов характерно, что даже небольшие дебиты воды могут приводить к самозадавливанию низкодебитных скважин и резкому падению добычи газа.*

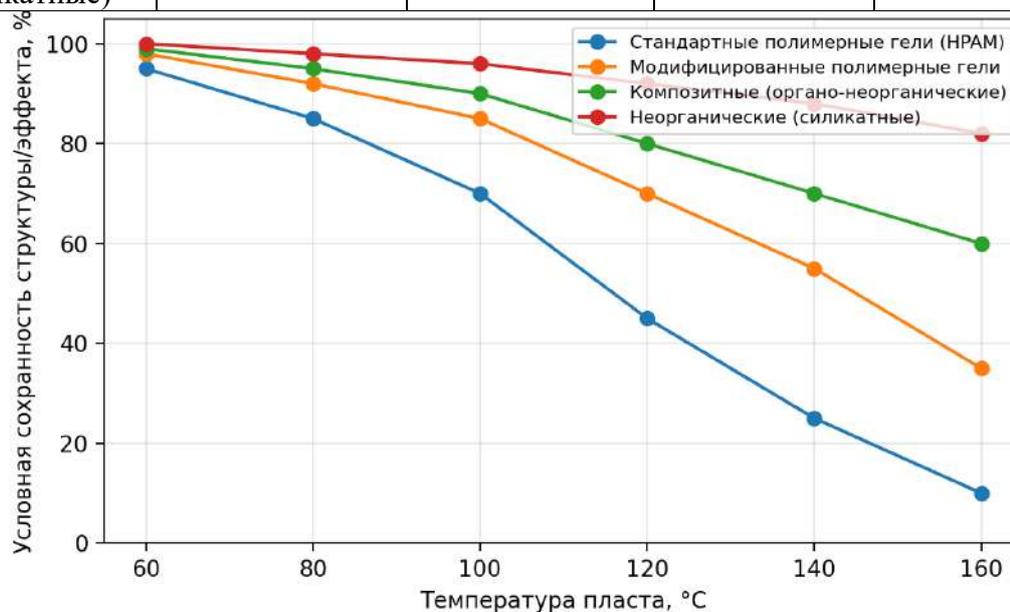
***Ограничения традиционных водоизоляционных решений при высоких температурах.** В условиях повышенных температур ускоряются процессы термодеструкции полимерных цепей и окислительной деградации, снижается устойчивость пространственной сетки геля и*

возрастает вероятность размыва или продавливания изолирующего барьера. Высокоминерализованные воды (особенно с повышенным содержанием двухвалентных катионов) могут ухудшать совместимость ряда полимеров, изменять кинетику сшивания и приводить к нестабильному времени загущения. Поэтому при планировании ГТМ важно подбирать класс материалов под заданный температурно-солевой режим и корректно рассчитывать время гелеобразования.

*Классификация термостойких гелеобразующих систем.* Для практического применения целесообразно выделять следующие классы систем: а) стандартные полимерные гели (например, на основе НРАМ и типовых сшивателей) — применимы преимущественно до ~110 °С; б) модифицированные полимерные гели — за счет стабилизаторов, сополимеров и термостойких сшивателей позволяют расширить рабочий диапазон до 130–150 °С; в) композитные органо-неорганические системы — минеральные наполнители и нанодобавки повышают механическую прочность и сопротивляемость размыву; г) неорганические гели (силикатные и др.) — обладают высокой термостойкостью, но требуют тщательного контроля селективности для минимизации ущерба газовой зоне.

**Таблица 1 — Сравнение классов гелеобразующих систем для водоизоляции**

Класс системы	Температурный диапазон	Селективность	Риск ущерба газовой зоне	Устойчивость эффекта
Стандартные полимерные гели	до ~110 °С	средняя	средний	ограниченная
Модифицированные полимерные гели	110–150 °С	средняя–высокая	низкий–средний	повышенная
Композитные (органо-неорганические)	120–160 °С	высокая	низкий	высокая
Неорганические гели (силикатные)	140 °С и выше	низкая–средняя	средний	высокая



*Рисунок 1 — Концептуальная зависимость сохранности эффекта геля от температуры для разных классов систем.*

*Алгоритм выбора технологии ограничения водопритока.* Для повышения воспроизводимости результата рекомендуется применять стандартизированный алгоритм: сначала устанавливается источник воды (подошвенная, законтурная, заколонные перетоки), затем определяется целевой механизм воздействия (селективное снижение водопроницаемости или блокирование высокопроницаемых каналов). После этого выполняется подбор системы по температурному диапазону и совместимости с пластовой водой, а также инженерный расчет объема закачки и времени гелеобразования с учетом режима работы скважины.

*Рисунок 2 — Практико-ориентированный алгоритм выбора технологии водоизоляции для высокотемпературных объектов.*



Рекомендации по обработке и контролю результата:

При проектировании водоизоляционных работ в газоконденсатных скважинах целесообразно придерживаться следующих принципов:

- 1) Минимизация риска потери газопроницаемости: предпочтение селективным системам и контролю профиля приемистости.
- 2) Управляемая кинетика: время гелеобразования должно обеспечивать доставку состава в целевую зону при заданной температуре.
- 3) Совместимость: предварительно проверяется влияние минерализации и ионного состава воды на стабильность геля.
- 4) Контроль технологических параметров: давление закачки, приемистость, объемы, качество промывок и изоляции НКТ.
- 5) Оценка эффекта: сравнение дебитов газа, динамики обводненности/жидкостной нагрузки и устойчивости результата во времени.

**Таблица 2 — Рекомендации по выбору класса системы в зависимости от условий (обобщение)**

Температура пласта	Тип обводнения	Предпочтительный класс системы	Комментарий
до 110 °С	подошвенное / ранний конус	полимерные или модифицированные	приоритет селективности и «мягкого» дизайна
110–140 °С	конус / каналы высокой k	модифицированные или композитные	повышенная стойкость к размыву, контроль времени гелеобразования

140–160 °С	законтурные воды / трещиноватость	композитные / гибридные	упор на механическую прочность и совместимость с водой
>160 °С	каналы / перетоки	неорганические или гибридные	строгий контроль селективности и рисков ущерба газовой зоне

### Выводы

1. При высоких пластовых температурах (выше 110–120 °С) традиционные полимерные водоизоляционные составы могут демонстрировать ускоренную деградацию и снижение срока эффективной работы.

2. Наиболее перспективными решениями для газоконденсатных скважин являются модифицированные полимерные гели и композитные органо-неорганические системы, сочетающие селективность и повышенную термостойкость.

3. Для объектов с температурами 140 °С и выше целесообразно рассматривать гибридные и/или неорганические системы при обязательном контроле рисков повреждения газонасыщенной части пласта.

4. Эффективность водоизоляции повышается при применении унифицированного алгоритма выбора технологии, корректном дизайне объема и времени гелеобразования, а также при обязательной пост-оценке результата по комплексу промышленных показателей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Song T., Wu H., Liu P., et al. Water Shutoff with Polymer Gels in a High-Temperature Gas Reservoir in China: A Success Story. *Energies*. 2025;18(24):6554.
2. Sandoval Martinez M.I., Salgado Carabali V., Ramirez A., et al. Design of a Dual Molecular Weight Polymer Gel for Water-Shutoff Treatment in a Reservoir with Active Aquifer. *Polymers*. 2025;17(10):1399.
3. Lu S., Bo Q., Zhao G., et al. Recent Advances in Enhanced Polymer Gels for Profile Control and Water Shutoff: A Review. *Frontiers in Chemistry*. 2023;11:1067094.
4. Ivanova T.N., Krenicky T., Korshunov A.I., Koretckiy V.P. Water Production Isolation Techniques for Oil-Wells with High Reservoir Temperature. *MM Science Journal*. 2023;June:2023022.
5. Synergy Technology. Реагенты и технологические решения для ограничения водопритока (обзорный материал). (PDF-материал).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812767>  
УДК 681.518

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА С ФУНКЦИЕЙ ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ

**БАРАЙСОВ ЖАСЛАН ЖАСТАЛАПОВИЧ**

Студент факультета Системного анализа и управления Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Научный руководитель – **С. САГНАЕВА**  
Астана, Казахстан

***Аннотация.** В работе рассматривается разработка системы автоматизации резервуарного парка пункта сбора нефти с внедрением модуля прогнозной аналитики для повышения эксплуатационной надежности оборудования. Предложена трехуровневая структура автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), реализованная на базе программируемого логического контроллера и SCADA-системы. Дополнительно разработан алгоритм прогнозирования отказов на основе анализа трендов технологических параметров и модели интенсивности отказов. Показано, что внедрение прогнозной аналитики позволяет снизить вероятность аварийных ситуаций и увеличить среднюю наработку на отказ оборудования.*

***Ключевые слова:** резервуарный парк, пункт сбора нефти, АСУ ТП, SCADA, программируемый логический контроллер, прогнозная аналитика, надежность, MTBF.*

### **Введение**

Пункты сбора нефти являются ключевыми элементами инфраструктуры нефтедобычи. Надежность их работы напрямую влияет на безопасность технологического процесса, экономические показатели предприятия и экологическую обстановку.

Резервуарный парк выполняет функции буферного накопления товарной нефти перед транспортировкой. Основными контролируемыми параметрами являются уровень, давление и температура нефти. Нарушение допустимых значений этих параметров может привести к аварийным ситуациям: переполнению резервуаров, разгерметизации, повреждению трубопроводов и насосного оборудования.

Традиционные системы автоматизации обеспечивают контроль и аварийную сигнализацию, однако они работают в реактивном режиме — реагируют на уже возникшие отклонения. В современных условиях целесообразно внедрение элементов прогнозной аналитики, позволяющих выявлять предпосылки отказов на ранних стадиях.

### **Структура системы автоматизации резервуарного парка**

Разработанная система автоматизации реализована в виде трехуровневой структуры:

- **Нижний уровень** — датчики температуры, давления и уровня, а также исполнительные механизмы (задвижки с электроприводом).
- **Средний уровень** — программируемый логический контроллер ОВЕН ПР103 с модулями расширения аналоговых входов.
- **Верхний уровень** — SCADA-система, обеспечивающая визуализацию, архивирование и удаленный доступ.

Функциональная схема разработанной системы автоматизации резервуарного парка представлена на рисунке 1.

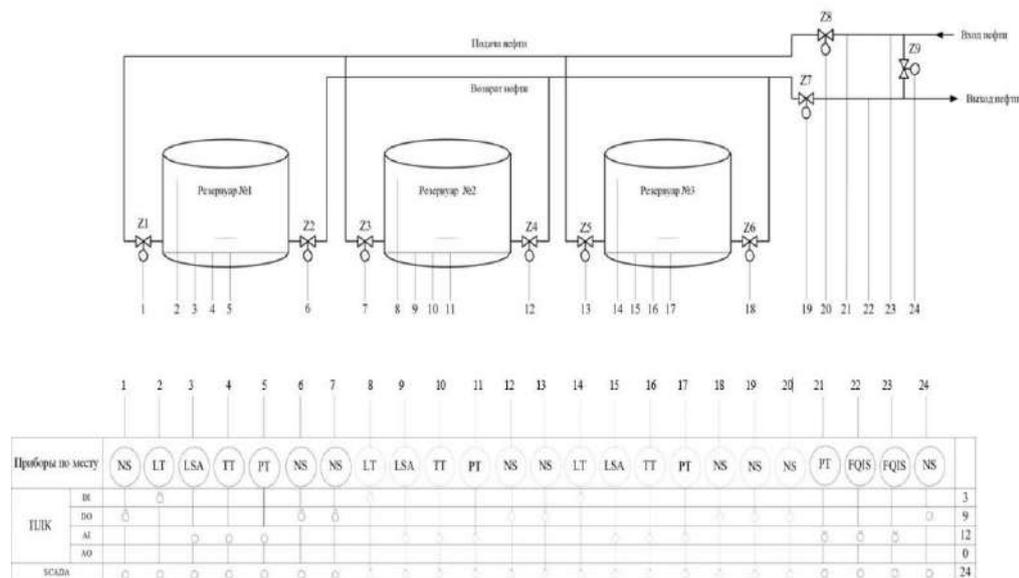


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматизации резервуарного парка

Контролируемые параметры включают:

- уровень нефти в трех резервуарах;
- давление в резервуарах и на линии подачи;
- температуру нефти;
- сигналы аварийного переполнения.

Система реализует два режима работы:

1. Режим наполнения резервуаров;
2. Режим опустошения резервуаров.

Алгоритмы управления обеспечивают автоматическое открытие и закрытие задвижек в зависимости от текущего уровня нефти и состояния технологического процесса.

### Операторский интерфейс

SCADA-система обеспечивает:

- отображение мнемосхемы резервуарного парка;
- визуализацию текущих параметров;
- формирование аварийных сообщений;
- ведение журнала событий;
- архивирование данных.

б)

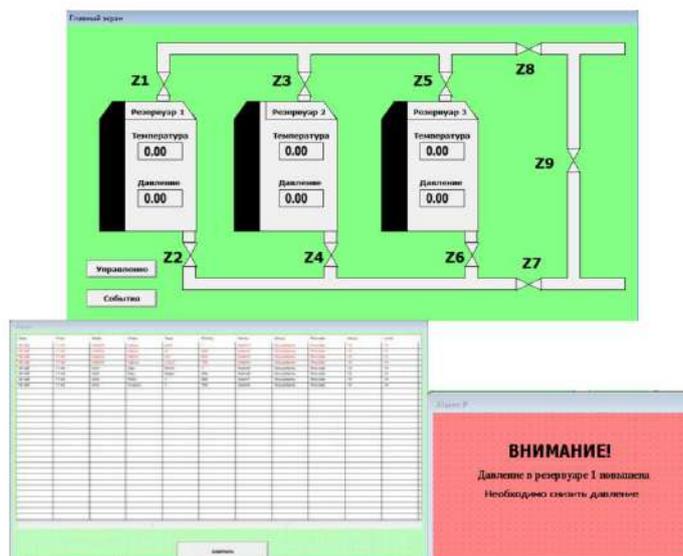


Рисунок 2- Операторский интерфейс и визуализация технологического процесса

### Модель надежности оборудования

Для оценки эксплуатационной надежности используется показатель интенсивности отказов:

$$\lambda = \frac{n}{T}$$

Где

$n$  — количество отказов за период наблюдения,

$T$  — суммарное время работы оборудования.

Вероятность безотказной работы определяется выражением:

$$P(t) = e^{-\lambda t}$$

Средняя наработка на отказ:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

В традиционной системе автоматизации обслуживание выполняется по регламенту либо после возникновения аварии, что приводит к увеличению числа внеплановых остановок.

### Разработка модуля прогнозной аналитики

Для повышения надежности предложено внедрение модуля прогнозной аналитики, функционирующего на верхнем уровне системы.

Модуль выполняет:

1. Анализ трендов давления, температуры и уровня;
2. Контроль скорости изменения параметров;
3. Оценку частоты срабатывания аварийных сигналов;
4. Прогнозирование вероятности отказа.

Критериями предаварийного состояния являются:

- устойчивый рост температуры нефти;
- нестабильность давления;
- превышение допустимой скорости изменения уровня;
- увеличение числа аварийных срабатываний.

Прогноз вероятности отказа формируется на основе изменения интенсивности отказов:

$$\lambda_{\text{прогн}} = \lambda_{\text{баз}} + k \cdot \Delta p$$

Где

$\Delta p$  — отклонение параметров от номинального режима,

$k$  — коэффициент чувствительности модели.

При превышении установленного порога система формирует предупреждение оператору о необходимости профилактического обслуживания.

### Оценка эффективности внедрения прогнозной аналитики

Сравнительный анализ показал:

Показатель	Без прогнозирования	С прогнозной аналитикой
Количество аварий в год	5	2
Средняя наработка на отказ (ч)	4200	6000
Время простоев (ч/год)	72	28

Снижение интенсивности отказов приводит к увеличению вероятности безотказной работы оборудования и сокращению внеплановых остановок.

### Заключение

Разработана система автоматизации резервуарного парка пункта сбора нефти, реализованная на базе ПЛК и SCADA-системы. Предложен модуль прогнозной аналитики, позволяющий оценивать вероятность возникновения отказов на основе анализа технологических параметров.

Внедрение прогнозной аналитики обеспечивает:

- снижение аварийности;
- увеличение средней наработки на отказ;
- сокращение времени простоев;
- повышение общей эксплуатационной надежности объекта.

Полученные результаты подтверждают целесообразность интеграции методов прогнозной аналитики в существующие системы автоматизации нефтепромысловых объектов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Болотин В.В. Надежность и безопасность систем управления. — М.: Машиностроение, 2018. — 352 с.
2. РД 153-39.4-087-01. Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов.
3. Козлов В.Н., Петров А.С. Автоматизация технологических процессов нефтегазовой отрасли. — СПб.: Профессия, 2020. — 416 с.
4. Jardine A.K.S., Lin D., Banjevic D. A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance // Mechanical Systems and Signal Processing. — 2006. — Vol. 20. — P. 1483–1510.
5. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing Letters. — 2015. — Vol. 3. — P. 18–23.
6. Mobley R.K. An Introduction to Predictive Maintenance. — Butterworth-Heinemann, 2011. — 336 p.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18812806>  
ӘОЖ 006.91

## МАШИНА ЖАСАУ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ САПА МЕНЕДЖМЕНТІ ЖҮЙЕСІНДЕ ГОСТ 9.032-74 ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСНАМАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

**БИЛЯЛОВА МАДИНА**

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, магистрант, Астана,  
Қазақстан

Ғылыми жетекші – т.ғ.к. **Ф.Р. ЕРМАХАНОВА**, Астана, Қазақстан

***Аңдатпа:** Қазіргі машина жасау саласында өнімнің сенімділігі мен ұзақ мерзімділігіне қойылатын талаптар артып келеді. Бұл коррозия мен ескіру процесстерінен қорғаныс саласында зерттеулердің өзектілігін арттырады. Осы жұмыстың мақсаты – лак-бояу жабындарының жеделдетілген сынақтарының жалпы талаптары мен әдістерін айқындайтын ГОСТ 9.032-74 стандартын талдау және оны сапа менеджменті жүйесіне интеграциялау тәсілдерін ұсыну. ГОСТ 9.032-74 стандартының сапаны басқару жүйесіндегі рөлін бағалау және машина жасау кәсіпорындары үшін оны қолданудың тиімді жолдарын анықтау. Әдістемелік негіз – нормативтік құжаттарды талдау, сынақ әдістерін салыстыру, жабын сапасын метрологиялық бақылау қағидаттарын жүйелеу. Зерттеу нәтижесінде жабын сапасы мен сенімділігіне әсер ететін негізгі факторлар анықталды. ГОСТ 9.032-74 талаптарын Total Quality Management (TQM) жүйесіне енгізудің құрылымдық үлгісі ұсынылды. Ғылыми жаңалығы – стандарт талаптарын сапа менеджменті және метрологиялық қамтамасыз ету тұрғысынан кешенді түрде қолдану. Практикалық маңызы алынған нәтижелерді машина жасау кәсіпорындарында сапа саясатын жетілдіруде, жабындарды метрологиялық сараптауда және антикоррозиялық қорғау бағдарламаларын әзірлеуде пайдалану мүмкіндігі. Алынған нәтижелер өндірістік бақылаудың тиімділігін және сапа менеджменті жүйелерінің тұрақтылығын арттыруға бағытталған әрі қарайғы зерттеулер үшін негіз бола алады.*

***Түйін сөздер:** лак-бояу жабындары, ГОСТ 9.032-74, антикоррозиялық қорғаныс, машина жасау, сапа, TQM, сынақтар.*

ГОСТ 9.032–74 стандарты коррозиядан қорғаудың бірыңғай жүйесі стандарттарының кешеніне кіреді. Ол:

- металл және металл емес беттерді қорғау үшін қолданылатын бояуларға қойылатын негізгі талаптар;

- климаттық және пайдалану факторларының әсеріне төзімділігін бағалау үшін жеделдетілген сынақ әдістері;

- жабындарды бақылау және қабылдау критерийлеріді қамтиды .

ГОСТ 9.032-74 машина жасау, аспап жасау, электроника бұйымдарын, сондай-ақ әртүрлі климаттық жағдайларда пайдаланылатын құрылыс конструкцияларын жобалау, дайындау, сынау және пайдалану кезінде қолданылады. Негізгі терминдер мен анықтамалар:

- жабын-қорғаныс және сәндік әсер ету үшін бетіне қолданылатын бояу материалының қабаты немесе бірнеше қабаты;

- жеделдетілген сынақтар мен коррозияны тудыратын факторлардың әсерін жасанды түрде күшейтетін жағдайларда жабу сынақтары;

- адгезия-жабынның негіз бетіне жабысу күші.

ГОСТ 9.032-74 бояу жабындарының сапасы мен сипаттамаларына қойылатын талаптарды анықтайды. Бояу жабындарына қойылатын негізгі талаптар параметрлері:

- жабынның біркелкілігі;

- қабаттардың қалыңдығы (нормалар шегінде);

- ілінісу күші;
- ылғалға, температураға, химиялық заттарға және механикалық әсерлерге төзімділік;
- кеуектердің, жарықтардың, кебулердің болмауы.

Қаптаманың қалыңдығы жобалық құжаттамаға сәйкес келуі керек (әдетте жүйеге байланысты 40-150 мкм). Беті тегіс, дақтар мен көпіршіктердің іздері болмауы керек. Сынақтар климаттық және пайдалану әсеріне еліктейтін жағдайларда жүргізіледі. Жабын белгілі бір сынақ уақытынан кейін қорғаныс және сәндік қасиеттерін сақтауы керек. Сынақтар үшін ГОСТ 9.407–84 талаптарына сәйкес келетін бақылау үлгілері таңдалады. Беттер белгіленген технология бойынша тазалануы, майсыздандырылуы және боялуы керек [1].

ГОСТ 9.032–74 бойынша жеделдетілген сынақ әдістері

Жеделдетілген сынақ әдістері қысқа мерзімде зертханалық жағдайда жабындардың беріктігін анықтауға арналған (кесте 1). Сынақтар қоршаған ортаның реттелетін параметрлері бар камераларда жүргізіледі: ылғалдылық, температура, тұзды тұман, ультракүлгін сәулелену және т. б.

Кесте 1 - ГОСТ 9.032 - 74 бойынша лак-бояу жабындарын жеделдетіп сынаудың негізгі әдістері

№	Сынау түрі	Әсер ету шарты	Ұзақтығы, сағ	Бағаланатын параметр	Нормативтік құжат
1	Ылғалдылық камерасы	100% ылғалдылық, +40 °С	240–500	Сыртқы түрінің өзгеруі, ісінуі	ГОСТ 9.308–85
2	Тұзды тұман	5% ерітінді NaCl, +35 °С	240–720	Коррозия, адгезия	ГОСТ 9.401–91
3	Температураның айнымалылары	От –40-тан +60 °С дейін	50 цикл	Жарықтар, қабыршақтану	ГОСТ 9.307–89
4	Ультракүлгін сәулелену	ДРТ шамдары 125	200–400	Жылтырдың жоғалуы, крекинг	ГОСТ 9.708–83
5	Химиялық ерітінділердің әсері	Сілтілер, қышқылдар, майлар	72–168	Түсінің өзгеруі, адгезиясы	ГОСТ 9.407–84

Машина жасау өнеркәсібі болаттан, шойыннан, алюминий қорытпаларынан және басқа металдардан жасалған бұйымдарды қорғау үшін бояу жабындарын пайдаланады. Стандартты қолдану ресурстың өсуін және техникалық қызмет көрсету шығындарының төмендеуін қамтамасыз етеді. Машина жасауда ГОСТ 9.032 - 74 қолдану мысалдары (кесте 2) және ерекшелігі:

- жабдықтың сыртқы және ішкі беттерін қорғау;
- праймермен және эмальмен жабу жүйелерін қолдану;
- жабынның қалыңдығын бұзбайтын әдістермен бақылау;
- ТQM және метрологиялық бақылау жүйесіне сынақ параметрлерін қосу.

Кесте 2 - Машина жасауда ГОСТ 9.032 - 74 қолдану мысалдары

Нысан	Жабын түрі	Қолдану әдісі	Пайдалану шарттары	Қолдану нәтижесі
-------	------------	---------------	--------------------	------------------

Сорғы корпустары	Эпоксидті	Пневматикалық бүрку	Жоғары ылғалдылық	Қызмет мерзімін 30%-ға ұлғайту
Трансмиссия бөлшектері	Фосфаттау және лак	Электростатикалық	Температура 100 °С дейін	Коррозияны 2 есе азайту
Металл конструкциялар	Алкидті жабын	Қылқалам, бүрку	ГОСТ 9.104 бойынша II типті атмосфера	Төзімділік 5-7 жыл
Машина элементтері	Ұнтақ жабыны	Электростатикалық бүрку	Ішкі бөлмелер	Сәндік және адгезияны арттыру

Жабындардың сапасын бақылау өндірістің барлық кезеңдерінде — бетті дайындаудан бастап дайын өнімді сынауға дейін жүргізіледі. Бақылау әдістері визуалды, аспаптық және зертханалық болып жіктеледі. Лак-бояу жабындарын сынаудың бақылау параметрлері мен әдістері (кесте 3) көрсетілген.

Кесте 3 - Лак-бояу жабындарын сынаудың бақылау параметрлері мен әдістері

Басқарылатын параметр	Сынақ әдісі	Өлшеу құралы	Нормативтік құжат
Қаптама қалыңдығы	Магниттік немесе құйынды ток	МТ-200 типті қалыңдық өлшегіш	ГОСТ 51694–2000
Адгезия	Торлы ойық	Адгезометриялық пышақ	ГОСТ 15140–78
Сыртқы түрі	Көрнекі түрде	Жарықтандыру $\geq 500$ лк	ГОСТ 9.302–88
Қаттылық	Маятникті тербеліс әдісі	ТМЛ құрылғысы	ГОСТ 5233–89
Коррозияға төзімділік	Тұз тұман камерасы	ГОСТ-жабдық	ГОСТ 9.401–91

Лак-бояу жабындарының сапасын бақылау метрологиялық тексерілген өлшеу құралдарын пайдалана отырып жүзеге асырылады, бұл алынған деректердің дұрыстығын және олардың белгіленген нормативтік талаптарға сәйкестігін қамтамасыз етеді. Бақылау жүйесіне метрологиялық қамтамасыз етуді енгізу жабындардың сипаттамаларын объективті бағалауға ғана емес, сонымен қатар сынақ нәтижелерінің қайталануы мен қадағалануының жоғары деңгейін сақтауға мүмкіндік береді. Total Quality Management (TQM) тұжырымдамасы шеңберінде бұл тәсілдер PDCA (Plan–Do–Check–Act) цикліне негізделген сапаны басқарудың кешенді процесінің бөлігі ретінде қарастырылады. Осы модельге сәйкес жабындардың беріктігі мен сенімділігін қамтамасыз ету басқарудың төрт кезеңін дәйекті іске асырудың нәтижесі болып табылады:

Plan (жоспарлау) — нормативтік базаны таңдау (оның ішінде ГОСТ 9.032–74), сынақ бағдарламасын әзірлеу және сапа мақсаттарын қою;

Do (орындау) - лак-бояу жабынын жағу, жеделдетілген сынақтар жүргізу және нәтижелерді бекіту;

Тексеру (тексеру) — өлшенген параметрлерді талдау, ауытқулар мен сәйкессіздіктерді анықтау;

Act (әрекет) - түзету шараларын қабылдау, технологиялық процестерді оңтайландыру және жақсартуларды енгізу [2].

Бұл бағдарламаны қолдану объективті өлшеулер мен стандартталған бақылау әдістеріне негізделген жабындардың сапасын жүйелі басқаруды қамтамасыз етеді. ГОСТ 9.032–74 талаптарын TQM контурына біріктіру технологиялық тәуекелдерді азайтуға, өнімнің сенімділігін арттыруға және машина жасау кәсіпорнында Сапа менеджментінің тұрақты жүйесін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу коррозиядан және қартаюдан қорғау процестерін стандарттау машина жасау саласындағы сапаны қамтамасыз ету жүйесінің ажырамас бөлігі екенін растады. ГОСТ 9.032–74 «Стандарты лак-бояу жабындары. Жеделдетілген сынақтардың жалпы талаптары мен әдістері» сынау нәтижелерінің салыстырмалылығын және материалдардың қорғаныш қасиеттерінің тұрақтылығын қамтамасыз ете отырып, лак-бояу жабындарын әзірлеуге, қолдануға және бақылауға бірыңғай тәсілді қалыптастыруда шешуші рөл атқарады. ГОСТ 9.032–74 талаптарын машина жасауда қолдану өндірістік циклдің барлық кезеңдерінде жабындардың сапасын жүйелі түрде басқаруға мүмкіндік береді: бояу материалын таңдаудан және бетті дайындаудан бастап жеделдетілген сынақтар жүргізуге және алынған деректерді метрологиялық бағалауға дейін. Стандартта регламенттелген сынақ әдістерін қолдану нәтижелердің сенімділігін арттыруға, жабындардың пайдалану төзімділігін объективті бағалауға және бұйымдардың коррозиялық бұзылу қаупін азайтуға ықпал етеді. Жұмыста жеделдетілген сынақ әдістері мен өнімнің пайдалану сенімділігі параметрлері арасындағы байланыс негізделген, сонымен қатар ГОСТ 9.032–74 ережелерін Total Quality Management (TQM) жүйесіне біріктіру мүмкіндігі көрсетілген. Мұндай интеграция процестер мен өнімдерді үздіксіз жақсартуға ықпал ететін PDCA моделі бойынша сапаны басқарудың тұйық циклін құруды қамтамасыз етеді.

Зерттеудің ғылыми маңыздылығы сапа менеджменті және метрологиялық қамтамасыз ету тұрғысынан стандарт талаптарын қолданудың кешенді тәсілінде жатыр. Практикалық құндылық коррозияға қарсы бағдарламаларды әзірлеу, жабындарды метрологиялық сараптау және өндірістік бақылау жүйесін жетілдіру кезінде әзірленген ұсыныстарды пайдалану мүмкіндігінде көрінеді.

Осылайша, ГОСТ 9.032–74 талаптарын іске асыру TQM қағидаттарымен бірге машина жасау өнімдерінің беріктігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттырудың ғылыми негізделген және тәжірибеге бағытталған негізін құрайды. Осы бағыттағы одан әрі зерттеулер заманауи композициялық материалдар үшін бейімделген сынақ әдістерін әзірлеумен және қорғаныс жабындарының сапасын бақылау процестерін цифрландырумен байланысты болуы мүмкін.

### **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:**

1. ГОСТ 9.032–74. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний. - М.: Издательство стандартов, 1974. – 13 б.
2. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. (Edition 5, 2015)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813027>

## ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТПЕН BIM ИНТЕГРАЦИЯСЫ: АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖОБАЛАУ КЕЛЕШЕГІ

**ОРЫНҒАЛИЕВ М.Е.**

7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ-ның 2-курс магистранты

Ғылыми жетекші- **ШИНГУЖИЕВА А.Б.** PhD, и.о.доцента

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ.,  
Қазақстан

***Аннотация.** Қазіргі құрылыс және сәулет саласында цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы жобалау үдерістерін түбегейлі өзгертуге алып келуде. Соның ішінде Building Information Modeling (BIM) технологиясы мен жасанды интеллекттің (ЖИ) интеграциясы автоматтандырылған жобалаудың жаңа деңгейін қалыптастыруда. Бұл мақалада жасанды интеллект пен BIM технологияларын біріктірудің теориялық негіздері, олардың өзара әрекеттесу тетіктері және жобалау тиімділігін арттырудағы рөлі қарастырылады. Зерттеу барысында ЖИ алгоритмдерінің (машиналық оқыту, нейрондық желілер, деректерді интеллектуалды талдау) BIM модельдерінде қолданылу мүмкіндіктері талданып, жобалау шешімдерін оңтайландыру, қателерді алдын ала анықтау және құрылыс объектілерінің өмірлік циклін басқару үдерістерін автоматтандыру мәселелері айқындалады. Сонымен қатар, жасанды интеллект пен BIM интеграциясының болашақ даму бағыттары мен құрылыс саласындағы кәсіби қызметке ықпалы анықталады. Мақаланың нәтижелері автоматтандырылған жобалау жүйелерін жетілдіруге және цифрлық құрылыс ортасын қалыптастыруға теориялық әрі практикалық негіз бола алады.*

***Түйін сөздер:** жасанды интеллект, BIM, автоматтандырылған жобалау, цифрландыру, құрылыс индустриясы.*

## ИНТЕГРАЦИЯ BIM С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ: БУДУЩЕЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**ОРЫНҒАЛИЕВ М.Е.**

магистрант 2 курса ОП 7M07300 «Строительная инженерия»

Научный руководитель- **ШИНГУЖИЕВА А.Б.** PhD, и.о.доцента

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г.  
Уральск, Республика Казахстан

***Аннотация.** В современных условиях стремительного развития цифровых технологий в сфере строительства и архитектуры происходит коренная трансформация процессов проектирования. В частности, интеграция технологии информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM) и искусственного интеллекта (ИИ) формирует новый уровень автоматизированного проектирования. В данной статье рассматриваются теоретические основы интеграции искусственного интеллекта и BIM-технологий, механизмы их взаимодействия, а также роль в повышении эффективности проектной деятельности.*

*В ходе исследования анализируются возможности применения алгоритмов искусственного интеллекта (машинного обучения, нейронных сетей, интеллектуального анализа данных) в BIM-моделях, выявляются вопросы оптимизации проектных решений, предварительного выявления ошибок и автоматизации процессов управления жизненным циклом строительных объектов. Кроме того, определяются перспективные направления*

ОФ "Международный научно-исследовательский центр "Endless Light in Science"

*развития интеграции искусственного интеллекта и BIM, а также их влияние на профессиональную деятельность в строительной отрасли.*

*Результаты статьи могут служить теоретической и практической основой для совершенствования автоматизированных систем проектирования и формирования цифровой строительной среды.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, BIM, автоматизированное проектирование, цифровизация, строительная индустрия.*

## Кіріспе

Қазіргі таңда құрылыс индустриясы мен сәулет саласы цифрландырудың жаңа кезеңіне қадам басуда. Жобалау, құрылыс және пайдалану үдерістерінің күрделене түсуі дәстүрлі әдістердің тиімділігін төмендетіп, инновациялық технологияларды енгізу қажеттілігін арттырып отыр. Осы тұрғыда Building Information Modeling (BIM) технологиясы құрылыс объектілерін жобалау мен басқарудың кешенді цифрлық құралы ретінде кеңінен қолданылуда. BIM ғимараттың барлық техникалық, экономикалық және функционалдық параметрлерін біріктіре отырып, жобаның өмірлік циклі бойында деректердің біртұтас моделін қалыптастырады.

Сонымен қатар, жасанды интеллекттің (ЖИ) дамуы инженерлік және сәулеттік жобалауда жаңа мүмкіндіктерге жол ашуда. Машиналық оқыту, терең нейрондық желілер және деректерді интеллектуалды талдау әдістері үлкен көлемдегі ақпаратты өңдеуге, жобалық шешімдерді болжауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Жасанды интеллекттің BIM ортасына интеграциялануы жобалау үдерістерін автоматтандыруға, қателерді ерте кезеңде анықтауға және ресурстарды тиімді пайдалануға жағдай жасайды.

Жасанды интеллект пен BIM технологияларының үйлесімді қолданылуы автоматтандырылған жобалаудың сапалық жаңа деңгейін қалыптастырып, адам факторына тәуелділікті азайтады. Бұл интеграция жобалау уақытын қысқартуға, шығындарды төмендетуге және құрылыс объектілерінің сенімділігі мен тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді. Сонымен бірге, цифрлық модельдер негізінде қабылданатын шешімдердің дәлдігі жоғарылап, жобалардың экологиялық және экономикалық тиімділігі қамтамасыз етіледі.

Осы мақалада жасанды интеллект пен BIM интеграциясының мәні, оның автоматтандырылған жобалаудағы рөлі және болашақ даму келешегі қарастырылады. Зерттеу нәтижелері құрылыс саласында цифрлық трансформацияны жеделдетуге және заманауи жобалау әдістерін жетілдіруге бағытталған ғылыми-тәжірибелік ұсыныстарды қалыптастыруға мүмкіндік береді.

### Жасанды интеллект пен BIM интеграциясының бағыттары

Жасанды интеллект пен Building Information Modeling (BIM) технологияларының интеграциясы құрылыс саласындағы жобалау, жоспарлау және басқару үдерістерін жаңа сапалық деңгейге көтереді. Бұл интеграция бірнеше негізгі бағыттар бойынша жүзеге асырылады және автоматтандырылған жобалаудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

#### 1. Жобалау шешімдерін автоматты түрде оңтайландыру

Жасанды интеллекттің машиналық оқыту және генеративті алгоритмдері BIM ортасында жобалау нұсқаларын автоматты түрде қалыптастыруға және салыстыруға мүмкіндік береді. Инженерлік жүйелердің орналасуы, құрылымдық элементтердің параметрлері және кеңістік ұйымдастыру шешімдері ЖИ көмегімен функционалдық, экономикалық және энергетикалық көрсеткіштер бойынша оңтайландырылады. Нәтижесінде жобалаушы маман бірнеше баламалы шешімдердің ішінен ең тиімдісін таңдай алады.

#### 2. Қателерді алдын ала анықтау және тәуекелдерді болжау

BIM модельдерінде жиналған деректерді интеллектуалды талдау арқылы жасанды интеллект жобалау кезеңінде мүмкін болатын қателерді, сәйкессіздіктерді және қақтығыстарды ерте анықтайды. Мысалы, инженерлік желілердің қиылысуы, құрылымдық

элементтердің стандарттарға сәйкес келмеуі немесе қауіпсіздік талаптарының бұзылуы автоматты түрде анықталады. Бұл тәсіл құрылыс кезінде қайта өңдеу көлемін азайтып, қаржылық тәуекелдерді төмендетеді.

### 3. Құрылыс үдерістерін жоспарлау және басқару

Жасанды интеллект пен BIM интеграциясы құрылыс жұмыстарын жоспарлау мен бақылауды тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. ЖИ алгоритмдері жұмыс кестесін, материалдарды жеткізу мерзімдерін және еңбек ресурстарын оңтайландырады. BIM модельдерімен біріктірілген бұл шешімдер құрылыс барысын нақты уақыт режимінде бақылауға және жоспардан ауытқуларды алдын ала болжауға жағдай жасайды.

### 4. Ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру

Энергия тұтынуды модельдеу және болжау саласында жасанды интеллект BIM деректері негізінде ғимараттардың энергия тиімділігін талдайды. Жылу оқшаулау параметрлері, жарықтандыру жүйелері және инженерлік жабдықтардың жұмысы ЖИ көмегімен оңтайландырылады. Бұл ғимараттардың экологиялық тұрақтылығын арттырып, пайдалану шығындарын азайтуға ықпал етеді.

### 5. Ғимараттардың өмірлік циклін басқару

BIM модельдері құрылыс объектілерінің бүкіл өмірлік циклін қамтитын деректерді сақтайды. Жасанды интеллект осы деректерді пайдалана отырып, ғимараттарды пайдалану және техникалық қызмет көрсету үдерістерін автоматтандырады. Ақауларды алдын ала болжау, жөндеу жұмыстарын жоспарлау және активтердің жағдайын бақылау ЖИ негізінде жүзеге асырылады, бұл ғимараттардың сенімділігін арттырады.

### 6. Ақпараттық модельдермен интеллектуалды өзара әрекеттесу

Жасанды интеллект негізіндегі интерфейсдер BIM модельдерімен жұмыс істеуді жеңілдетеді. Табиғи тілді өңдеу технологиялары арқылы пайдаланушылар BIM жүйелерімен мәтіндік немесе дауыстық командалар көмегімен өзара әрекеттесе алады. Бұл тәсіл жобалау үдерісін жеделдетіп, әртүрлі мамандар арасындағы коммуникацияны жақсартады.

## Қорытынды

Жүргізілген талдау жасанды интеллект пен Building Information Modeling (BIM) технологияларының интеграциясы құрылыс және сәулет саласындағы автоматтандырылған жобалаудың маңызды даму бағыты екенін көрсетті. Бұл технологиялардың өзара үйлесімді қолданылуы жобалау үдерістерін цифрландыруды жеделдетіп, жобалық шешімдердің сапасы мен дәлдігін айтарлықтай арттырады. Жасанды интеллект BIM ортасында деректерді интеллектуалды өңдеу арқылы жобалау, құрылыс және пайдалану кезеңдерінде тиімді басқару тетіктерін қалыптастырады.

Зерттеу нәтижелері жасанды интеллекттің BIM модельдерімен бірігуі жобалау шешімдерін автоматты түрде оңтайландыруға, қателерді алдын ала анықтауға және тәуекелдерді болжауға мүмкіндік беретінін дәлелдеді. Сонымен қатар, бұл интеграция құрылыс үдерістерін жоспарлау мен бақылауды жетілдіріп, ресурстарды тиімді пайдалануға жағдай жасайды. Энергия тиімділігін арттыру және ғимараттардың өмірлік циклін басқару саласында ЖИ мен BIM технологиялары экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді шешімдерді қалыптастыруға ықпал етеді.

Жасанды интеллект пен BIM интеграциясы құрылыс саласындағы кәсіби қызметтің мазмұнын өзгертіп, жобалаушы мамандардан жаңа цифрлық құзыреттерді талап етеді. Осыған байланысты мамандарды даярлау жүйесін жетілдіру, сондай-ақ нормативтік-құқықтық және әдістемелік базаны дамыту қажеттілігі туындайды. Сонымен бірге, деректер сапасы, ақпараттық қауіпсіздік және технологияларды енгізудің бастапқы шығындары сияқты мәселелерді ескеру маңызды.

Қорытындылай келе, жасанды интеллект пен BIM технологияларының үйлесімді дамуы автоматтандырылған жобалаудың болашақ келешегін айқындайды. Бұл бағыттағы ғылыми зерттеулер мен практикалық әзірлемелер құрылыс индустриясының тұрақты дамуын қамтамасыз етіп, цифрлық құрылыс ортасын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. — Hoboken: Wiley, 2018.
2. Volk R., Stengel J., Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs // *Automation in Construction*. — 2014. — Vol. 38. — P. 109–127.
3. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. — New York: W.W. Norton, 2016.
4. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. — Pearson, 2021.
5. Pan Y., Zhang L. A BIM-data mining integrated digital twin model for intelligent construction management // *Automation in Construction*. — 2021. — Vol. 127.
6. Wang X., Love P.E.D., Kim M.J., Park C.S. A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality // *Automation in Construction*. — 2013.
7. Abanda F.H., Tah J.H.M. BIM and artificial intelligence: A review of current research trends // *Computing in Civil Engineering*. — 2020.
8. Sacks R., Girolami M., Brilakis I. Building Information Modelling, Artificial Intelligence and Construction Tech // *Automation in Construction*. — 2020.
9. Kensek K. BIM Guidelines Inform Facilities Management // *Journal of Building Information Modeling*. — 2015.
10. Bock T., Linner T. *Robot-Oriented Design*. — Cambridge University Press, 2016.
11. Chen K., Lu W., Peng Y. Artificial intelligence in construction management: A review // *Engineering, Construction and Architectural Management*. — 2018.
12. Ghaffarianhoseini A. et al. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation challenges // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2017.
13. Lu Q., Xie X., Parlikad A.K. Digital Twin-enabled asset management // *Journal of Management in Engineering*. — 2020.
14. ISO 19650-1:2018. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including BIM*.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813129>

## ИНФОРМАТИКА САБАҒЫНДА РОБОТОТЕХНИКА ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ ӘДІСТЕМЕСІ

**ТОЙБЕК ТОҒЖАН БЕКЕТҚЫЗЫ**

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің студенті

Ғылыми жетекші – **АВДРАСОЛЬ С.С**

Алматы, Қазақстан

**Аннотация:** Бұл мақалада информатика сабақтарында робототехника құралдарын қолданудың әдістемелік ерекшеліктері қарастырылады. Робототехника элементтерін оқу үдерісіне енгізу арқылы оқушылардың алгоритмдік, логикалық және практикалық ойлау қабілеттерін дамыту жолдары талданады. Сонымен қатар, робототехникалық конструкторлар мен бағдарламалау орталарын қолданудың тиімді әдістері, практикалық тапсырмалар мен жобалық жұмыстарды ұйымдастыру ерекшеліктері сипатталады. Зерттеу нәтижелері робототехника құралдарының информатика пәнін оқыту сапасын арттыруға және оқушылардың пәнге деген қызығушылығын күшейтуге ықпал ететінін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** информатика, робототехника құралдары, оқыту әдістемесі, алгоритмдік ойлау, бағдарламалау, STEM.

### *Кіріспе*

Қазіргі таңда білім беру жүйесінде оқушылардың функционалдық сауаттылығын, шығармашылық қабілетін және техникалық ойлауын дамыту басты мақсаттардың бірі болып табылады. Осы тұрғыда робототехника – информатика пәнін оқытудың тиімді құралдарының бірі. Робототехника оқушыларды бағдарламалау негіздерімен, алгоритмдік ойлаумен, инженерлік жобалаумен таныстырып қана қоймай, олардың логикалық ойлау, талдау және топта жұмыс жасау дағдыларын дамытады.

Информатика сабағында робототехника құралдарын қолдану оқыту үдерісін қызықты әрі тәжірибеге бағытталған етеді. Бұл мақалада робототехника құралдарын информатика сабағында қолданудың әдістемелік ерекшеліктері, практикалық мүмкіндіктері және білім беру нәтижелері қарастырылады.

### *1. Робототехниканың информатика пәніндегі орны*

Робототехника – механика, электроника және бағдарламалауды біріктіретін пәнаралық бағыт. Информатика сабағында робототехниканы қолдану арқылы келесі тақырыптарды тиімді меңгертуге болады:

- Алгоритмдер және атқарушылар;
- Бағдарламалау тілдерінің негіздері (Scratch, Python, Arduino);
- Айнымалылар, шартты операторлар, циклдер;
- Сенсорлармен жұмыс және деректерді өңдеу.

Робот – оқушы үшін нақты атқарушы рөлін атқарады, ал жазылған бағдарлама оның әрекетінде бірден көрініс табады. Бұл оқушылардың қызығушылығын арттырып, теорияны практикамен ұштастыруға мүмкіндік береді.

### *2. Робототехника құралдарының түрлері*

Информатика сабағында кеңінен қолданылатын робототехника құралдары:

- *LEGO Education (WeDo, Spike, Mindstorms)* – бастауыш және орта буынға арналған;
- *Arduino платформасы* – жоғары сынып оқушыларына арналған;
- *Micro: bit* – қарапайым микроконтроллер, алгоритмдік ойлауды дамытуға қолайлы;
- *Scratch ортасы* – визуалды бағдарламалау арқылы роботтарды басқару.

Бұл құралдар оқушылардың жас ерекшеліктеріне және оқу мақсаттарына сай таңдалады.

**3. Оқыту әдістемесі мен педагогикалық тәсілдер**

Робототехниканы оқытуда келесі әдістер тиімді болып табылады:

• **Жобалық оқыту әдісі** – оқушылар белгілі бір мәселені шешу үшін робот құрастырып, бағдарлама жазады;

• **Зерттеушілік әдіс** – оқушылар сенсорлардың жұмысын тәжірибе арқылы зерттейді;

• **Топтық жұмыс** – бірлесіп жоспарлау, құрастыру және бағдарламалау;

• **Проблемалық оқыту** – нақты өмірлік жағдайға негізделген тапсырмалар.

Мұғалім бағыттаушы және кеңесші рөлін атқарады, ал оқушы – белсенді зерттеуші болады.

**1-тапсырма. «Роботты қозғалысқа келтіру»**

**Мақсаты:** роботты белгілі бір бағытта қозғалту үшін командалар (алгоритм) құрастыру.

«Роботты қозғалысқа келтіру» тапсырмасының орындау қадамдары:

1. Роботтың бастапқы орнын анықтау.
2. Қай бағытта қозғалу керегін сипаттау.
3. Алға, артқа, оңға, солға командаларын таңдау.
4. Командаларды дұрыс ретпен жазу.
5. Алгоритмді орындау.
6. Қателерді тексеру және түзету.
7. Нәтижені тұжырымдау.

**Scratch стиліндегі орындау нұсқасы**



№	Бағалау критеріі	Дескрипторлар	Балл
1	Бастапқы орынды анықтайды	Роботтың бастапқы орнын дұрыс анықтайды.	1
2	Бағыттарды таңдайды	Алға, артқа командаларын дұрыс қолданады.	1
3	Командалардың реттілігі	Командаларды дұрыс ретпен орналастырады.	1
4	Scratch – та программа құру	Scratch блоктарын дұрыс қолданады.	1
5	Нәтиже	Роботты берілген нүктеге жеткізеді.	1

**2-тапсырма. «Сенсорлармен жұмыс»**

**Мақсаты:** Қашықтық сенсорының көмегімен роботты кедергіні анықтағанда автоматты түрде тоқтатуға бағдарламалау.

«Сенсорлармен жұмыс» тапсырмасының орындау қадамдары:

1. Роботтың бастапқы күйін анықтау
2. Қолданылатын сенсорды анықтау
3. Шарт қою: егер қашықтық 10 см-ден аз болса, роботтың әрекетін анықтау.

4. «Егер – онда» (if) шартты блогын пайдаланып алгоритм құрастыру.
5. Командаларды дұрыс ретпен орналастыру:
6. Бағдарламаны іске қосып, роботтың жұмысын тексеру.
7. Қателерді анықтап, қажет болса түзету.
8. Нәтижені тұжырымдау



№	Бағалау критеріі	Дескрипторлар	Балл
1	Сенсор түрін анықтайды	Қашықтық (немесе жарық) сенсорын дұрыс таңдайды.	1
2	Шартты дұрыс қояды	Қашықтық 10 см-ден аз болғандағы шартты дұрыс орнатады.	1
3	Командалардың реттілігі	Командаларды дұрыс ретпен орналастырады.	1
4	Scratch – та программа құру	Scratch блоктарын дұрыс қолданады.	1
5	Нәтиже	Робот кедергіге жақындағанда тоқтайды немесе бағытын өзгертеді.	1

### 3-тапсырма. «Алгоритмді жетілдіру»

**Мақсаты:** Дайын алгоритмді талдау арқылы оның жұмысын жақсарту, роботтың кедергіден қауіпсіз өтуін қамтамасыз ету және алгоритмдік ойлау, талдау және түзету дағдыларын дамыту.

*«Алгоритмді жетілдіру» тапсырмасының орындау қадамдары:*

1. Дайын бағдарламаны зерттеу.
2. Алгоритмнің кемшіліктерін анықтау.
3. Роботтың әрекетін жақсарту жолдарын ұсыну.
4. «Егер – онда» шартты блогын және қозғалыс блоктарын жетілдіру.
5. Командаларды дұрыс ретпен орналастырып, жаңа алгоритм құрастыру.
6. Жетілдірілген бағдарламаны Scratch-та қайта құрастыру.
7. Бағдарламаны іске қосып, роботтың жұмысын тексеру.
8. Қателерді анықтап, түзету енгізу.
9. Нәтижені тұжырымдау.



№	Бағалау критеріі	Дескрипторлар	Балл
1	Алгоритмді талдайды	Дайын алгоритмнің жұмысын дұрыс түсіндіреді.	1
2	Кемшіліктерін анықтайды	Алгоритмдегі қателерді немесе жетіспейтін қадамдарды анықтайды.	1
3	Жетілдіру жолын ұсынады	Алгоритмді жақсарту үшін жаңа командалар ұсынады (бұрылу, қайталау, т.б.).	1
4	Scratch – та программа құру	Жетілдірілген алгоритмді Scratch блоктарымен дұрыс құрастырады.	1
5	Нәтиже	Робот кедергіге жақындағанда тоқтайды және дауыс шығарады.	1

Практикалық жұмыстарды орындау барысында оқушылар қауіпсіздік ережелерін сақтауды, құрал-жабдықтармен дұрыс жұмыс істеуді үйренеді. Нәтижесінде, робототехника құралдарын қолдану информатика сабақтарының тиімділігін арттырып, оқушылардың пәнге деген қызығушылығын күшейтеді.

Информатика сабағында робототехника құралдарын қолданудың үлгісі:

*Сабақ тақырыбы:* Алгоритм және атқарушы (робот)

*Мақсаты:* Оқушыларға алгоритм ұғымын робот арқылы түсіндіру

1. Роботты жинақтау (LEGO немесе Micro: bit негізінде);
2. Роботтың алға жүру, бұрылу алгоритмін құрастыру;
3. Scratch немесе басқа ортада бағдарламасын жазу;
4. Бағдарламаны іске қосып, қателерді түзету;
5. Нәтижені талдау.

*Нәтиже:* Оқушылар алгоритмнің реттілігін, шарттың маңызын және бағдарламаның нақты құрылғыға әсерін түсінеді.

*Қорытынды*

Информатика сабағында робототехника құралдарын қолдану – оқытудың заманауи әрі тиімді тәсілі. Робототехника оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып қана қоймай, олардың ХХІ ғасыр дағдыларын: сыни ойлау, креативтілік, коммуникация және ынтымақтастық қабілеттерін қалыптастырады.

Робототехника негізінде ұйымдастырылған сабақтар теория мен практиканы ұштастырып, оқушыларды болашақ инженерлік және ІТ мамандықтарға бағыттайды. Сондықтан робототехниканы информатика пәнінде жүйелі түрде қолдану – білім беру сапасын арттырудың маңызды факторы болып табылады.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813182>  
УДК 621.89: 621.822.6

## ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

ШААБИДОВ ШОРАХМАТ АСКАРОВИЧ

Д.т.н., проф.

МИРЗАЕВ КАХРАМОН КАРШИБОВЕВИЧ

Д.т.н., доц.

МАМАСОБИРОВ УМИД МАМАЗОКИР УГЛИ

PhD, доц.

МАЪМУРЖОНОВ ДИЛШОД МАЪМУРЖОНОВИЧ

Докторант

Узбекистан, Ташкент, Ташкентский государственный технический университет имени  
И.Каримова

---

***Аннотация.** При изготовлении деталей сельскохозяйственной техники и технологических машин применяются разнообразные методы и специфические технологические процессы. При этом на усталостную прочность деталей машин в значительной степени влияют тип цикла нагружения, внутренние напряжения, возникающие в результате технологических процессов, концентрация напряжений, масштабный фактор, фреттинг-коррозия (коррозия при трении), качество обработки поверхностей, коррозия, технологические методы упрочнения поверхностей деталей и другие факторы. На практике влияние этих факторов изучается отдельно и определяется, какой из них является преобладающим для конкретной эксплуатируемой детали. Многие элементы деталей сельскохозяйственной техники и технологических машин в условиях эксплуатации подвергаются воздействию коррозионных сред (вода, морская вода, атмосферная коррозия, химические вещества и др.). В статье изложено влияние коррозии на усталостную прочность деталей сельскохозяйственной техники и технологических машин.*

***Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, технологическая машина, деталь, технологический процесс, обработка давлением, литьё, сварка, усталостная прочность, внутренние напряжения, коррозия, упрочнение, коррозионная среда, агрессивная среда, питтинг, прочность.*

---

### **Введение.**

Известно, что при изготовлении деталей сельскохозяйственной техники и технологических машин применяются разнообразные методы и специфические технологические процессы. На практике широкие возможности открывают такие способы, как обработка металлов давлением, изготовление деталей литьём, резанием, сварка и другие.

В целом на усталостную прочность деталей сельскохозяйственной техники и технологических машин существенное влияние оказывают тип цикла нагружения, внутренние напряжения, возникающие вследствие технологических процессов, концентрация напряжений, масштабный фактор, фреттинг-коррозия (коррозия при трении), качество обработки поверхностей, коррозия, технологические методы упрочнения поверхностей деталей и другие факторы [1, 2, 3, 4, 5]. Комплексная оценка влияния перечисленных факторов крайне затруднительна, а во многих случаях практически невозможна. Поэтому на практике влияние этих факторов изучается отдельно и

определяется, какой из них является преобладающим для конкретной эксплуатируемой детали.

Многие элементы деталей сельскохозяйственной техники и технологических машин в условиях эксплуатации подвергаются воздействию коррозионных сред (вода, морская вода, атмосферная коррозия, химические вещества и др.) [1, 3, 4, 5, 6]. Например, транспортные, дорожно-строительные, сельскохозяйственные, подъёмно-транспортные машины эксплуатируются в условиях атмосферной коррозии. В их закрытых коробчатых сечениях накопление воды по воздействию приравнивается к непрерывной работе в пресной воде. В сельскохозяйственной технике отдельные рабочие органы, узлы и элементы подвергаются воздействию ещё более агрессивных сред (местные удобрения, токсичные химические компоненты и др.).

#### Результаты исследований.

При одновременном воздействии на детали машин переменных напряжений и коррозионной среды возникает более интенсивный вид усталости - коррозионная усталость. Предел усталостной прочности (выносливости) в этом случае под воздействием коррозионной среды может снижаться в 3...10 раз и описывается следующим соотношением:

$$K_{кор} = \frac{\sigma_{-1кор}}{\sigma_{-1}}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{-1кор}$  и  $\sigma_{-1}$  - соответственно пределы выносливости гладких опытных образцов в коррозионной среде и на воздухе.

Коэффициент  $K_{кор}$  зависит от предела прочности стали и в общем случае определяется путём испытаний гладких образцов на изгиб при заданной частоте циклов вращения в пресной и морской воде (рис. 1).

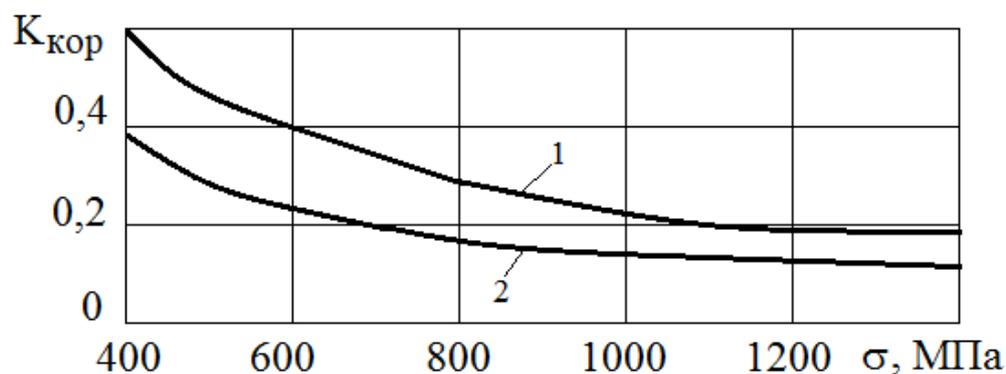


Рис. 1. Влияние коррозии на усталостную выносливость стали (частота вращения  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ;  $N = 10^7$ ): 1 - для пресной воды; 2 - для солёной воды.

Из рисунка видно, что при  $\sigma_B = 1200 \text{ МПа}$   $K_{кор} = 0,2$  - для пресной воды и  $K_{кор} = 0,13$  - для солёной воды, при этом усталостная выносливость стали соответственно снижается в 5 и 7,7 раза. Влияние коррозии заметно усиливается с увеличением предела прочности  $\sigma_B$ . Из этого можно сделать обоснованный вывод: при коррозионных процессах усталостная выносливость не зависит от предела прочности стали, и применение легированных сталей в качестве материалов для деталей машин, работающих в коррозионных средах, не является целесообразным. Следовательно, утверждения о необходимости использования легированных сталей для металлических конструкций, тонкостенных деталей и облицовок сельскохозяйственных, горнодобывающих, подъёмно-транспортных и дорожно-строительных машин, эксплуатируемых в условиях атмосферной коррозии, являются необоснованными. На рис. 2 показано влияние глубокой формы коррозии - питтинга - на

прочность тонкостенных облицовок и деталей сельскохозяйственной техники, изготовленных из стали 08Ю.

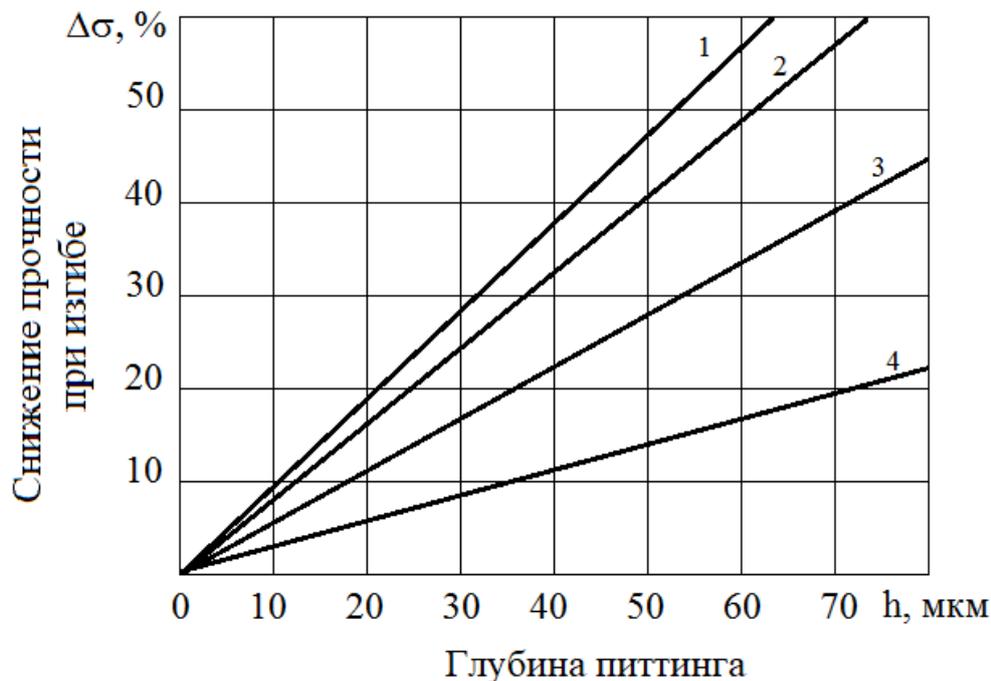


Рис. 2. Влияние питтинга на прочность деталей из тонкостенной стали 08Ю:  
1 -  $h = 0,5$  мм; 2 -  $h = 0,8$  мм; 3 -  $h = 1$  мм; 4 -  $h = 2$  мм

#### Закключение.

Влияние питтинга на прочность при изгибе носит линейный характер: с увеличением глубины питтинга наблюдается резкое снижение прочности при изгибе. Например, при  $h = 50$  мкм и толщине стенки 2; 1; 0,8 и 0,5 мм прочность при изгибе снижается соответственно на 13; 28; 41 и 47 %. На практике величина этих показателей может быть ещё выше, поскольку в условиях эксплуатации сельскохозяйственной техники и технологических машин нельзя исключать возникновение непредусмотренных ситуаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаабидов Ш.А. Свойства полифункциональных смазок на основе гудронов и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники. Ташкент: ТашГТУ, 1994. – 136 с.
2. Schutz Walter. Corrosion fatigue. “Stract. Failure, Prod. Liabil. and Techn.” Geneva, 1987, p. 504-534.
3. Шаабидов Ш.А. Технологические основы повышения сохранности сельскохозяйственной техники с применением полифункциональных смазок на основе гудронов растительного происхождения. Дисс. докт. техн. наук. Тошкент. 1998. -445 с.
4. Шаабидов Ш.А., Иргашев А., Мирзаев К.К. Повышение эксплуатационных свойств поверхностных слоев деталей машин. Монография. –Т.: ТашГТУ, 2012. - 176 с.
5. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А., др. и. Основы трибологии. 2-е изд. Москва: Машиностроение, 2001. 664 с.
6. Mirzaev K.K., Irgashev A. Wear resistance of rolling-ball bearings operating in an abrasive medium. USA. Journal of Friction and Wear Vol.35, No.5, pp. 439-442. Allerton Press 2014.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813296>

## İNFORMASIYA ÖLÇÜLMƏSİ VƏ KODLAŞDIRMA SİSTEMLƏRİNİN TELEKOMMUNİKASIYA TEXNOLOGİYALARINDA TƏTBİQİ

ALIYEVA ELMİRA ZEYNAL qızı

b/m.

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
Kompüter elmləri kafedrasının baş müəllimi  
Azərbaycan, Bakı

**Xülasə.** Müasir telekommunikasiya texnologiyalarının sürətli inkişafı informasiya axınlarının səmərəli, etibarlı və itkisiz ötürülməsini zəruri etmişdir. Bu baxımdan informasiyanın ölçülməsi və kodlaşdırma sistemləri rabitə sistemlərinin əsas elmi-nəzəri və texnoloji komponentlərindən biri hesab olunur. Məqalədə informasiyanın ölçülməsinin nəzəri əsasları, o cümlədən informasiya miqdarı, ölçü vahidləri və entropiya anlayışı geniş şəkildə təhlil edilmişdir. Eyni zamanda, kodlaşdırma sistemlərinin mahiyyəti, mənbə və kanal kodlaşdırmasının funksiyaları, eləcə də onların məlumatların sıxlaşdırılması və ötürülmə zamanı səhvlərin minimuma endirilməsində rolu araşdırılmışdır. Müasir telekommunikasiya texnologiyalarında — mobil rabitə sistemlərində, fiber-optik şəbəkələrdə və peyk rabitəsində — informasiyanın ölçülməsi və kodlaşdırma mexanizmlərinin tətbiqinə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Məqalədə həmçinin kodlaşdırma sistemlərinin rabitə kanallarının buraxma qabiliyyətinə, ötürmə sürətinə və informasiya təhlükəsizliyinə təsiri nəzərdən keçirilmişdir. Aparılan təhlillər göstərir ki, optimal ölçmə və kodlaşdırma üsullarının tətbiqi telekommunikasiya sistemlərinin ümumi səmərəliliyinin artırılmasında mühüm rol oynayır və gələcək rəqəmsal rabitə texnologiyalarının inkişafı üçün elmi əsas yaradır.

**Açar sözlər:** informasiya, entropiya, kodlaşdırma, telekommunikasiya, rabitə, signal, sıxlaşdırma, təhlükəsizlik, ötürmə

## APPLICATION OF INFORMATION MEASUREMENT AND CODING SYSTEMS IN TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES

**Summary.** The rapid development of modern telecommunication technologies has necessitated efficient, reliable and lossless transmission of information flows. In this regard, information measurement and coding systems are considered one of the main scientific-theoretical and technological components of communication systems. The article extensively analyzes the theoretical foundations of information measurement, including the amount of information, units of measurement and the concept of entropy. At the same time, the essence of coding systems, the functions of source and channel coding, as well as their role in data compression and minimizing errors during transmission, are investigated. Special attention is paid to the application of information measurement and coding mechanisms in modern telecommunication technologies — in mobile communication systems, fiber-optic networks and satellite communications. The article also considers the impact of coding systems on the throughput of communication channels, transmission speed and information security. The conducted analyses show that the application of optimal measurement and coding methods plays an important role in increasing the overall efficiency of telecommunication systems and creates a scientific basis for the development of future digital communication technologies.

**Keywords:** information, entropy, coding, telecommunications, communication, signaling, compression, security, transmission

**Резюме.** Быстрое развитие современных телекоммуникационных технологий обусловило необходимость эффективной, надежной и без потерь передачи информационных потоков. В этом контексте системы измерения и кодирования информации

*рассматриваются как один из главных научно-теоретических и технологических компонентов систем связи. В статье подробно анализируются теоретические основы измерения информации, включая объем информации, единицы измерения и понятие энтропии. Одновременно исследуется сущность систем кодирования, функции исходного и канального кодирования, а также их роль в сжатии данных и минимизации ошибок при передаче. Особое внимание уделяется применению механизмов измерения и кодирования информации в современных телекоммуникационных технологиях — в системах мобильной связи, волоконно-оптических сетях и спутниковой связи. В статье также рассматривается влияние систем кодирования на пропускную способность каналов связи, скорость передачи и информационную безопасность. Проведенный анализ показывает, что применение оптимальных методов измерения и кодирования играет важную роль в повышении общей эффективности телекоммуникационных систем и создает научную основу для развития будущих цифровых коммуникационных технологий.*

**Ключевые слова:** информация, энтропия, кодирование, телекоммуникации, связь, сигнализация, сжатие, безопасность, передача

XXI əsrdə informasiya cəmiyyətinin formalaşması və rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı telekommunikasiya sistemlərinin əhəmiyyətini daha da artırmışdır. Müasir dövrdə informasiya yalnız məlumat ötürülməsi vasitəsi deyil, eyni zamanda iqtisadiyyatın, elmin, təhsilin və təhlükəsizlik sistemlərinin əsas strateji resursuna çevrilmişdir. Bu baxımdan informasiyanın düzgün ölçülməsi, strukturlaşdırılması və səmərəli kodlaşdırılması telekommunikasiya texnologiyalarının effektiv fəaliyyətinin əsas şərtlərindən biri hesab olunur.

Telekommunikasiya sistemlərində informasiya müxtəlif fiziki mühitlər — naqillı, simsiz, optik və peyk rabitə kanalları vasitəsilə ötürülür. Lakin ötürmə prosesində siqnalın zəifləməsi, kənar təsirlər, elektromaqnit maneələr və kanal məhdudiyyətləri məlumatın keyfiyyətinə və etibarlılığına mənfi təsir göstərə bilər. Bu səbəbdən informasiyanın ölçülməsi və kodlaşdırma sistemləri rabitə prosesinin optimallaşdırılması, səhvlərin minimuma endirilməsi və kanal resurslarından səmərəli istifadə baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır.

İnformasiyanın ölçülməsi problemi informasiya nəzəriyyəsinin əsas istiqamətlərindən biri kimi formalaşmışdır. İnformasiya miqdarının müəyyən edilməsi, onun ölçü vahidlərinin təyin olunması və entropiya anlayışı telekommunikasiya sistemlərinin riyazi modelləşdirilməsində və performans göstəricilərinin qiymətləndirilməsində mühüm rol oynayır. İnformasiyanın miqdarı nə qədər optimal hesablanarsa, ötürmə sistemlərinin layihələndirilməsi və idarə olunması bir o qədər effektiv həyata keçirilə bilər. Kodlaşdırma sistemləri isə informasiyanın ötürülmə prosesində qorunması və səmərəli təqdim edilməsi məqsədilə tətbiq olunur. Mənbə kodlaşdırması məlumatın sıxlaşdırılmasına və artıq informasiyanın aradan qaldırılmasına xidmət etdiyi halda, kanal kodlaşdırması ötürmə zamanı yaranan səhvlərin aşkarlanması və düzəldilməsi üçün mexanizmlər təqdim edir. Bu iki istiqamətin uzlaşdırılması müasir rəqəmsal rabitə sistemlərinin etibarlılıq və məhsuldarlıq səviyyəsini müəyyən edən əsas amillərdəndir.

Hazırda mobil rabitə şəbəkələri, genişzolaqlı internet sistemləri, fiber-optik xətlər və peyk texnologiyaları yüksək həcmli məlumat axınlarını qısa zaman intervalında ötürmə qabiliyyətinə malikdir. Belə şəraitdə informasiyanın ölçülməsi və kodlaşdırma üsullarının optimallaşdırılması yalnız texniki zərurət deyil, həm də strateji inkişaf istiqaməti kimi çıxış edir.

İnformasiyanın ölçülməsi informasiya nəzəriyyəsinin fundamental istiqamətlərindən biridir və telekommunikasiya sistemlərinin riyazi modelləşdirilməsinin əsasını təşkil edir. İnformasiya anlayışı ehtimal xarakterli hadisələrlə sıx bağlıdır və onun miqdarı hadisənin başvermə ehtimalından asılı olaraq müəyyən edilir. Hadisə nə qədər az ehtimallıdırsa, daşdığı informasiya miqdarı bir o qədər böyük olur.

İnformasiya miqdarının ölçülməsi üçün əsas vahid **bit** (binary digit) hesab olunur. Bir bit iki mümkün haldan birinin seçilməsi zamanı əldə olunan informasiya miqdarını ifadə edir. Daha böyük vahidlər isə aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

- 1 bayt = 8 bit
- 1 kilobayt (KB) = 1024 bayt
- 1 meqabayt (MB) = 1024 KB

Telekommunikasiya sistemlərində məlumat axınının həcmi və ötürmə sürəti əsasən bit/saniyə (bit/s) vahidi ilə ölçülür.

Telekommunikasiya sistemlərində mühüm göstəricilərdən biri də rabitə kanalının buraxma qabiliyyətidir. Bu göstərici kanal vasitəsilə vahid zaman ərzində ötürülə bilən maksimal informasiya miqdarını müəyyən edir. Kanalın buraxma qabiliyyəti səs-küy amilindən və siqnalın gücündən asılıdır. İnformasiya nəzəriyyəsində ən mühüm anlayışlardan biri **entropiyadır**. Entropiya mənbədən gələn orta informasiya miqdarını xarakterizə edir və sistemin qeyri-müəyyənlik səviyyəsini göstərir. Entropiya maksimum qiymətini bütün hadisələrin bərabər ehtimallı olduğu halda alır. Bu vəziyyət telekommunikasiya sistemlərində maksimal informasiya yükünü ifadə edir.

***Cədvəl 1. İnformasiyanın Ölçülməsi ilə Bağlı Əsas Anlayışlar***

Anlayış	Tərif	Ölçü vahidi
Bit	İki mümkün haldan birinin seçilməsi ilə əldə olunan informasiya	bit
Bayt	8 bitdən ibarət informasiya vahidi	bayt
İnformasiya miqdarı	Hadisənin ehtimalından asılı olaraq ölçülən informasiya	bit
Entropiya	Mənbənin orta informasiya miqdarı	bit
Ötürmə sürəti	Vahid zamanda ötürülən informasiya həcmi	bit/s

Müasir telekommunikasiya sistemlərinin dayanıqlılığı və səmərəliliyi birbaşa olaraq tətbiq edilən kodlaşdırma mexanizmlərindən asılıdır. Kodlaşdırma yalnız məlumatın başqa formaya çevrilməsi prosesi deyil, eyni zamanda informasiyanın qorunması, optimallaşdırılması və etibarlı ötürülməsi üçün strateji mexanizmdir. Rəqəmsal rabitə mühitində kodlaşdırma informasiyanın “müdafiə qalxanı” rolunu oynayır. Kodlaşdırma sistemləri ümumilikdə iki əsas istiqamətə bölünür: **mənbə kodlaşdırması** və **kanal kodlaşdırması**. Bu iki istiqamət funksional baxımdan fərqli məqsədlərə xidmət etsə də, birlikdə telekommunikasiya sisteminin bütövlükdə effektivliyini təmin edir.

Mənbə kodlaşdırmasının əsas məqsədi informasiyanın strukturunu optimallaşdırmaq və artıq (redundant) məlumatları aradan qaldırmaqdır. Başqa sözlə, məlumat eyni məzmun saxlanılmaqla daha az bitlə ifadə edilir. Bu proses telekommunikasiya sistemlərində ötürmə yükünü azaldır və kanal resurslarından daha səmərəli istifadə etməyə imkan yaradır. Məsələn, mətn, səs və ya video məlumatları sıxlaşdırılaraq ötürüldükdə, eyni informasiya daha az yaddaş və ötürmə həcmi tələb edir. Bu yanaşma xüsusilə yüksək sürətli internet, mobil rabitə və multimedia ötürülməsi zamanı mühüm əhəmiyyət daşıyır. Məlumatların sıxlaşdırılması texnologiyaları real vaxt rejimində böyük həcmli informasiya mübadiləsini mümkün edir.

Kanal kodlaşdırması isə tamamilə fərqli funksiyaya malikdir. Bu mexanizm ötürmə zamanı yaranan səhvlərin aşkarlanması və düzəldilməsi üçün əlavə nəzarət bitləri əlavə edir. Rabitə kanalları ideal olmadığından siqnallar səs-küyə, interferensiyaya və fiziki maneələrə məruz qala bilər. Kanal kodlaşdırması bu təsirləri kompensasiya etməyə xidmət edir. Kanal kodlaşdırmasının tətbiqi nəticəsində sistem səhv ehtimalını minimuma endirir və məlumatın etibarlı şəkildə ünvanına çatdırılmasını təmin edir. Bu xüsusilə mobil şəbəkələrdə, peyk rabitəsində və uzaq məsafəli fiber-optik xətlərdə mühüm rol oynayır. Yüksək keyfiyyətli video zənglərin, onlayn konfransların və real vaxt rejimində məlumat ötürülməsinin arxasında məhz bu mexanizmlər dayanır.

Kodlaşdırma sistemləri telekommunikasiya texnologiyalarında yalnız texniki element deyil, həm də optimallaşdırma və təhlükəsizlik alətidir. Düzgün seçilmiş kodlaşdırma üsulu:

- Kanalın buraxma qabiliyyətini artırır

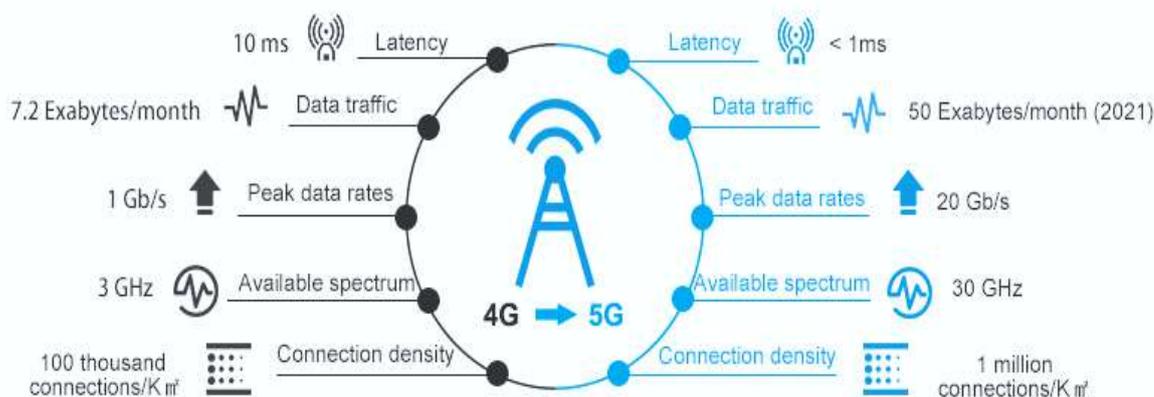
- Ötürmə sürətini optimallaşdırır
- Enerji sərfiyyatını azaldır
- Səhv ehtimalını minimuma endirir
- Məlumatın təhlükəsizliyini gücləndirir

Müasir rəqəmsal rabitə sistemlərində kodlaşdırma alqoritmləri adaptiv xarakter daşıyır. Yəni şəbəkə şəraitindən asılı olaraq kodlaşdırma parametrləri avtomatik dəyişdirilir. Bu isə telekommunikasiya sistemlərinin daha çevik və dayanıqlı fəaliyyət göstərməsinə imkan yaradır.

Beləliklə, kodlaşdırma sistemləri informasiyanın ölçülməsi ilə birlikdə telekommunikasiya texnologiyalarının fundamental dayaqlarından biri kimi çıxış edir və müasir rəqəmsal infrastrukturun ayrılmaz tərkib hissəsidir.

Müasir telekommunikasiya texnologiyalarında informasiya axınının həcmi və sürəti eksponensial şəkildə artmaqdadır. Rəqəmsallaşma prosesinin genişlənməsi nəticəsində mobil rabitə, internet şəbəkələri və peyk sistemləri yüksək keyfiyyətli və fasiləsiz məlumat ötürülməsini təmin etməlidir. Bu isə informasiyanın ölçülməsi və kodlaşdırma mexanizmlərinin daha da təkmilləşdirilməsini zəruri edir. Müasir mobil rabitə sistemlərində saniyədə milyonlarla bit informasiya ötürülür. Xüsusilə 5G texnologiyası yüksək ötürmə sürəti və aşağı gecikmə ilə xarakterizə olunur. Bu sistemlərdə məlumatın effektiv ötürülməsi üçün adaptiv kodlaşdırma və modulyasiya üsullarından istifadə edilir.

Şəbəkə şəraiti dəyişdikcə kodlaşdırma səviyyəsi də avtomatik olaraq tənzimlənir. Siqnal zəiflədikdə daha güclü səhv-düzəldici kodlar tətbiq olunur, siqnal güclü olduqda isə ötürmə sürətini artırmaq məqsədilə daha az əlavə nəzarət bitlərindən istifadə edilir. Bu yanaşma həm kanalın



Comparing 4G and 5G

buraxma qabiliyyətini optimallaşdırır, həm də enerji sərfiyyatını azaldır.

Fiber-optik xətlər yüksək sürətli məlumat ötürülməsini təmin edən ən etibarlı rabitə mühitlərindən biridir. Lakin uzun məsafələrdə siqnalın zəifləməsi və optik təhriflər baş verə bilər. Bu səbəbdən kanal kodlaşdırması burada mühüm rol oynayır.

Optik sistemlərdə tətbiq olunan səhv düzəldici mexanizmlər yüksək dəqiqliklə məlumatın bərpasını təmin edir. İnformasiyanın düzgün ölçülməsi isə ötürüləcək məlumatın optimal paketləşdirilməsinə və şəbəkə resurslarının səmərəli idarə olunmasına imkan yaradır. Peyk rabitəsi uzun məsafələrdə və çətin coğrafi şəraitdə məlumat ötürülməsi üçün istifadə olunur. Bu sistemlərdə siqnal atmosfer təsirlərinə və kosmik səs-küyə məruz qala bilər. Buna görə də güclü kanal kodlaşdırma üsulları tətbiq edilir. Peyk sistemlərində informasiyanın ölçülməsi kanalın real vəziyyətinə uyğun ötürmə strategiyasının seçilməsinə kömək edir. Eyni zamanda, məlumatın sıxlaşdırılması peyk resurslarından daha effektiv istifadə etməyə şərait yaradır.

Müasir genişzolaqlı internet şəbəkələrində və bulud sistemlərində saniyədə terabaytlarla məlumat emal olunur. Burada informasiyanın ölçülməsi trafik idarəetməsində, şəbəkə

yüklənməsinin proqnozlaşdırılmasında və performans analizində əsas göstərici kimi çıxış edir. Kodlaşdırma mexanizmləri isə məlumatın həm təhlükəsiz, həm də sürətli ötürülməsini təmin edir.

Beləliklə, informasiya ölçülməsi və kodlaşdırma sistemləri telekommunikasiya texnologiyalarının bütün səviyyələrində — fiziki ötürmə mühitindən tutmuş şəbəkə idarəetmə sistemlərinə qədər — fundamental rol oynayır. Onların düzgün tətbiqi rabitə sistemlərinin dayanıqlığını, məhsuldarlığını və təhlükəsizliyini müəyyən edən əsas amillərdəndir.

Aparılan təhlillər göstərir ki, informasiyanın ölçülməsi və kodlaşdırma sistemləri müasir telekommunikasiya texnologiyalarının nəzəri və praktik əsasını təşkil edir. İnformasiya miqdarının düzgün qiymətləndirilməsi və optimal kodlaşdırma üsullarının tətbiqi rabitə sistemlərinin buraxma qabiliyyətinin artırılmasına, səhv ehtimalının azaldılmasına və resurslardan səmərəli istifadəyə şərait yaradır.

Müasir rəqəmsal infrastrukturun davamlı inkişafı fonunda bu sahədə aparılan elmi tədqiqatlar telekommunikasiya sistemlərinin daha dayanıqlı, sürətli və təhlükəsiz fəaliyyət göstərməsinə mühüm töhfə verir. Bu məqalədə informasiyanın ölçülməsinin nəzəri əsasları, kodlaşdırma sistemlərinin prinsipləri və onların müasir telekommunikasiya texnologiyalarında tətbiqi kompleks şəkildə təhlil edilir. Eyni zamanda, bu sahədə mövcud elmi yanaşmalar və praktik tətbiq mexanizmləri araşdırılaraq, telekommunikasiya sistemlərinin səmərəliliyinin artırılması baxımından əhəmiyyəti əsaslandırılır.

## ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423.
2. Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2006). *Elements of information theory* (2nd ed.). Wiley.
3. Haykin, S. (2001). *Communication systems* (4th ed.). Wiley.
4. Proakis, J. G., & Salehi, M. (2008). *Digital communications* (5th ed.). McGraw-Hill.
5. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Computer networks* (5th ed.). Pearson.
6. Stallings, W. (2007). *Data and computer communications* (8th ed.). Pearson Prentice Hall.
7. Sklar, B. (2001). *Digital communications: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Prentice Hall.
8. Колмогоров, А. Н. (1987). *Теория информации и теория алгоритмов*. Наука.
9. Вернер, М. (2004). *Основы теории информации и кодирования*. Мир.
10. Скляр, Б. (2003). *Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение*. Вильямс.
11. Əliyev, R. R. (2010). *İnformasiya nəzəriyyəsinin əsasları*. Bakı: Elm nəşriyyatı.
12. Məmmədov, A. İ. (2015). *Telekommunikasiya sistemləri və şəbəkələri*. Bakı: Təhsil nəşriyyatı.
13. Quliyev, V. S. (2012). *Rəqəmsal rabitə sistemləri*. Bakı: Elm və Təhsil.
14. İsmayılov, N. Ə. (2018). İnformasiya ölçülməsi və kodlaşdırma prinsipləri. *Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Əsərləri*, 2, 45–52.
15. ITU. (2020). *Measuring digital development: Facts and figures 2020*. International Telecommunication Union.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813357>

## İBTİDAİ TƏHSİLDƏ RƏQƏMSAL SAVADLILIĞIN STEAM TƏLİM MODELİ İLƏ FORMALAŞDIRILMASI METODİKASI

**RZAYEVA XƏYALƏ NAZİM qızı**  
p.ü.f.d., Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
Kompüter elmləri kafedrası, müəllim  
Azərbaycan, Bakı

**Xülasə.** Bu məqalədə ibtidai təhsildə rəqəmsal savadlılığın STEAM təlim modeli vasitəsilə formalaşdırılması məsələsi araşdırılır. Məqalədə STEAM yanaşmasının mahiyyəti, ibtidai siniflərdə tətbiq imkanları və şagirdlərin rəqəmsal bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi yolları təhlil edilmişdir. Həmçinin müəllimlərin metodik hazırlığı, interaktiv dərslər üsulları və kompüter texnologiyalarından istifadə ilə şagirdlərin yaradıcı və tənqidi düşünmə bacarıqlarının artırılması məsələlərinə diqqət yetirilmişdir. Məqalə praktiki nümunələr və tövsiyələrlə zənginləşdirilərək, ibtidai təhsil mərhələsində rəqəmsal savadlılığın inkişafına dair metodik istiqamətləri göstərir.

**Açar sözlər:** ibtidai, təhsil, STEAM, təlim, model, rəqəmsal, savadlılıq, bacarıq, inkişaf, metod, yanaşma, müəllim, şagird, kompüter, texnologiya, interaktiv, dərslər, oyun, layihə, yaradıcı, düşünmə, tənqidi, tədris, innovasiya, proqram, tətbiq

## METHODOLOGY FOR FORMING DIGITAL LITERACY IN PRIMARY EDUCATION WITH THE STEAM LEARNING MODEL

**Summary.** This article examines the issue of forming digital literacy in primary education through the STEAM learning model. The article analyzes the essence of the STEAM approach, its application possibilities in primary grades, and ways to develop students' digital skills. Attention is also paid to the issues of methodological training of teachers, interactive teaching methods, and increasing students' creative and critical thinking skills through the use of computer technologies. The article is enriched with practical examples and recommendations and shows methodological directions for the development of digital literacy at the primary education stage.

**Keywords:** primary, education, STEAM, training, model, digital, literacy, skills, development, method, approach, teacher, student, computer, technology, interactive, lesson, game, project, creative, thinking, critical, teaching, innovation, program, application

Müasir təhsil sistemi sürətlə dəyişən texnoloji mühitin tələblərinə uyğunlaşmalıdır. Xüsusilə ibtidai mərhələdə şagirdlərin gələcək bilik və bacarıqlarının təməli qoyulduğundan, onların rəqəmsal savadlılığının erkən yaşlarda formalaşdırılması olduqca vacibdir. Rəqəmsal savadlılıq yalnız kompüter və texnoloji cihazlardan istifadə bacarığını deyil, həm də informasiya toplama, qiymətləndirmə və yaradıcı şəkildə tətbiq etmə qabiliyyətini əhatə edir. Bu baxımdan STEAM təlim modeli ibtidai siniflərdə tətbiq olunan ən effektiv yanaşmalardan biridir.

STEAM (Elm, Texnologiya, Mühəndislik, İncəsənət və Riyaziyyat) yanaşması şagirdlərin tənqidi düşünmə, problem həll etmə, yaradıcı yanaşma və əməkdaşlıq bacarıqlarının inkişafına imkan verir. Bu model vasitəsilə şagirdlər texnologiya və rəqəmsal alətlərlə işləməyi

öyrənir, həmçinin müxtəlif layihə və tapşırıqlar vasitəsilə praktik təcrübə qazanırlar. Beləliklə, rəqəmsal bacarıqların inkişafı təkcə texniki biliklərlə məhdudlaşmır, həm də şagirdlərin analitik və yaradıcı düşünmə qabiliyyətlərinin formalaşmasına xidmət edir.

İbtidai siniflərdə STEAM yanaşmasının tətbiqi müəllimlərin metodik hazırlığını da tələb edir. Müəllimlər interaktiv dərslər üsullarından istifadə etməklə şagirdləri maraqlandırmalı, onların fərdi



xüsusiyyətlərinə uyğun öyrənmə imkanları yaratmalıdırlar. Bu, şagirdlərin həm akademik uğurunu artırır, həm də rəqəmsal dünyada tələb olunan əsas bacarıqların formalaşmasına kömək edir.

Məqalənin məqsədi ibtidai təhsildə rəqəmsal savadlılığın STEAM təlim modeli ilə formalaşdırılmasının imkanlarını və metodik istiqamətlərini araşdırmaqdır. Məqələdə həm nəzəri əsaslar, həm də praktik tətbiq nümunələri təqdim olunacaq, bununla da müəllimlər üçün tövsiyələr və gələcək perspektivlər müəyyən ediləcəkdir.

STEAM təlim modeli (Elm, Texnologiya, Mühəndislik, İncəsənət, Riyaziyyat) ibtidai təhsildə şagirdlərin müxtəlif bacarıqlarını kompleks şəkildə inkişaf etdirməyə imkan verən bir yanaşmadır. Bu model şagirdləri yalnız məlumat qəbul edən vəziyyətdə qoymur, eyni zamanda onları praktiki tapşırıqlar, layihələr və eksperimentlər vasitəsilə öyrənməyə təşviq edir. STEAM yanaşması sayəsində şagirdlər tənqidi düşünmə, problem həll etmə, yaradıcı yanaşma və əməkdaşlıq bacarıqlarını inkişaf etdirir, eləcə də rəqəmsal texnologiyalardan səmərəli istifadə etməyi öyrənirlər.

İbtidai siniflərdə STEAM təliminin tətbiqi müəllimlərin metodik hazırlığını və şagirdlərin fərdi xüsusiyyətlərinə uyğunlaşdırılmış öyrənmə prosesini tələb edir. Rəqəmsal alətlərdən istifadə, interaktiv dərslər, elektron oyunlar və layihə fəaliyyətləri şagirdlərin marağını artırır və onların öyrənmə motivasiyasını yüksəldir.

Aşağıdakı cədvəl ibtidai siniflərdə STEAM təlim modeli vasitəsilə inkişaf etdirilə biləcək əsas bacarıqlar və onları formalaşdırmaq üçün istifadə olunan metodik vasitələri göstərir:

<b>Bacarıq</b>	<b>Təsviri</b>	<b>Metodik vasitələr / Tətbiq nümunələri</b>
Rəqəmsal savadlılıq	Kompüter və proqramlardan düzgün istifadə bacarığı	Kodlaşdırma tapşırıqları, tədris proqramları, interaktiv oyunlar
Yaradıcı düşüncə	Yeni ideya və layihələrin yaradılması	Rəqəmsal dizayn, animasiya və sadə robot layihələri
Problem həll etmə	Qarşıya çıxan məsələləri analiz edərək həll etmə	STEM layihələri, təcrübələr, eksperiment tapşırıqları
Tənqidi düşüncə	Məlumatları qiymətləndirmə və nəticələr çıxarma	Məlumat analizi tapşırıqları, virtual laboratoriya
Əməkdaşlıq və ünsiyyət	Qrup şəklində işləmə və fikir mübadiləsi	Komanda layihələri, müzakirə sessiyaları
İnnovativ bacarıqlar	Texnologiyaları yaradıcı şəkildə tətbiq etmə	Proqramlaşdırma, elektron cihazlar ilə mini layihələr

Bu cədvəl göstərir ki, STEAM təlim modeli yalnız texniki bacarıqları deyil, həm də şagirdlərin analitik və yaradıcı qabiliyyətlərini inkişaf etdirməyə xidmət edir. Beləliklə, ibtidai sinif mərhələsində rəqəmsal savadlılığın formalaşdırılması həm şagirdlərin gələcək təhsilinə hazırlıq, həm də onların XXI əsr bacarıqlarına sahib olmaları baxımından əhəmiyyətlidir.

Rəqəmsal savadlılıq şagirdlərin kompüter və digər rəqəmsal texnologiyalardan məqsədyönlü, təhlükəsiz və yaradıcı şəkildə istifadə etmə bacarığını ifadə edir. İbtidai mərhələdə bu bacarıqların formalaşdırılması şagirdlərin gələcək təhsilində və sosial həyatında uğurlu olmaları üçün əsasdır. Rəqəmsal savadlılıq yalnız texniki biliklərlə məhdudlaşmır; eyni zamanda informasiya toplama, qiymətləndirmə, paylaşma və tətbiq etmə bacarıqlarını da əhatə edir.

İbtidai siniflərdə rəqəmsal savadlılığın inkişafı üçün müəllimlər interaktiv dərslər, tədris proqramları və elektron layihələrdən istifadə edə bilirlər. Misal üçün, sadə proqramlaşdırma mühitləri və rəqəmsal oyunlar vasitəsilə şagirdlər tapşırıqları həll edir, nəticələr çıxarırlar və öz layihələrini yaradırlar. Belə fəaliyyətlər həm tənqidi düşünməni, həm də yaradıcı yanaşmanı gücləndirir.

Aşağıdakı cədvəl ibtidai sinif şagirdlərinin inkişaf etdirilə biləcək rəqəmsal bacarıqları və onları formalaşdırmaq üçün istifadə olunan metodik vasitələri göstərir:

<b>Rəqəmsal bacarıq</b>	<b>Təsviri</b>	<b>Metodik vasitələr / Tətbiq nümunələri</b>
-------------------------	----------------	--

<i>Kompüterdən düzgün istifadə</i>	Əsas əməliyyatları yerinə yetirmək və proqramlarla işləmək	Tapşırıqlar, interaktiv dərslər, tədris proqramları
<i>Proqramlaşdırma bacarığı</i>	Sadə kodlar yazmaq və layihələr yaratmaq	Kodlaşdırma oyunları, Scratch və ya Blockly kimi proqramlar
<i>Məlumat axtarışı və təhlili</i>	İnternetdən məlumat toplamaq və düzgün qiymətləndirmək	Araşdırma layihələri, virtual kitabxana və məlumat bazaları
<i>Elektron layihələrin yaradılması</i>	Rəqəmsal məhsullar hazırlamaq	Slaydlar, animasiya, elektron posterlər, robot layihələri
<i>Təhlükəsiz onlayn davranış</i>	İnternet və sosial şəbəkələrdə təhlükəsiz hərəkət etmək	Təhlükəsizlik dərsləri, interaktiv simulyasiyalar, videolar

Bu yanaşma şagirdlərdə yalnız texniki bacarıqları deyil, həm də yaradıcı və tənqidi düşüncə qabiliyyətlərini inkişaf etdirir. Rəqəmsal savadlılığın erkən yaşda formalaşdırılması, gələcəkdə daha mürəkkəb texnoloji tapşırıqlarla uğurla işləyə bilmələri üçün güclü zəmin yaradır.

Metodik yanaşmalar arasında interaktiv dərslər xüsusi yer tutur. Müəllimlər kompüter və rəqəmsal proqramlardan istifadə edərək dərslər mövzusunun vizual və praktik formada təqdim edən bilirlər. Məsələn, riyaziyyat dərslərində sadə proqramlaşdırma vasitəsi ilə tapşırıqların həlli şagirdlər üçün həm maraqlı, həm də anlaşılacaq olur. Eyni zamanda, elektron oyunlar və simulyasiyalar vasitəsilə şagirdlər müxtəlif elmi və texnoloji prosesləri praktik olaraq müşahidə edir və nəticələr çıxarırlar.

Layihə əsaslı öyrənmə də metodik yanaşmalardan biridir. Şagirdlər qrup şəklində müxtəlif mövzularda layihələr hazırlayırlar, onları rəqəmsal alətlərlə təqdim edir və nəticələrini həm müəllim, həm də digər şagirdlərlə paylaşırırlar. Bu proses həm əməkdaşlıq bacarıqlarını, həm də yaradıcı düşüncəni gücləndirir. Məsələn, sadə robot layihələri və ya rəqəmsal dizayn layihələri şagirdlərin texnologiyalardan yaradıcı şəkildə istifadə etməsini təmin edir.

Həmçinin müəllimlər şagirdlərin fərdi bacarıqlarına uyğunlaşdırılmış tapşırıqlar təqdim etməlidirlər. Bu, rəqəmsal bacarıqların formalaşmasına daha effektiv təsir göstərir və hər bir şagirdin inkişaf səviyyəsinə uyğun öyrənmə imkanları yaradır. İnteraktiv testlər, onlayn platformalar və fərdi elektron layihələr şagirdlərin həm öyrəndiklərini tətbiq etməsinə, həm də özlərini qiymətləndirməsinə kömək edir. Müasir ibtidai təhsil praktikalarında, müəllimlərin STEAM təlim modelinə uyğun dərslər hazırlığı, rəqəmsal bacarıqların inkişaf etdirən tapşırıqların planlaşdırılması və şagirdlərlə praktik fəaliyyətlərin təşkili əsas metodik istiqamətlər kimi qəbul edilir. Belə yanaşma nəticəsində şagirdlər yalnız texnoloji biliklər əldə etməzlər, həm də problem həll etmə, tənqidi düşüncə və yaradıcı yanaşma bacarıqlarını eyni vaxtda inkişaf etdirirlər.

Müasir ibtidai təhsil şəraitində şagirdlərin rəqəmsal savadlılığının inkişafı həm onların gələcək təhsilinə, həm də həyat bacarıqlarına hazırlıq baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Məqalədə göstəriləndiyi kimi, STEAM təlim modeli bu prosesdə əsas vasitə rolunu oynayır. O, şagirdləri yalnız məlumat qəbul edən vəziyyətə qoymur, həm də onları praktiki fəaliyyətlərə cəlb edir, problem həll etmə və yaradıcı düşüncə bacarıqlarını inkişaf etdirir.

İbtidai siniflərdə rəqəmsal savadlılığın formalaşdırılması müəllimlərin metodik hazırlığından birbaşa asılıdır. Müəllimlər interaktiv dərslər, layihə əsaslı fəaliyyətlər, kodlaşdırma tapşırıqları və rəqəmsal simulyasiyalar vasitəsilə şagirdlərin həm texniki, həm də analitik bacarıqlarını gücləndirə bilirlər. Eyni zamanda, fərdi yanaşma və şagirdlərin maraqlarına uyğunlaşdırılmış tapşırıqlar onların öyrənmə motivasiyasını artırır.

Praktik təcrübə göstərir ki, STEAM təlim modelinin tətbiqi şagirdlərin yalnız rəqəmsal texnologiyalardan istifadəsini artırmır, həm də onların yaradıcı layihələr hazırlamaq, komanda ilə işləmək və əldə etdikləri məlumatları təhlil edərək qərar vermək bacarıqlarını gücləndirir. Bu yanaşma nəticəsində şagirdlər XXI əsrin tələb etdiyi əsas bacarıqlara malik olurlar və gələcək təhsil mərhələlərinə hazırlıqlı şəkildə daxil olurlar.

### **Təvsiyələr:**

1. Müəllimlər ibtidai siniflərdə STEAM təlim modelini dərs prosesinə inteqrasiya etməli və rəqəmsal bacarıqların inkişafı üçün planlı fəaliyyətlər hazırlamaladırlar.
2. Şagirdlərin fərdi bacarıqlarını nəzərə alan tapşırıqlar və layihələr tətbiq edilməlidir.
3. Rəqəmsal texnologiyalardan istifadə ilə yanaşı, tənqidi və yaradıcı düşünmənin inkişafına yönəlmiş fəaliyyətlər də təşkil olunmalıdır.
4. Məktəblərdə müəllimlərin STEAM və rəqəmsal bacarıqlar üzrə davamlı peşəkar inkişaf proqramları təşkil olunmalıdır.
5. Uşaqların təhlükəsiz onlayn davranış və informasiya etikasına sahəsində biliklərinin artırılması vacibdir.

Beləliklə, ibtidai təhsildə rəqəmsal savadlılığın formalaşdırılması STEAM təlim modeli vasitəsilə həm nəzəri, həm də praktiki aspektlərdə səmərəli şəkildə həyata keçirilə bilər. Bu yanaşma şagirdlərin texnologiya ilə əlaqədar bacarıqlarını gücləndirir, yaradıcı və analitik düşünmə qabiliyyətlərini inkişaf etdirir və gələcək təhsil üçün möhkəm zəmin yaradır.

### ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

1. Veziroğlu-Celik, M., Özkaya, S., & Kacar, G. (2025). *STEAM in early childhood: An analysis towards teachers' and children's perspectives*. Early Childhood Education Journal. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10643-025-01897-9>
2. Yıldız, M., & Erol, A. (2023). Reflections of STEAM education on children according to early childhood and primary school teachers. *International Journal on Social and Education Sciences (IJonSES)*, 5(3), 493-506. <https://ijonsses.net/index.php/ijonsses/article/view/2088>
3. Cakrawala Pendas. (2024). *Integrating STEAM and Edupreneurship in primary education to improve science literacy and student creativity*. Jurnal Cakrawala Pendas. <https://www.ejournal.unma.ac.id/index.php/cp/article/view/13980>
4. Teunuleh, J. (2023). *STEAM's approach to primary school thematic learning*. Jurnal Ilmiah Teunuleh. <https://teunulehjournal.com/index.php/jiteunuleh/article/view/57>
5. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books. [https://en.wikipedia.org/wiki/Mindstorms\\_%28book%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Mindstorms_%28book%29)
6. STEAM Interaktiv Təhsil. (2022). *STEAM interaktiv təhsil*. KitabYurdu. <https://www.kitabyurdu.org/kitab/derslik/2625-steam-interaktiv-tehsil.html>
7. Arti Təhsil Mərkəzi. (2022). *Məktəbəqədər və ibtidai təhsildə STEAM: mahiyyəti və metodikası*. <https://www.arti.edu.az/noduploads/book/elmi-asarlar-2022-1.pdf>
8. Tağıyeva, R. E. (2022). *Məktəbəqədər təhsildə STEAM və onun mahiyyəti*. Arti Təhsil Nəşriyyatı. <https://www.arti.edu.az/noduploads/book/elmi-asarlar-2022-1.pdf>
9. NDU Konfrans Materialları. (2023). *İbtidai siniflərdə STEAM təhsil modelinin təsiri*. [https://konfrans.ndu.edu.az/media/publication-pdf/R%C9%99q%C9%99msalla%C5%9Fd%C4%B1rma\\_son.pdf](https://konfrans.ndu.edu.az/media/publication-pdf/R%C9%99q%C9%99msalla%C5%9Fd%C4%B1rma_son.pdf)
10. Təhsil Nazirliyi. (2024). *STEAM əsaslı tədrisin əhatə dairəsinin genişləndirilməsi*. <https://edu.gov.az/news-and-updates/20347-1>
11. NDU Təhsil Təhlili. (2024). *Təhsildə inkişaf mərhələləri: rəqəmsallaşdırma və perspektivlər*. [https://timkon24.ndu.edu.az/media/Reqemsalla%C5%9Fma\\_2024.pdf](https://timkon24.ndu.edu.az/media/Reqemsalla%C5%9Fma_2024.pdf)
12. NDU Konfrans Materialları. (2023). *İdarəetmədə və təhsildə rəqəmsallaşdırma*. [https://konfrans.ndu.edu.az/media/publication-pdf/R%C9%99q%C9%99msalla%C5%9Fd%C4%B1rma\\_son.pdf](https://konfrans.ndu.edu.az/media/publication-pdf/R%C9%99q%C9%99msalla%C5%9Fd%C4%B1rma_son.pdf)
13. Muallim Təhsil Portalı. (2024). *STEAM təhsil metodu: Təhsildə innovasiyanın zərurəti və beynəlxalq təcrübələr*. <https://www.muallim.edu.az/news/671218197e1c71ee03d091d9>
14. UIN Suka Journal. (2023). *Golden Age: Redefining early literacy: A STEAM approach at kindergarten level*. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/tarbiyah/goldenage/article/view/7591>
15. Arxiv. (2024). *Information literacy development and assessment at school level: A systematic review of the literature*. <https://arxiv.org/abs/2404.19020>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813425>

## ПРИМЕНЕНИЕ ИИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

ДЖАБРАИЛОВ ШАФАГАДДИН

**Информационное обеспечение** трактуется следующим образом:

1) информация, необходимая для управления экономическими процессами, содержащаяся в базах данных информационных систем;

2) создание информационных условий функционирования системы, обеспечение необходимой информацией, включение в систему средств поиска, получения, хранения, накопления, передачи, обработки информации, организация баз данных. Создание информационного обеспечения — непереносимое условие построения и функционирования автоматизированных систем управления.

**Информационное обеспечение (ИО)** — важнейший элемент ИС (Информационных Систем) и ИТ (Информационных Технологий) — предназначено для отражения информации, характеризующей состояние управляемого объекта и являющейся основой для принятия управленческих решений.

Информационное обеспечение — совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методологии построения баз данных.

Унифицированные системы документации создаются на государственном, отраслевом и региональном уровнях. Главная цель обеспечения сопоставимости показателей различных сфер общественного производства.

Схемы информационных потоков отражают маршруты движения информации и ее объемы, места возникновения первичной информации и использование результатной информации. За счет анализа структуры этих схем можно выработать меры по совершенствованию всей системы управления.

Методология построения баз данных основывается на теоретических основах их проектирования. Построение базы данных как правило, ведется в два этапа:

- Обследование всех функциональных подразделений организации для определения информационных объектов, их характеристик, а также для построения схемы информационных потоков;

- Построение концептуальной информационно-логической модели в которой устанавливаются и оптимизируются все связи между объектами и их реквизитами. На базе информационно-логической модели в дальнейшем создается база данных.

С функциональной точки зрения можно выделить:

- Системы обработки данных (СОД);
- Автоматизированные системы управления (АСУ);
- Информационно-поисковые системы (ИПС)

Для операций преобразования входной информации в выходную необходимо создание прикладных программ. Информационная экономическая система дополненная прикладными программами различного назначения, образует **систему обработки данных (СОД)**.

Для прикладных программ СОД характерно наличие математических соотношений, которые позволяют вычислять значение элементов выходной информации по известным значениям входной информации без применения методов оптимизации процессов управления экономическим объектом.

СОД производит информационное обслуживание специалистов органа управления объектом, принимающих управленческие решения.

Решение принятое на основе представленной информации, передается на управляемый объект, минуя СОД.

Можно трактовать СОД как систему, которая преобразует поток входной информации в поток выходной информации. Если СОД способна выполнять выбор управленческих решений, то она становится **автоматизированной системой управления (АСУ)**. Принятие решений АСУ может производиться на основе экономико-математических методов или путем моделирования действий специалиста по принятию управленческого решения. Прикладные программы АСУ формирующие управленческое решение, как правило, используют экономико-математические методы для выбора оптимальных решений. Исходные данные для оптимизационной задачи рассчитываются в режиме системы обработки данных. Моделирование принятия решений специалистом реализуется в так называемых экспертных системах, которые построены на принципах искусственного интеллекта и баз знаний.

В составе ИО выделяется внешнее и внутримашинное информационное обеспечение.

Внешнее обеспечение ИО включает систему экономических показателей, потоки информации, систему классификации и кодирования, документацию.

Внутримашинное ИО – система специальным образом организованных данных, подлежащих автоматизированной обработке, накоплению, хранению, поиску, передаче в виде, удобном для восприятия техническими средствами. Это файлы (массивы), базы и банки данных, базы знаний, а также их системы.

Таким образом, внешнее и внутримашинное информационное обеспечение составляют структуру информационного обеспечения.

Создание ИО (информационное обеспечение) включает в себя следующие этапы:

- Анализ информационных потребностей;
- Унифицированная система документации и исследование информационных потоков;
- Системы классификации и кодирования;
- Проектирование базы данных;
- Реализация базы данных

В настоящее время информационное обеспечение рассматривается как совокупность собственно информационного и лингвистического обеспечения. При этом под собственно информационным обеспечением понимают файлы операционной системы и базы данных, а под лингвистическим — форматную базу, лексическую базу и языковые средства.

Внешняя деловая информация поступает из источников, не относящихся к организации, и может включать отчеты компании, отраслевые отчеты, данные о потребителях, демографическую информацию, а также бизнес-теории и концепции. Эта информация поступает в различных формах, таких как печатные материалы, трансляции и онлайн-ресурсы. Качественная информация должна быть полезной, ценной, доступной, точной, надежной, актуальной, полной и объективной. Она предоставляет ключевые сведения, необходимые для бизнеса, в легкодоступном формате.

**Рассмотрим один из основных этапов создания информационного обеспечения - проектирование и реализацией базы данных в обычном виде и с применением искусственного интеллекта-АИ.**

Основное различие заключается в том, что ручной метод требует от пользователя четкого понимания принципов проектирования баз данных (таблицы, поля, связи и т. д.) и выполнения каждого шага, в то время как метод с использованием ИИ автоматизирует многие из этих задач, позволяя пользователю создать функциональную базу данных, просто описав свои требования простым языком. Основное различие заключается в том, что ручной метод требует от пользователя четкого понимания принципов проектирования баз данных (таблицы, поля, связи и т. д.) и выполнения каждого шага, в то время как метод с

использованием ИИ автоматизирует многие из этих задач, позволяя пользователю создать функциональную базу данных, просто описав свои требования простым языком.

Для начала открыть MS Microsoft Access на компьютере. Потом, перейдите в меню «Файл» >> «Создать». Здесь вы можете выбрать между созданием базы данных с нуля или выбором одного из множества доступных шаблонов, адаптированных для конкретных нужд — например, для отслеживания запасов или управления контактами.

После того, после выбора контента, присвоить имя новой базе данных имя, отражающее ее назначение, и указать место для ее сохранения. После подтверждения команды «Создать». Если появится желтая панель с вопросом, хотите ли вы включить контент при открытии базы данных, выполнить это — это гарантирует работоспособность всех функций.

Теперь, когда чистый холст готов, давайте поговорим об импорте данных. Многие пользователи имеют опыт работы с Excel и хотят беспрепятственно перенести свои существующие электронные таблицы в MS Microsoft Access. Сначала открыть свою рабочую книгу MS Excel; Убедитесь, что каждый столбец имеет четкие заголовки и согласованные типы данных (это упростит дальнейшую работу). Выделите диапазон данных, которые вы хотите импортировать.

В Microsoft Access перейдите в раздел «Внешние данные» > «Новый источник данных» > «Из файла» > «Excel». Будет предложено выбрать файл — легко найти его с помощью кнопки «Обзор» — и принять любые значения по умолчанию, прежде чем нажать «ОК».

Затем можно увидеть параметр, спрашивающий, содержит ли первая строка заголовки столбцов; подтвердить это, если необходимо, и продолжит выполнять любые дополнительные запросы до завершения.

Мы создали не только базу данных, но и импортировали в нее ценную информацию — и все это без написания ни одной строки кода! Дальнейшее изучение запросов для поиска конкретных точек данных или форм для удобного ввода данных в будущем покажет, что создание баз данных в Microsoft Access может быть довольно увлекательным занятием.

### **Что такое интеллектуальная обработка документов (IDP)?**

Интеллектуальная обработка документов (IDP) — это технология, которая объединяет искусственный интеллект, машинное обучение и обработку естественного языка для автоматизации захвата, извлечения и обработки информации из структурированных, полуструктурированных и неструктурированных документов. Она выходит за рамки простого оптического распознавания символов (OCR) и позволяет понимать контекст и смысл.

### **Что такое интеллектуальное управление и обслуживание баз данных?**

Интеллектуальное управление и обслуживание баз данных (Intelligent DB Ops) подразумевает использование передовых технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение (МО) и автоматизация, для оптимизации, мониторинга и управления системами баз данных. Цель состоит в повышении эффективности, сокращении вмешательства человека, прогнозировании потенциальных проблем и обеспечении высокой доступности и производительности баз данных.

Традиционные операции с базами данных в значительной степени основаны на ручных задачах, таких как настройка производительности, устранение неполадок и плановое обслуживание. Интеллектуальное управление базами данных автоматизирует эти процессы, анализируя исторические данные, выявляя закономерности и принимая упреждающие решения.

Ключевые особенности интеллектуального управления и обслуживания баз данных включают:

Автоматизированный мониторинг: непрерывное отслеживание метрик базы данных (например, использование ЦП, задержка запросов, емкость хранилища) в режиме реального времени.

Прогностическая аналитика: использование моделей МО для прогнозирования потенциальных сбоев или узких мест производительности до их возникновения.

Самовосстановление: Автоматически устраняет распространенные проблемы, такие как перезапуск неисправных служб или перераспределение ресурсов.

Интеллектуальная оптимизация запросов: Анализирует шаблоны запросов и предлагает или применяет оптимизации для повышения скорости выполнения.

Управление безопасностью: Обнаруживает аномалии или попытки несанкционированного доступа с помощью обнаружения угроз на основе ИИ.

*Более интеллектуальный ввод данных в Microsoft Access с помощью ИИ-АИ*

Ввод данных долгое время был одним из самых трудоемких и подверженных ошибкам аспектов работы с базами данных. В средах, где Microsoft Access играет центральную роль в управлении и хранении информации, традиционные методы часто основаны на ручном вводе — задаче, которая замедляет работу и оставляет место для ошибок. Но с появлением ИИ MS Microsoft Access перестает быть просто устаревшим инструментом — он становится интеллектуальным автоматизированным решением. Значит в будущем ввода данных с использованием ИИ-АИ будет быстрое и точное.

***Традиционный ручной ввод данных характеризуется следующим образом:***

Ручной ввод данных в MS Microsoft Access исторически требовал использования форм, выпадающих списков, ввода с клавиатуры и правил проверки, запускаемых макросами. Хотя эти методы функциональны, они плохо масштабируются, подвержены человеческим ошибкам и снижают общую эффективность. Особенно в быстро меняющейся деловой среде полагаться исключительно на ручные рабочие процессы больше нецелесообразно. Сейчас компании ищут способы устранить избыточность и оптимизировать сбор данных — и ИИ-АИ предлагает именно это.

***Роль ИИ-АИ в модернизации рабочих процессов MS Microsoft Access:***

Инструменты на основе ИИ теперь могут автоматизировать, проверять и даже прогнозировать ввод данных в системах MS Microsoft Access. Такие технологии, как оптическое распознавание символов (OCR), обработка естественного языка (NLP) и алгоритмы машинного обучения, трансформируют способы сбора и обработки данных. Например, используя скрипты Python или Microsoft Power Automate, модели ИИ могут извлекать информацию из отсканированных документов, PDF-файлов или электронных писем, а затем автоматически заполнять соответствующие поля в Microsoft Access — без какого-либо ручного вмешательства.

Инструменты ИИ-АИ, которые легко интегрируются с MS Microsoft Access:

Следующие инструменты и технологии могут быть интегрированы или использованы вместе с MS Microsoft Access для обеспечения ввода данных с помощью ИИ-АИ:

Power Automate: Используйте AI Builder для извлечения данных из форм и прямой передачи их в Microsoft Access.

Python с Pandas и PyODBC: Создай пользовательскую логику ИИ, которая взаимодействует с базами данных Microsoft Access для обработки данных в реальном времени.

Azure AI Services: Подключиться к Microsoft Access с помощью API для анализа, проверки и автоматического заполнения полей данных.

ChatGPT или Copilot (через API или скрипты): помогают пользователям создавать записи или дополнять незавершенные, анализируя предыдущие шаблоны.

Объединив эти инструменты, разработчики могут создавать динамические системы ввода данных, которые обучаются, адаптируются и развиваются вместе с базой данных.

Пример использования: Ввод данных в счета-фактуры с помощью ИИ

Представьте, что компания получает десятки счетов-фактур каждый день. Вместо ручного ввода каждой позиции, модель распознавания текста на основе ИИ извлекает имя поставщика, дату, сумму и позиции непосредственно из PDF-счетов-фактур. Затем,

используя Power Automate или Python, эта информация автоматически вводится в соответствующие таблицы MS Microsoft Access — точно и мгновенно. Это не только повышает эффективность, но и улучшает качество данных и точность отчетности.

***Преимущества ввода данных с помощью ИИ в MS Microsoft Access:***

**Повышение скорости:** автоматизация значительно сокращает время, затрачиваемое на повторяющиеся задачи.

**Меньше ошибок:** модели AI-ИИ постоянно совершенствуются, минимизируя человеческие ошибки.

**Экономическая эффективность:** экономит время сотрудников, снижая накладные расходы.

**Масштабируемость:** Легко масштабируется для обработки больших объемов ввода данных.

**Удобство использования:** Сотрудники тратят меньше времени на рутинные задачи и больше на стратегическую работу.

**Как начать работу с AI- ИИ в MS Microsoft Access:**

**Оцените ваши текущие рабочие процессы:** Определите повторяющиеся и трудоемкие точки ввода данных.

**Выберите подходящие инструменты ИИ:** Выберите между Power Automate, Python или сторонними API ИИ в зависимости от вашего варианта использования.

**Создайте прототип рабочего процесса:** Начните с одного процесса, например, ввода данных в формы клиентов или загрузки счетов-фактур.

**Интегрируйте и тестируйте:** Создайте свой рабочий процесс с использованием AI-ИИ и протестируйте его на точность и надежность.

**Обучайте и отслеживайте:** Регулярно отслеживайте производительность ИИ-AI и переобучайте модели по мере необходимости для достижения оптимальных результатов.

**Заключение:** От устаревших технологий к популярным

ИИ-AI официально ворвался в мир данных — и он переосмысливает возможности Microsoft Access. Когда-то считавшийся устаревшей платформой, MS Microsoft Access теперь является частью современного диалога о данных благодаря сочетанию с мощью искусственного интеллекта. От заполнения форм в режиме реального времени до прогнозирования данных и подсказок — AI-ИИ превращает ручной ввод в оптимизированный, интеллектуальный процесс. И в отличие ручного ввода применимый новый инновационный способ обладает следующими качествами: Повышение производительности, улучшение целостности данных и перспективная база данных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.Г. Гниденко, С.А. Соколовская «Информационные технологии в бизнесе» И. «Вектор», Санкт Петербург, 2005
2. Г.А. Титеренко «Информационные технологии управления», М.: ЮНИТИ ДАНА, 2003, 2011
3. <https://www.tencentcloud.com/techpedia/128502>
4. <https://redis.io/nosql/ai-databases/>
5. <https://www.oreateai.com/blog/creating-a-database-in-access-a-stepbystep-guide/904f8204aaf66dca9007a01e1134bae9>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813474>  
УДК 530.1(043) А14

## ЗАКОНЫ ВРАЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

АБДРАХМАНОВА МАДИНА НУРИДИНОВНА

Студент-магистрант естественно-научного факультета, Таразского университета имени М.Х.Дулати

Научный руководитель - ЕГЕМБЕРДИЕВА С.Ш.  
Тараз. Казахстан

***Аннотация.** В статье рассматриваются фундаментальные законы вращательного движения с позиции классической механики и их роль в современных научно-технических системах. Проанализированы основные динамические характеристики вращения: момент силы, момент инерции, момент импульса и энергия вращательного движения. Показано, что законы вращения лежат в основе функционирования транспортных, энергетических, цифровых, медицинских и космических технологий. Делается вывод о фундаментальном характере данных законов и их междисциплинарной значимости в современной научной картине мира.*

***Ключевые слова:** вращательное движение, момент силы, момент инерции, момент импульса, гироскопы, транспортные системы, космические технологии.*

### Введение

Вращательное движение является одной из фундаментальных форм механического движения материи. Наряду с поступательным движением оно образует основу классической механики и служит базой для анализа сложных физических и технических систем. Современное развитие науки и техники демонстрирует, что законы вращения сохраняют свою актуальность в самых разных областях — от машиностроения и энергетики до медицины, робототехники и космонавтики.

**Цель настоящей работы** заключается в систематизации основных законов вращательного движения, выявлении их физического смысла и демонстрации их практической значимости в современных научно-технических приложениях.

#### 1. Основные характеристики вращательного движения

Вращательное движение характеризуется угловыми величинами: угловым перемещением, угловой скоростью и угловым ускорением. В отличие от поступательного движения, динамика вращения определяется не только массой тела, но и распределением этой массы относительно оси вращения, что находит отражение в понятии момента инерции. Динамический анализ вращения основан на понятии момента силы, который количественно описывает способность силы вызывать изменение угловой скорости тела. Таким образом, векторные и скалярные характеристики вращения образуют целостную систему, аналогичную системе понятий поступательной динамики.

#### 2. Закон инерции для вращательного движения

Первый закон Ньютона в применении к вращательному движению утверждает, что тело сохраняет состояние равномерного вращения при отсутствии внешнего момента сил. Это положение может быть выражено как сохранение угловой скорости и момента импульса системы.

Данный закон имеет принципиальное значение для анализа устойчивости вращающихся систем. Он лежит в основе работы маховиков, гироскопов и стабилизационных устройств. В условиях космического пространства, где сопротивление среды практически отсутствует, вращательные движения сохраняются на протяжении

длительного времени, что широко используется в системах ориентации космических аппаратов.

### 3. Второй закон Ньютона для вращательного движения

Второй закон Ньютона в вращательной форме устанавливает связь между моментом силы и угловым ускорением:

$$\sum M = I\alpha,$$

где  $\sum M$  — сумма моментов всех действующих сил относительно оси вращения,  $I$  — момент инерции,  $\alpha$  — угловое ускорение.

Этот закон отражает причинно-следственную связь между воздействием и изменением состояния вращательного движения. В инженерной практике он используется при проектировании механизмов, трансмиссий, двигателей и систем управления движением.

Геометрические параметры системы, определяющие плечо силы, оказывают существенное влияние на эффективность преобразования энергии и управление динамическими процессами.

### 4. Закон сохранения момента импульса

Закон сохранения момента импульса является одним из фундаментальных законов физики и выражается соотношением:

$$L = I\omega = \text{const},$$

при отсутствии внешнего момента сил. Он отражает фундаментальную симметрию пространства — изотропность, то есть равноправие всех направлений.

Данный закон находит применение в самых различных областях: от анализа движения фигуриста и вращения маховиков до управления ориентацией космических аппаратов и стабилизации летательных систем. Он позволяет описывать динамику сложных систем без необходимости детального учета внутренних взаимодействий, что делает его мощным инструментом теоретического анализа.

### 5. Момент инерции и распределение массы

Момент инерции является количественной характеристикой инертности тела при вращении и определяется распределением массы относительно оси вращения:

$$I = \sum m_i r_i^2.$$

В отличие от массы, которая является скалярной характеристикой тела, момент инерции зависит от выбора оси вращения и геометрии объекта. Это обстоятельство делает его ключевым параметром в расчетах динамики машин и механизмов.

В инженерной практике точное определение момента инерции необходимо для оценки энергетических затрат, динамических нагрузок, устойчивости и вибрационных характеристик конструкций.

### 6. Энергия вращательного движения и её преобразование

Вращательное движение обладает кинетической энергией, выражаемой формулой:

$$E = \frac{1}{2}I\omega^2.$$

Данная энергия может накапливаться, передаваться и преобразовываться, что широко используется в технических устройствах. Маховики, турбогенераторы и системы накопления энергии представляют собой примеры практического использования энергии вращения.

В энергетике вращательное движение служит промежуточным звеном между механической и электрической формами энергии, обеспечивая эффективное преобразование и передачу мощности.

### **7. Законы вращения в транспортных системах**

Современные транспортные системы основаны на широком применении вращательных процессов. В автомобильной технике вращение коленчатого вала, маховика и колёс определяет кинематические и динамические характеристики движения. В авиации вращение турбин и пропеллеров обеспечивает создание тяги, а гироскопические системы — устойчивость и управляемость.

Особое значение законы вращения приобретают в космической технике. Управление ориентацией спутников, стабилизация орбитальных станций и выполнение манёвров основаны на сохранении момента импульса и управлении моментами сил.

### **8. Вращение в цифровых, робототехнических и медицинских системах**

Вращательные процессы лежат в основе функционирования электродвигателей, вентиляторов, микромеханических гироскопов и приводов робототехнических систем. Развитие микро- и нанотехнологий привело к созданию компактных гироскопических датчиков, обеспечивающих ориентацию мобильных устройств и автономных летательных аппаратов.

В медицинской технике вращение используется в центрифугах, томографах, хирургических инструментах и диагностическом оборудовании. Контролируемые вращательные движения обеспечивают высокую точность измерений и процедур, что существенно повышает эффективность медицинской диагностики и лечения.

### **Заключение**

Проведённый анализ показывает, что законы вращения обладают универсальным характером и лежат в основе функционирования широкого спектра современных научно-технических систем. Они обеспечивают устойчивость, управляемость и энергетическую эффективность механизмов, а также служат фундаментом для развития передовых технологий.

Изучение вращательного движения способствует формированию системного научного мышления, позволяющего выявлять взаимосвязи между теоретическими принципами и практическими приложениями. В этом контексте законы вращения выступают не только как раздел классической механики, но и как универсальный инструмент познания и преобразования реальности.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. — М.: Наука, 2015.
2. Ландсберг Г. С. Элементарный учебник физики. Т. 1. — М.: Физматлит, 2014.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 1. Механика. — М.: Наука, 2013.
4. Голдстейн Г., Пул Ч., Сафко Дж. Классическая механика. — М.: Физматлит, 2012.
5. Сергеев В. Н. Теоретическая механика. — М.: Высшая школа, 2016.
6. Tipler P., Mosca G. Physics for Scientists and Engineers. — New York: W.H. Freeman, 2008.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813600>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ RIS ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ

**ЖАЙЛАУБАЕВА ЖИБЕК БОЛАТОВНА**

Магистрант Института физико-технических наук Евразийского национального  
университета имени Л. Н. Гумилёва

Научный руководитель – **ИМАНКУЛ МАНАТ НАСИРКЫЗЫ**

Астана, Казахстан

---

**Аннотация:** В статье рассматривается технология реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей (Reconfigurable Intelligent Surfaces, RIS) как перспективный инструмент повышения эффективности беспроводных сетей новых поколений. Описан принцип работы RIS, основанный на управлении фазой и амплитудой отражённых электромагнитных волн, а также конструктивные особенности и архитектура управления поверхностью. Проанализированы основные сценарии применения RIS в сетях пятого и шестого поколений, включая использование в условиях отсутствия прямой видимости, плотной городской застройки и высокочастотных диапазонов. Показано, что внедрение RIS позволяет расширить зону покрытия, повысить спектральную и энергетическую эффективность, снизить влияние блокировок и интерференции без увеличения плотности базовых станций и энергопотребления сети. Отмечена роль RIS в формировании интеллектуальной радиосреды и их потенциал в архитектурах будущих беспроводных систем связи.

**Ключевые слова:** реконфигурируемые интеллектуальные поверхности, RIS, беспроводные сети, 5G, 6G, миллиметровый диапазон, управление радиосигналом, спектральная эффективность, энергетическая эффективность, интеллектуальная радиосреда.

---

Современные беспроводные сети, включая Wi-Fi, 5G и перспективные системы шестого поколения (6G), предъявляют высокие требования к скорости передачи данных, пропускной способности и надёжности связи. По данным исследования Ericsson Mobility Report (2025), средняя скорость передачи данных в сетях 5G достигает 1–10 Гбит/с в зависимости от плотности базовых станций и частотного диапазона. Одним из перспективных способов повышения производительности таких сетей является не только оптимизация работы передающих и приемных устройств, входящих в инфраструктуру связи, но и управление характеристиками радиосигнала непосредственно в окружающем пространстве с помощью промежуточных устройств [1].

В этом контексте особенно перспективным является использование интеллектуальных отражающих поверхностей, или реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей (Reconfigurable Intelligent Surfaces, RIS). Эта технология позволяет направлять и усиливать радиосигнал без необходимости изменения стандартов существующих сетей или работы пользовательских устройств. Благодаря этому интеграция RIS в существующие беспроводные системы может быть осуществлена легко и эффективно, обеспечивая высокую гибкость и совместимость с текущей инфраструктурой [2].

Использование RIS открывает новые возможности для повышения производительности беспроводных сетей, улучшения качества покрытия и расширения зон устойчивой связи, что делает данную технологию многообещающим инструментом для современных и будущих систем связи.

Конструктивно RIS представляет собой плоскую структуру, состоящую из множества элементарных ячеек (UC, Unit Cell), каждая из которых способна управлять фазой и

амплитудой отражённой электромагнитной волны под действием управляющего сигнала. Элементарная ячейка включает отражающий элемент, как правило патч-антенну, и управляющий компонент на основе полупроводниковых устройств, таких как PIN-диоды или варикапы. Управление всей поверхностью осуществляется контроллером, которым может быть микроконтроллер или программируемая логическая интегральная схема. Общая схема RIS показана на рисунке 1.

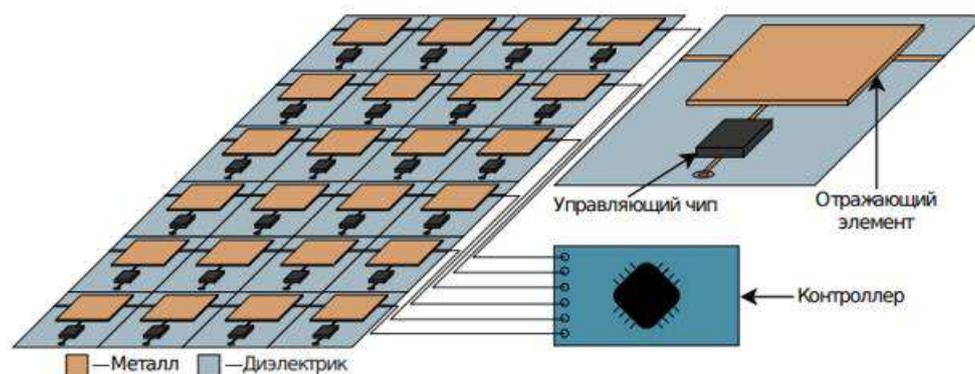


Рисунок 1. Общая структура RIS

RIS позволяет направлять отражённые электромагнитные волны в заданные направления, усиливая сигнал на приёмном устройстве и при необходимости подавляя помехи. По принципу работы поверхность напоминает динамически настраиваемое вогнутое зеркало, форма и ориентация которого могут изменяться. Использование RIS способствует увеличению пропускной способности сети и расширению зоны покрытия, а управление фазовым сдвигом требует минимальных энергетических затрат, что делает её более энергоэффективной по сравнению с активными ретрансляторами. Такие поверхности могут устанавливаться на стенах и потолках помещений, фасадах зданий или рекламных конструкциях, создавая дополнительные каналы передачи сигнала. Корректная настройка RIS позволяет формировать радиолучи, обеспечивая высокую производительность сети за счёт усиления сигнала на стороне приёмника [3].

RIS позволяет создавать высокоэффективные беспроводные сети с динамическим управлением радиосигналами между передатчиком и приемником. Основные преимущества применения:

- Расширение зоны покрытия сети, устранение «слепых зон».
- Повышение надежности, устойчивости и безопасности связи.
- Поддержка позиционирования и локализации устройств.
- Снижение энергопотребления и повышение энергоэффективности.
- Зондирование эфира и беспроводная передача энергии.
- Управление отражением радиоволн для усиления сигнала и подавления помех.

Для работы RIS используются аппаратно-программные средства, обеспечивающие когерентную или некогерентную модуляцию и сбор измерений в основной полосе частот, что повышает качество покрытия и снижает влияние зон слабого сигнала. Эффективность применения RIS подтверждена как для одноантенных, так и для многоантенных систем связи. Наибольший прирост пропускной способности наблюдается в условиях внутреннего пространства помещений, городской застройки и при работе в миллиметровых и терагерцевых диапазонах частот.

В сценарии использования реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей вне помещения RIS может эффективно повышать качество связи, особенно в ситуациях, когда базовая станция (БС) расположена на крыше здания и обслуживает пользовательское

устройство (UE, User Equipment), перемещающееся по улице. При обычной диаграмме направленности антенны и наличии блокировок со стороны зданий сигнал UE может быть слабым или нестабильным. Установка RIS на фасаде противоположного здания позволяет переотражать сигнал в зоны с отсутствием прямой видимости (LOS, Line of Sight), улучшая устойчивость сети и повышая производительность UE. Развертывание RIS на фасадах зданий или вблизи БС создает дополнительные каналы передачи сигнала и обеспечивает более равномерное покрытие, что особенно важно для высокочастотных диапазонов, где затухание и блокировки сигнала оказывают сильное влияние [4].

Гибридное использование RIS, при котором одновременно применяются внутренние, внешние или смешанные среды, позволяет обеспечить стабильную связь, когда UE находится внутри помещения, а БС – снаружи. Внутри зданий сигнал может сильно ослабевать из-за стен, оконных стекол и других препятствий, что затрудняет обслуживание пользователей. Размещение RIS на фасадах зданий или в виде прозрачных оконных поверхностей позволяет отражать сигнал во внутренние помещения и фокусировать его на нужные области, обеспечивая высокое качество радиосвязи. При необходимости точки фокусировки могут быть настроены заранее или динамически изменяться в реальном времени в зависимости от конкретного применения.

Автономные RIS способны оптимизировать усиление отраженного луча между БС и UE без постоянного управления со стороны сети. Такие поверхности регулируют излучаемую мощность посредством последовательной активации зондирующих лучей и, анализируя угловое положение БС и UE, формируют требуемую область покрытия.

Управление радиолучом с использованием RIS позволяет уменьшить потери при распространении сигнала, повысить спектральную эффективность сети и обеспечить надежную связь в зоне покрытия, особенно в высокочастотных диапазонах (FR2, от 24,25 ГГц до 71 ГГц). Формирование луча реализуется путем регулирования угла отражения элементов RIS, а различные группы элементов могут управляться в зависимости от потребностей пользователей. Мощность отраженного сигнала пропорциональна числу задействованных элементов, при этом технология потребляет меньше энергии по сравнению с MIMO (multiple-input and multiple-output) при достижении аналогичного усиления. Отражающие элементы посылают одинаковые по длине волны сигналы, что позволяет фокусировать луч в заданном направлении и повышает его мощность. RIS может назначать лучи для нисходящих и восходящих линий связи, обеспечивая альтернативные пути передачи сигнала в случае блокировки прямой линии видимости между БС и UE. Таким образом, применение RIS является эффективной альтернативой развертыванию нескольких точек доступа (TRP), позволяя регулировать фазу, амплитуду, поляризацию и другие характеристики отраженного сигнала для повышения надежности и качества радиосвязи [5].

В сетях 5G использование RIS позволяет существенно повысить эффективность формирования радиолучей в миллиметровом диапазоне. За счёт создания альтернативных отражённых путей RIS компенсирует отсутствие прямой видимости между базовой станцией и пользовательским оборудованием, снижая вероятность блокировки канала связи. Исследования показывают, что внедрение RIS может обеспечить прирост спектральной эффективности и стабильности соединения без увеличения излучаемой мощности и без изменений в пользовательских устройствах.

В концепции сетей шестого поколения роль RIS выходит за рамки локального улучшения покрытия. RIS рассматривается как элемент интеллектуальной среды, интегрированный в систему управления сетью и участвующий в совместной оптимизации радиоресурсов. За счёт динамической адаптации фазовых характеристик поверхности возможно формирование пространственно-временных радиоканалов, оптимизированных под требования конкретных сервисов, включая ультранадёжную связь с низкой задержкой, массовые подключения устройств Интернета вещей и высокоточные системы позиционирования. Аналитические оценки показывают, что использование RIS в 6G-

архитектурах позволяет одновременно повысить спектральную и энергетическую эффективность сети, что является критически важным для устойчивого развития будущих беспроводных системы [6].

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Ericsson Mobility Report, Nov. 2025. <https://www.ericsson.com/en/reports>
2. Сапожников В. В., Петров Д. А. Интеллектуальные радиосреды и программно-управляемые элементы в телекоммуникационных системах // Электросвязь. — 2021.
3. Reconfigurable Intelligent Surfaces for 6G and Beyond Wireless Networks — ред. Agbotiname Lucky Imoize, Vinoth Babu Kumaravelu и Dinh-Thuan Do, Wiley-IEEE Press, 2025
4. Шахнович И. В. Радиоканалы и распространение радиоволн в системах мобильной связи. — М.: Радио и связь, 2012.
5. Михайлов В. И., Киселёв В. Б. Технологии ММО и формирование радиолучей в сетях 5G // Радиотехника. — 2020.
6. Киселёв В. Б., Михайлов В. И. Системы мобильной связи пятого поколения. Принципы построения и перспективы развития. — М.: Горячая линия – Телеком, 2019

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18813904>

## ЖИ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ҚОЛДАНЫП ИНФОРМАТИКАДАН ТАПСЫРМАЛАР ЖАСАУ МҮМКІНДІКТЕРІ

ШЕГІРБАЙ АСЫЛЗАТ

4 курс студент

6B01509-Информатика и робототехника

Ғылыми жетекшісі: **АВДАРСОЛЬ САЙЛАУГУЛЬ**

### *Kіріспе*

Қазіргі таңда жасанды интеллект (ЖИ) білім беру саласының барлық бағыттарына еніп, оқушылардың оқу үдерісін жеңілдетуге, мұғалімдердің жұмысын автоматтандыруға үлкен мүмкіндік беріп отыр. Информатика пәні — бұл технологиялық өзгерістерге ең жақын сала, сондықтан ЖИ элементтерін қолдану арқылы тапсырмалар әзірлеу өзекті мәселе болып табылады. ЖИ оқушылардың дағдысын дамытуға, жекелеген білім траекториясын құруға, күрделі ұғымдарды визуализациялауға және шығармашылық тапсырмаларды автоматты түрде құрастыруға көмектеседі.

### *Информатикада ЖИ қолданудың негізгі бағыттары*

#### *Автоматты түрде тапсырмалар генерациялау*

ЖИ көмегімен әртүрлі күрделілік деңгейінде тапсырмалар құрастыруға болады:

- программалау бойынша код жазу және қате табу тапсырмалары;
- алгоритмдер бойынша логикалық сұрақтар;
- компьютерлік жүйелер мен желілерге арналған тесттер;
- деректер құрылымы және киберқауіпсіздікке байланысты практикалық жұмыстар.

Бұл тәсіл мұғалімге уақыт үнемдеуге әрі оқушыларға бейімделген тапсырмалар ұсынуға мүмкіндік береді.

### *Бейімделген оқыту*

ЖИ оқушының деңгейін автоматты түрде бағалап, соған сәйкес күрделілігі әртүрлі тапсырмалар ұсына алады.

Мысалы:

- жаңа бастаған оқушыға қарапайым цикл құру тапсырмасы,
- орта деңгейге рекурсия немесе массивтерді өңдеу,
- жоғары деңгейге графтар немесе күрделі алгоритмдер бойынша есептер.

### *Интерактивті білім беру контентін жасау*

ЖИ визуализация жасай алады:

- блок-схемаларды автоматты құру,
- кодтың жұмысын анимация түрінде көрсету,
- деректердің құрылымдарын 3D форматта бейнелеу,
- программаларды тестілеу процесін модельдеу.

Бұл оқушылардың тақырыпты тереңірек түсінуіне көмектеседі.

### *Информатика сабақтарында ЖИ элементтерін қолданудың практикалық мүмкіндіктері*

#### *Код құрастыру және қатені талдау*

ЖИ моделдері дайын код үлгілерін ұсынып, оқушылардың қателерін тауып, сол қателердің себебін түсіндіре алады.

Мысалы:

- Python тілінде синтаксистік қате бар кодты түзету,
- алгоритмнің тиімділігін салыстыру,
- кодты оңтайландыру ұсыныстарын беру.

### *Жоба жұмыстарына көмек*

Информатикадағы жобалық жұмыстарда ЖИ келесі қызметтерді атқара алады:

- жобаның идеясын қалыптастыруға көмектесу;
- бағдарламаның интерфейсін жобалау;
- алгоритм логикасын тексеру;
- құжаттама, презентация, есеп жазу.

*Автоматты тест тапсырмаларын жасау*

ЖИ көмегімен:

- Bloom таксономиясы деңгейлеріне сәйкес сұрақтар;
- бір жауапты және көп жауапты тесттер;
- сәйкестендіру, ашық типті тапсырмалар;
- программалау бойынша онлайн-тесттерге арналған код үзінділері

жасауға болады.

*ЖИ қолданудың артықшылықтары*

- Уақытты үнемдеу — мұғалім тапсырмаларды тез дайындайды.
- Жекелендірілген оқу — әр оқушыға жеке деңгейге сай тапсырма ұсынылады.
- Шығармашылықты дамыту — оқушылар жаңа идеяларды еркін ұсына алады.
- Қателерді жедел түзету — ЖИ нақты және жылдам кері байланыс береді.
- Технологиялық сауаттылықты арттыру — оқушылар ЖИ құралдарын пайдалануды

үйренеді.

*Қиындықтары мен шектеулері*

ЖИ қолдану белгілі бір қиындықтар да тудырады:

- тапсырмалардың сапасын бақылау қажеттілігі;
- мұғалімнің ЖИ құралдарын қолдану дағдысының жетіспеуі;
- интернетке тәуелділік;
- оқушының дайын жауапты көшіріп алу қаупі.

Осы шектеулерді дұрыс басқару арқылы ЖИ-дің білім берудегі тиімділігін арттыруға болады.

Ғылыми әдебиеттерде ЖИ-дің білім берудегі негізгі бағыттары ретінде интеллектуалды оқыту жүйелері (Intelligent Tutoring Systems), бейімделген оқыту платформалары (Adaptive Learning Systems), білім аналитикасы (Learning Analytics) және автоматтандырылған бағалау жүйелері қарастырылады. Бұл технологиялар оқушының оқу әрекетін үздіксіз бақылап, деректерге сүйене отырып, жеке білім траекториясын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Информатика пәні — ЖИ элементтерін интеграциялауға ең қолайлы пәндердің бірі. Себебі информатикада алгоритмдер, деректер құрылымы, модельдеу, бағдарламалау және логикалық ойлау сияқты ЖИ-дің негізін құрайтын ұғымдар қамтылады.

*Іс-әрекеттегі зерттеу және Lesson Study тұрғысынан ЖИ қолдану*

Білім беруде инновациялық технологияларды енгізу көбіне іс-әрекеттегі зерттеу (Action Research) және Lesson Study тәсілдері арқылы жүзеге асырылады. Іс-әрекеттегі зерттеу — мұғалімнің өз тәжірибесін жетілдіру мақсатында жоспарлау, әрекет ету, бақылау және рефлексия кезеңдерінен тұратын циклдік үдеріс.

Lesson Study тәсілі де осы циклдік құрылымға негізделеді және мұғалімдердің бірлесіп сабақ жоспарлап, оны бақылап, талдауына бағытталған. ЖИ элементтерін информатика сабақтарында қолдану Lesson Study аясында келесі мүмкіндіктерді береді:

- тапсырмалардың тиімділігін деректер арқылы талдау;
- оқушылардың оқу барысындағы әрекеттерін нақты бақылау;
- бір сабақта әртүрлі деңгейдегі оқушыларға бейімделген тапсырмалар ұсыну;
- сабақ нәтижесін сандық және сапалық тұрғыдан бағалау.

Бұл тұрғыдан алғанда, ЖИ — мұғалімнің зерттеушілік қызметін қолдайтын құрал ретінде қарастырылады.

*Бейімделген оқыту теориясы және ЖИ*

Бейімделген оқыту (Adaptive Learning) теориясы оқушылардың жеке ерекшеліктерін, білім деңгейін, оқу қарқынын және танымдық стилін ескере отырып оқытуды ұйымдастыруды көздейді. Дәстүрлі оқытуда бірдей тапсырмалар барлық оқушыға ұсынылса, бейімделген оқытуда тапсырмалардың мазмұны мен күрделілігі оқушыға қарай өзгеріп отырады.

ЖИ бұл үдерісті автоматты түрде іске асырады:

- оқушының алдыңғы жауаптарын талдайды;
- қателердің типін анықтайды;
- келесі тапсырманың деңгейін болжайды;
- оқу мазмұнын дербестендіреді.

Информатика пәнінде бұл теория әсіресе программалау, алгоритмдер және логикалық есептерді оқытуда тиімді, себебі оқушылардың дайындық деңгейі арасында үлкен айырмашылық болуы мүмкін.

*Блум таксономиясы және ЖИ арқылы тапсырма жасау*

Блум таксономиясы білім беру мақсаттарын когнитивтік деңгейлерге бөлуге негізделген теориялық модель болып табылады. Ол алты деңгейден тұрады: білу, түсіну, қолдану, талдау, жинақтау және бағалау.

ЖИ бұл таксономияға сәйкес тапсырмаларды автоматты түрде құрастыра алады:

- Білу – анықтама, терминдерді сұрау;
- Түсіну – кодтың жұмысын түсіндіру;
- Қолдану – алгоритмді іске асыру;
- Талдау – қателікті табу;
- Жинақтау – жаңа бағдарлама құрастыру;
- Бағалау – алгоритм тиімділігін салыстыру.

Осылайша, ЖИ Bloom таксономиясын практикада жүзеге асыруды жеңілдетеді.

ЖИ қолданудағы педагогикалық шектеулердің теориялық негізі

Ғылыми еңбектерде ЖИ қолданудағы негізгі қауіптердің бірі — оқушының танымдық дербестігінің төмендеуі деп көрсетіледі. Егер оқушы дайын шешімге сүйенсе, онда жоғары деңгейлі ойлау дағдылары (сыни ойлау, талдау, рефлексия) әлсіреуі мүмкін.

Сондықтан педагогикалық теорияда ЖИ:

- оқытушыны алмастыратын құрал емес,
- оқытуды қолдайтын құрал ретінде қарастырылуы тиіс.

Мұғалім ЖИ-ді бағыттаушы, бақылаушы және бағалаушы рөлінде қолданғанда ғана оқу үдерісінің сапасы артады.

*Мысалы:*

### **1-тапсырма. Алгоритм құру (блок-схема)**

- **Тақырыбы:** Шарт операторлары

1 тапсырма. ЖИ көмегімен «Санның жұп немесе тақ екенін анықтау» алгоритмінің блок-схемасын құру.



*Бағалау критерийлері*

Критерий	Дескриптор	Балл
Алгоритм құрылымы	Блок-схема дұрыс блоктармен салынған	2 б.
Логикалық дұрыстық	Жұп/тақ шарт дұрыс берілген	2 б.
Түсіндіру сапасы	Алгоритмнің жұмысы нақты әрі қысқа түсіндірілген	1 б.
ЖИ қолдану	Блок-схема ЖИ көмегімен жасалған	1 б.

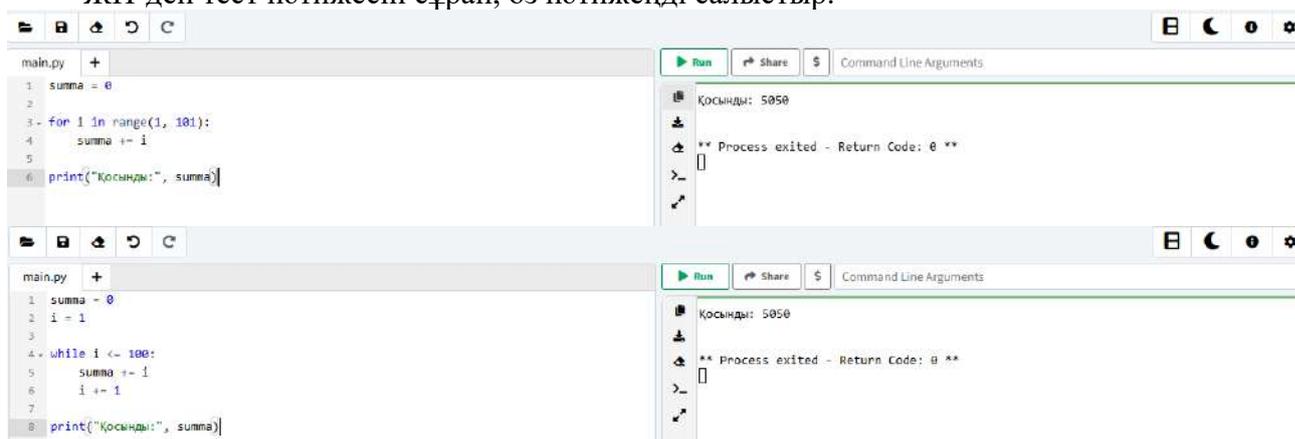
Жалпы балл: 6 балл

**2 тапсырма. Python код жазу және тестілеу**

• **Тақырыбы:** Циклдер

*Тапсырма:* ЖИ көмегімен 1-ден 100-ге дейінгі сандардың қосындысын есептейтін Python кодын жаз.

ЖИ-ден тест нәтижесін сұрап, өз нәтижеңді салыстыр.



*Бағалау критерийлері*

Критерий	Дескриптор	Балл
Код дұрыстығы	Python синтаксисі дұрыс	2 б.
Циклді қолдану	for/while дұрыс қолданылған	2 б.
Нәтижені тексеру	ЖИ-мен алынған нәтижемен салыстырған	1 б.
ЖИ қолдану	Кодты түзету не тексеру үшін ЖИ қолданған	1 б.

Жалпы балл: 6 балл

**3-тапсырма. Ақпараттық модель жасау**

• **Тақырыбы:** Модельдеу

*Тапсырма:* ЖИ-ді пайдаланып «Кітапхана жүйесінің» ақпараттық моделін құрастыр (объектілер, қасиеттер, байланыстар).

Нәтижені кесте түрінде рәсімде.

```

main.py
1- library = {
2-   "кітаптар": [
3-     {
4-       "атауы": "Абай жолы",
5-       "авторы": "М. Әуезов",
6-       "жылы": 1942,
7-       "статус": "Бар"
8-     },
9-     {
10-      "атауы": "Алтын сақа",
11-      "авторы": "Ертегі",
12-      "жылы": 1988,
13-      "статус": "Берілген"
14-    }
15-  ],
16-   "қосымшалар": [
17-     {
18-       "аты": "Айдана",
19-       "ID": 1
20-     }
21-   ]
22- }
23-
24- # Модельді шығару
25- for book in library["кітаптар"]:
26-   print(book)

```

```

{ 'атауы': 'Абай жолы', 'авторы': 'М. Әуезов', 'жылы': 1942, 'статус': 'Бар' }
{ 'атауы': 'Алтын сақа', 'авторы': 'Ертегі', 'жылы': 1988, 'статус': 'Берілген' }

```

\*\* Process exited - Return Code: 0 \*\*

*Бағалау критерийлері*

Критерий	Дескриптор	Балл
Модельдің толықтығы	Барлық элементтер: объект, қасиет, байланыс бар	2 б.
Құрылымдылық	Модель кесте түрінде жинақы берілген	2 б.
Тақырыпқа сәйкестік	«Кітапхана жүйесі» бойынша нақты жасалған	1 б.
ЖИ қолдану	Модель ЖИ көмегімен жасалды	1 б.

Жалпы балл: 6 балл

**Қорытынды**

ЖИ элементтерін қолдану информатика пәні бойынша тапсырмалар жасаудың жаңа деңгейін ашады. Ол оқу процесін автоматтандырып қана қоймай, оқушыларды ақпараттық технологиялар әлемінің заманауи талаптарына сай дайындайды. ЖИ көмегімен мұғалімдер тиімді, икемді және қызықты тапсырмалар дайындай алады, ал оқушылар — күрделі тақырыптарды тез меңгеріп, өз мүмкіндіктерін кеңейтуге жол ашады.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18814052>

## ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИНАЛЬНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

ЕРЛАНУЛЫ ЕРБОЛ

Магистрант кафедры транспортных услуг и бизнеса «АЛТ Университет имени  
Мухамеджана Тынышпаева»

Научный руководитель – **Е.КАРСЫБАЕВ**

Алматы, Казахстан

---

**Аннотация:** В статье рассматривается влияние цифровых инструментов управления терминальными технологиями и закупками на эффективность доставки грузов и интеграцию цепей поставок на примере Казахстана и ЕАЭС. Особое внимание уделено порталам «Единое окно» (<https://eokno.gov.kz/>) и «Единое окно закупок» (<https://www.eoz.kz/>), которые позволяют автоматизировать документооборот, сократить время обработки грузов и проведения закупок, снизить количество ошибок и повысить прозрачность процессов. Проведён анализ показателей работы терминальных комплексов и закупок до и после внедрения цифровых инструментов, выявлен экономический и временной эффект. Рассмотрена интеграция цифровых платформ с международными стандартами ЕАЭС, которая способствует ускорению трансграничных перевозок и повышению управляемости цепей поставок. Представлены рекомендации по эффективному внедрению цифровых инструментов в логистические и закупочные процессы..

**Ключевые слова:** цифровизация, терминальные технологии, закупки, порталы «Единое окно», ЕАЭС, цепи поставок, логистика, эффективность доставки, автоматизация документооборота.

---

### Введение

В эпоху цифровизации и открытости экономики и роста требований к скорости и надежности поставок особое значение приобретает совершенствование управления цепями поставок и закупками. Современные логистические системы сталкиваются с рядом проблем: рост объемов грузоперевозок, увеличение требований к прозрачности и контролю, а также необходимость интеграции процессов в рамках международных объединений, таких как ЕАЭС [1; 2].

Эффективность работы терминальных комплексов, а также оптимизация закупочных процессов напрямую влияет на сокращение сроков доставки грузов, снижение финансовых потерь и уменьшение риска возникновения ошибок в документообороте. В последние годы цифровизация логистики стала ключевым инструментом повышения эффективности цепей поставок, так как она позволяет интегрировать транспортные, складские и закупочные процессы в единую информационную систему [3; 4].

В Казахстане цифровизация реализуется через два крупных портала:

Портал «Единое окно» (<https://eokno.gov.kz/>) — обеспечивает автоматизацию документооборота и ускорение таможенного оформления грузов, сокращая время простоя подвижного состава и снижая вероятность ошибок [5];

Портал «Единое окно закупок» (<https://www.eoz.kz/>) — позволяет оптимизировать процессы закупок, повысить прозрачность торгов и уменьшить сроки проведения тендеров, что напрямую влияет на эффективность цепей поставок [6].

Интеграция данных платформ с нормами и стандартами ЕАЭС создаёт условия для ускорения трансграничных перевозок и повышения управляемости всей логистической цепи [7].

Цель исследования — оценка влияния цифровых инструментов управления терминальными технологиями и закупками на эффективность доставки грузов и интеграцию цепей поставок в рамках ЕАЭС.

Задачи исследования:

- проанализировать современные цифровые решения, используемые в логистике и закупках;
- оценить влияние порталов «Единое окно» и «Единое окно закупок» на временные и экономические показатели доставки грузов;
- исследовать интеграцию цифровых инструментов с международными стандартами ЕАЭС;
- выявить проблемы внедрения цифровых платформ и пути их решения.

Объект исследования — терминальные комплексы и системы электронных закупок.

Предмет исследования — цифровые инструменты управления терминальными технологиями и закупками.

### Методы

Методологической основой исследования послужили современные подходы к управлению цепями поставок, цифровой трансформации логистических систем и электронных закупок [8; 9].

Использовались следующие методы:

- Системный анализ, позволяющий рассматривать терминальный комплекс и закупочные процессы как взаимосвязанные элементы единой цепи поставок;
- Сравнительный анализ и технико-экономическая оценка показателей работы терминала и закупок до и после внедрения цифровых инструментов;
- Моделирование логистических процессов для построения концептуальной модели цифрового управления терминальными технологиями и закупками;
- Статистический анализ данных, включая расчет относительных коэффициентов эффективности;
- Анализ практических примеров, включая порталы «Единое окно» и «Единое окно закупок», для изучения влияния цифровизации на скорость обработки грузов и проведение закупок;
- Изучение интеграции с ЕАЭС, позволяющее оценить эффективность трансграничной логистики и закупок в рамках единого экономического пространства.
- Такая комбинация методов позволяет всесторонне оценить влияние цифровизации на эффективность работы логистических цепей и закупочных процессов.

### Исследование

Объектом анализа стал типовой грузовой терминал и закупочные процессы предприятий Казахстана, участвующих в международной логистике. Оценивалось влияние цифровизации на ключевые показатели: среднее время обработки грузов, простой подвижного состава, ошибки в документации, операционные издержки, а также сроки и прозрачность закупок.

Результаты показали, что использование порталов «Единое окно» и «Единое окно закупок» значительно повышает эффективность процессов. Так, среднее время обработки грузов сокращается на треть, а проведение закупок — более чем в два раза. Ошибки в документации уменьшаются на 60–70%, что снижает риск задержек и финансовых потерь.

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей работы терминала

Показатель	До цифровизации	После цифровизации (с порталом «Единое окно»)	Изменение (%)

Среднее время обработки, ч	18,5ч	12,3ч	-33,5%
Простой подвижного состава, ч	6,2ч	4,1ч	-33,9%
Ошибки в документации, %	4,8%	1,6%	-66,7%
Издержки на 1 т груза, усл. ед	100ед.	82ед.	-18,0%
Время проведения закупки, дни	45	20	-55,6%
Ошибки в документации закупок, %	6,0	1,8	-70,0%

Источник: рассчитано автором на основе анализа работы порталов «Единое окно» и «Единое окно закупок» [5; 6] с использованием методики оценки эффективности логистических и закупочных процессов по критериям времени, издержек и ошибок в документации [16].

Данные таблицы свидетельствуют о значительном снижении временных и стоимостных показателей при внедрении цифровых инструментов управления. Наибольший эффект достигнут за счёт автоматизации документооборота и интеграции информационных потоков.

Тем самым, результаты исследования подтверждают, что интеграция цифровых инструментов в терминальную технологию способствует повышению операционной эффективности, снижению логистических рисков и улучшению показателей надежности цепей поставок [16].

### **Обсуждение**

Результаты исследования подтверждают, что интеграция цифровых платформ в процессы терминальной обработки и закупок обеспечивает значительный экономический и временной эффект. Автоматизация документооборота через портал «Единое окно» сокращает время оформления грузов и снижает количество ошибок, что напрямую повышает надежность логистической цепи [5; 10].

Портал «Единое окно закупок» повышает прозрачность торгов, ускоряет проведение закупок и снижает административные барьеры. Это особенно важно для интеграции с ЕАЭС, где стандартизация процедур и унификация цифровых платформ позволяют ускорить трансграничные операции и повысить конкурентоспособность участников цепи поставок [6; 7].

Внедрение цифровых инструментов требует комплексного подхода: модернизация IT-инфраструктуры, обучение персонала, интеграция с существующими бизнес-процессами и соблюдение международных стандартов [8; 9].

Следовательно, цифровизация управления терминальными технологиями и закупками является ключевым фактором повышения эффективности, сокращения сроков поставок и интеграции с международными экономическими объединениями.

### **Заключение и выводы**

Использование цифровых инструментов управления терминальными технологиями и закупками, включая порталы «Единое окно» и «Единое окно закупок», позволяет существенно повысить эффективность логистических процессов. Сокращаются среднее время обработки грузов и проведения закупок, уменьшается количество ошибок, снижаются простои и операционные издержки [5; 6; 10].

Интеграция цифровых платформ с международными стандартами ЕАЭС ускоряет трансграничные перевозки, повышает прозрачность и управляемость цепей поставок. Для

успешного внедрения цифровых инструментов необходимо автоматизировать ключевые процессы, интегрировать информационные системы, обучить персонал и осуществлять мониторинг эффективности [7; 8].

Цифровизация терминальных технологий и закупок является стратегическим инструментом повышения конкурентоспособности логистических систем на национальном и международном уровне, а также основой устойчивого развития экономики в условиях интеграции с ЕАЭС.

Проведя итоги цифровизация терминальной технологии доставки грузов является стратегически важным инструментом повышения конкурентоспособности транспортно-логистических систем. Применение цифровых инструментов позволяет повысить эффективность работы терминалов, снизить издержки и улучшить показатели надежности цепей поставок, что имеет как практическую, так и экономическую значимость.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сергеев В. И. Логистика в бизнесе : учебник. — М. : ИНФРА-М, 2020. — 608 с.
2. Гаджинский А. М. Логистика : учебник. — М. : Дашков и К°, 2021. — 484 с.
3. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. — 5th ed. — London : Pearson Education, 2016. — 328 p.
4. Bowersox D. J., Closs D. J., Cooper M. B. Supply Chain Logistics Management. — New York : McGraw-Hill Education, 2019. — 672 p.
5. Портал «Единое окно» Республики Казахстан. Электронный ресурс: (<https://eokno.gov.kz/>)
6. Портал «Единое окно закупок» Республики Казахстан. Электронный ресурс: (<https://www.eoz.kz/>)
7. Решение Совета ЕАЭС о цифровизации и интеграции транспортных и логистических процессов // ЕАЭС, 2021. — 24 с.
8. Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on supply chain risk analytics // International Journal of Production Research. — 2019. — Vol. 57(3). — P. 829–846.
9. Büyükožkan G., Göçer F. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework // Computers in Industry. — 2018. — Vol. 97. — P. 157–177.
10. Ivanov D. Digital Supply Chain and Operations Management. — Cham : Springer, 2020. — 412 p.
11. Shapiro J. F. Modeling the Supply Chain. — Boston : Cengage Learning, 2014. — 544 p.
12. Wang Y., Gunasekaran A., Ngai E.W.T., Papadopoulos T. Big data analytics in logistics and supply chain management // International Journal of Production Economics. — 2016. — Vol. 176. — P. 98–110.
13. Choi T.-M., Wallace S.W., Wang Y. Big Data Analytics in Operations Management // Production and Operations Management. — 2018. — Vol. 27(10). — P. 1868–1881
14. Müller J.M., Kiel D., Voigt K.-I. What Drives the Implementation of Industry 4.0? // Sustainability. — 2018. — Vol. 10(1). — 247 p.
15. Luthra S., Mangla S.K. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability // Process Safety and Environmental Protection. — 2018. — Vol. 117. — P. 168–179.
16. Петров А. Н. Методика оценки эффективности логистических процессов и закупок на предприятиях // Логистика и управление цепями поставок. — 2021. — №2. — С. 34–42.

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ TECHNICAL SCIENCES

<b>PIROVA RASHIDA QUDRATOVNA, FARANGIZ NURIDDIN QIZI NORQULOVA</b> [KARSHI, UZBEKISTAN] THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PROGRAMMING TECHNOLOGIES IN AUTOMATION AND MICROCLIMATE CONTROL.....	3
<b>ТУРАР БЭЙДІБЕК АЙДОСУЛЫ, ҚУАТБАЕВА ТОКЖАН КУАНГАЛИҚЫЗЫ</b> [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] МОДУЛЬДІК ТЕЗ САЛЫНАТЫН АЗ ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАРДЫ САЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	6
<b>KULMAGANBET ZHANSAYA AMANKULKYZY</b> PERSONALITY-ORIENTED APPROACHES TO DEVELOPING ENGLISH LANGUAGE SKILLS AMONG FIRST-YEAR UNIVERSITY STUDENTS.....	11
<b>ŞABANOVA SEVİNC ƏLƏKBƏR qızı</b> [AZƏRBAYCAN] VERİLƏNLƏR BAZASI ALƏMİNƏ SƏYAHƏT: SQL DİLİ VƏ MICROSOFT ACCESS PROQRAMININ SİNTEZİ.....	14
<b>HƏMZƏYEV ÇİNGİZ MUXTAR OĞLU</b> [AZƏRBAYCAN] TƏSVİRLƏRİN SİXİLMASI ALQORİTMLƏRİNİN (LOSSY VƏ LOSSLESS) KEYFİYYƏT VƏ YADDAŞ İSTİFADƏSİNƏ TƏSİRİNİN TƏHLİLİ METODİKASI.....	18
<b>NƏSİBOVA AİDƏ ROMAN qızı</b> [AZƏRBAYCAN, BAKI] PYTHON MÜHİTİNDƏ RUNGE-KUTTA METODU İLƏ DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN ƏDƏDİ HƏLLİ METODİKASI.....	23
<b>ƏHMƏDLİ NİGAR FƏXRƏDDİN qızı</b> [AZƏRBAYCAN, BAKI] ALİ MƏKTƏBLƏRDƏ ADAPTİV ÖYRƏNMƏ PLATFORMALARI ƏSASINDA RƏQƏMSAL BACARIQLARIN TƏDRİSİ METODİKASI.....	29
<b>УАЛИЕВА АМИНА КУАНЫШБЕКОВНА, ИМАНҚҰЛ МАНАТ НƏSİPҚЫЗЫ</b> [АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН] ЖОЛ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ЖАҚСАРТУ ҮШІН ІОТ ШЕШІМДЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	34
<b>АХМЕТЖАНОВА К. М., ЕРҒАЛИ Ә. Е., БОНДАРЬ И.С., ДЖЕКСЕНБАЕВ Е. К.</b> [АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН] ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ ГАЗГОЛЬДЕРОВ.....	38
<b>АДИЗОВ БОБИРЖОН ЗАМИРОВИЧ, НУРИДДИНОВ Ж.Ф., АКРАМОВ БАХШИЛЛО ШАФИЕВИЧ</b> [ТАШКЕНТ, УЗБЕКИСТАН] СОВРЕМЕННЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ ГЕЛЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКА В ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИНАХ.....	46
<b>БАРАЙСОВ ЖАСЛАН ЖАСТАЛАПОВИЧ, С. САГНАЕВА</b> [АСТАНА, КАЗАХСТАН] ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА С ФУНКЦИЕЙ ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ.....	50
<b>БИЛЯЛОВА МАДИНА, Ф.Р. ЕРМАХАНОВА</b> [АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН] МАШИНА ЖАСАУ КƏCІПОРЫНДАРЫНЫҢ САПА МЕНЕДЖМЕНТІ ЖҮЙЕСІНДЕ ГОСТ 9.032-74 ҚОЛДАНУДЫҢ ƏDİCНАМАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....	54
<b>ОРЫНҒАЛИЕВ М.Е., ШИНГУЖИЕВА А.Б.</b> [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТПЕН ВІМ ІНТЕГРАЦИЯСЫ:АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖОБАЛАУ КЕЛЕШЕГІ.....	58

<b>ТОЙБЕК ТОҒЖАН БЕКЕТҚЫЗЫ, АВДРАСОЛЬ С.С [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] ИНФОРМАТИКА САБАҒЫНДА РОБОТОТЕХНИКА ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ ӘДІСТЕМЕСІ.....</b>	<b>62</b>
<b>ШААБИДОВ ШОРАХМАТ АСКАРОВИЧ, МИРЗАЕВ КАХРАМОН КАРШИБОВИЧ, МАМАСОБИРОВ УМИД МАМАЗОКИР УГЛИ, МАЪМУРЖОНОВ ДИЛШОД МАЪМУРЖОНОВИЧ [ТАШКЕНТ, УЗБЕКИСТАН] ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.....</b>	<b>66</b>
<b>ALIYEVA ELMIRA ZEYNAL qızı [AZƏRBAYCAN, BAKI] İNFORMASIYA ÖLÇÜLMƏSİ VƏ KODLAŞDIRMA SİSTEMLƏRİNİN TELEKOMMUNİKASIYA TEXNOLOGİYALARINDA TƏTBİQİ.....</b>	<b>69</b>
<b>RZAYEVA XƏYALƏ NAZİM qızı [AZƏRBAYCAN, BAKI] İBTİDAİ TƏHSİLDƏ RƏQƏMSAL SAVADLILİĞİN STEAM TƏLİM MODELİ İLƏ FORMALAŞDIRILMASI METODİKASI.....</b>	<b>74</b>
<b>ДЖАБРАИЛОВ ШАФАГАДДИН ПРИМЕНЕНИЕ ИИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....</b>	<b>78</b>
<b>АБДРАХМАНОВА МАДИНА НУРИДИНОВНА, ЕГЕМБЕРДИЕВА С.Ш. [ТАРАЗ, КАЗАХСТАН] ЗАКОНЫ ВРАЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.....</b>	<b>83</b>
<b>ЖАЙЛАУБАЕВА ЖИБЕК БОЛАТОВНА, ИМАНКУЛ МАНАТ НАСИРКЫЗЫ [АСТАНА, КАЗАХСТАН] ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ RIS ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ.....</b>	<b>86</b>
<b>ШЕГІРБАЙ АСЫЛЗАТ, АВДАРСОЛЬ САЙЛАУГУЛЬ [ҚАЗАҚСТАН] ЖИ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ҚОЛДАНЫП ИНФОРМАТИКАДАН ТАПСЫРМАЛАР ЖАСАУ МҮМКІНДІКТЕРІ.....</b>	<b>90</b>
<b>ЕРЛАНУЛЫ ЕРБОЛ, Е.КАРСЫБАЕВ [АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН] ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИНАЛЬНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК.....</b>	<b>95</b>



# "IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

## **Контакт**

[els.education23@mail.ru](mailto:els.education23@mail.ru)

## **Наш сайт**

[irc-els.com](http://irc-els.com)