



**Central Asian  
Scientific  
Journal**

**VOL 1(25)  
2025**



**ASTANA**

Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»

# Central Asian Scientific Journal

выпуск №1 (25), январь – март 2025 г.

Основан в 2021 году (издается ежеквартально)

Том 2

зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан №KZ40VPY00067791 от 07.04.2023 г.

## Тақырыптық бағыт:

- Pedagogikalyq, qoǵamdyq-áleýmettik, tehnikalyq, ekonomikalyq jáne zań ǵylymdary
- Aqparattyq-komúnikasialyq tehnologialar
- Teorialyq jáne ǵylymi-praktikalyq ǵylymi zertteýler

## Тематическая направленность:

- Педагогические, общественно-социальные, технические, экономические и юридические науки
- Информационно-коммуникационные технологии
- Теоретические и научно-практические научные исследования

## Thematic focus:

- Pedagogical, socio-political, technical, economic, and legal sciences
- Information and communication technologies
- Theoretical and scientific-practical research

*Jarialanatyn aqparattyń, dáleksózderdiń jáne ózge de baiandamalaryń durystyǵy úshin avtor jaýapty bolady*

*За достоверность публикуемой информации, цитат и иных изложений ответственность несет автор*

*The author is responsible for the accuracy of the published information, quotes, and other statements.*



"Central Asian Scientific  
Journal" elektronдық ғылыми  
журналы аппараты  
agenttigi

№1 (25), 2025 j  
Shyǵarý jiligi – jylyna 4 nómir  
2021 j. bastap shyǵady

Bas redaktor:  
Baidildinov T. J. – p. ǵ. k.,  
professor

Redaksialyq alqa:  
Latypov R.H. – t. ǵ. d.,  
prof., Qazan, Resei  
Radwan Labban –  
Plymouth College, United  
Kingdom  
Safarov G.A. – e. ǵ. d.,  
prof., Tashkent, Ózbekstan  
Mýkasheva A.A. – z.ǵ. d.,  
prof., L.N. Gýmilev  
atyndaǵy EYU  
Baǵojanova D.S. – p. ǵ. k.,  
HAA akademigi  
Kojasheva G.O. – p.ǵ.  
k., docent, Abay atyndaǵy  
KazPÝU  
Teleýev G.B. – PhD, QAÝ  
Ózdenbaev J.Ş. – t. ǵ. k.,  
I.Jansügirov atyndaǵy JU  
Nürǵaliev S.A. – PhD,  
asistent professor, AITU

Qazaqstan Respýblıkasy  
Aqparat jáne qoǵamdyq  
damý ministrliginiń  
07.04.2023 j.  
№KZ40VPY00067791  
aqparat komitetinde  
tirkelgen.

JK Ajar, BSN:  
940510400381, 010000,  
Qazaqstan Respýblıkasy,  
Astana q.

Информационное агентство  
Электронный научный журнал  
«Central Asian Scientific  
Journal»

№1 (25), 2025 г.  
Периодичность – 4 номера в год  
Выходит с 2021 года

Главный редактор:  
Байдильдинов Т.Ж. – к.п.н.,  
профессор

Редакционная коллегия:  
Латыпов Р.Х. – д.т.н., проф.,  
Казань, Россия  
Radwan Labban – Plymouth  
College, United Kingdom  
Сафаров Г.А. – д.э.н., проф.,  
Ташкент, Узбекистан  
Мукашева А.А. – д.ю.н., проф.,  
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева  
Байгожанова Д.С. – к.п.н.,  
академик МАИН  
Кожашева Г.О. – к.п.н, доцент,  
КазНПУ им. Абая  
Телеуев Г.Б. – PhD, KAU  
Узденбаев Ж.Ш. – к.т.н.,  
ст.преподаватель, ЖУ им.  
И.Жансугурова  
Нурғалиева С.А. – PhD,  
ассистент.проф., AITU

Зарегистрирован в Комитете  
информации Министерства  
информации и  
общественного развития  
Республики Казахстан  
№KZ40VPY00067791 от  
07.04.2023

ИП Ажар, БИН: 940510400381,  
010000, Республика  
Казахстан, г. Астана

Information Agency Electronic  
scientific Journal "Central Asian  
Scientific Journal"

№.1 (25), 2025  
Periodicity: 4 issues per year  
Since 2021

Editor-in-Chief:  
Baidildinov T.Zh. – Ph.D.,  
Professor

Editorial Board:  
Latypov R.H. – Doctor of  
Technical Sciences, Professor,  
Kazan, Russia  
Radwan Labban – Plymouth  
College, United Kingdom  
Safarov G.A. – Doctor of  
Economic Sciences, Professor,,  
Tashkent, Uzbekistan  
Mukasheva A.A. – Doctor of Law,  
Professor, L.N. Gumilyov ENU  
Baigozhanova D.S. – Ph.D.,  
Academician of the MAIN  
Kozhasheva G.O. – c.p.s, Abay  
KazNPU  
Teleuev G.B. – PhD, KAU  
Uzdenbaev Zh.Sh. – Candidate  
of Technical Sciences,  
Zhansugurov ZhU  
Nurgaliyeva S.A. – PhD, assistant  
prof., AITU

Registered with the Information  
Committee of the Ministry of  
Information and Public  
Development of the Republic of  
Kazakhstan No.  
KZ40VPY00067791 dated  
07.04.2023.

IP Azhar, BIN: 940510400381,  
010000, Kazakhstan, Astana



## СОДЕРЖАНИЕ (CONTENT)

### ПЕДАГОГИКА ЖӘНЕ ПСИХОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАР – ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – PEDAGOGICAL AND PSYCHOLOGICAL SCIENCES

**Омарбекова А.Е., Турганбаева Ж.**

МЕКТЕПТЕ ГЕОМЕТРИЯНЫ ОҚЫТУДАҒЫ ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН  
ӘДІСТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ..... 3

**Садвакасова А.К., Сулайманова П.Н.**

ИНФОРМАТИКА ПӘНІ БОЙЫНША ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ БЕЛСЕНДІЛІГІН  
АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАНЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҮЗЕГЕ  
АСЫРУ ..... 6

**Әлімбаев Мағжан Бақытбекұлы**

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ  
ОНЛАЙН-КУРСОВ ПО STEM-ОБРАЗОВАНИЮ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ СРЕДНИХ  
ШКОЛ..... 14

**Киимбаева А.А., Жайлаубай Д.Ж., Байгенжеева Р.К.**

АСТАНА МЕДИЦИНА УНИВЕРСИТЕТІНІҢ БАКАЛАВР СТУДЕНТТЕРІНІҢ  
МЕНТАЛЬДЫ ДЕНСАУЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ..... 19

**Жылкайдаров Н.К., Жадраева Л.У.**

МЕЖПРЕДМЕТНАЯ СВЯЗЬ ГЕОМЕТРИИ И ГЕОГРАФИИ..... 36

### ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – TECHNICAL SCIENCE

**Abdrakhmanov B.N.**

DETECTION OF MALICIOUS FILES USING STATIC ANALYSIS AND MACHINE  
LEARNING..... 40

**Tazhibayev T.A.**

MODERN LARGE LANGUAGE MODELS ARCHITECTURE, POSSIBILITIES AND  
PROSPECTS ..... 48

**Bibolat K.K.**

OVERVIEW OF CONTENT PERSONALIZATION AND USER PRIVACY  
BALANCING IN DIGITAL MEDIA PLATFORMS ..... 54

**Nagyzkhanov B.K.**

MACHINE LEARNING MODEL FOR ELECTRICITY MARKET FORECASTING ..... 60





**Amina Baiuzak**

ADVANCEMENTS IN DEEP LEARNING FOR CHEST X-RAY ANALYSIS: A COMPARATIVE REVIEW..... 71

**Shaimerdenova N.**

AI-POWERED INFORMATION SYSTEMS IN ONLINE SHOPPING: A LITERATURE REVIEW..... 78

**Диярова А.Б.**

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА: АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНИМОСТЬ В РИТЕЙЛЕ ..... 83

**Нурбаулина А.Қ.**

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ ..... 88

**Жабасова А.Р.**

АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ В СИСТЕМАХ ОНЛАЙН-ЗАПИСИ: РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ..... 94

**Жасулан А.Д.**

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... 98

**Orenkyzy D.**

HYBRID CLUSTERING METHODS FOR SHORT TEXTS BASED ON DEEP LEARNING AND EVOLUTIONARY ALGORITHMS..... 101

**Bekbossynova A.**

THE ROLE OF DATA SCIENCE IN MODERN BANKING: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES ..... 111

**Nurken A.N.**

COMPARATIVE EVALUATION OF MACHINE LEARNING APPROACHES FOR WEED IDENTIFICATION IN PRECISION FARMING ..... 116

**Ibrayeva A., Mullagaliev F.**

THE ROLE OF NATURAL CLEAVAGE IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR DEGASIFICATION OF COAL DEPOSITS ..... 127

**Ibrayeva A., Mullagaliev F.**

OPTIMIZATION OF GAS EXTRACTION METHODS FROM COAL SEAMS AT THE SHERUBAI-NURA SITE OF THE KARAGANDA COAL BASIN ..... 132



**Mamekov E.A.**

DEVELOPMENT OF A WEB RESOURCE MONITORING SYSTEM..... 139

**Khaider I.A.**

OPTICAL CHARACTER RECOGNITION OF KAZAKH AND RUSSIAN  
HANDWRITTEN TEXT USING NEURAL NETWORKS ..... 146

**ӘЛЕУМЕТТІК, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР –  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ – SOCIAL,  
ECONOMIC AND HUMANITIES SCIENCES**

**Коллегова И.И.**

УЧЕТ И АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ  
ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ..... 153

**Григориади С.А.**

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИНСТИТУТА ПРЕЗИДЕНТСТВА В СВЕТЕ ПРОШЕДШИХ  
ВЫБОРОВ В США И ФРАНЦИИ В 2017-2024 гг. .... 157

**МЕДИЦИНА ҒЫЛЫМДАР – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ – MEDICAL  
SCIENCES**

**Әшіл Ж.Е., Кожанова К.К.**

ЕМЕН ҚАБЫҒЫ (*QUERCUS CORTEX*) ЭКСТРАКТЫ ҚОСЫЛҒАН  
ЖАҚПАМАЙДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ..... 174



# ПЕДАГОГИКА ЖӘНЕ ПСИХОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАР – ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – PEDAGOGICAL AND PSYCHOLOGICAL SCIENCES

ӘОЖ 37.02

**Омарбекова Алуа Ерланқызы**  
**Магистрант,**

Абай атындағы Қазақ педагогикалық университеті,  
Ғылыми жетікші: **Турганбаева Ж.**

Ph.D., аға оқытушы  
(Алматы қ., Қазақстан)

## МЕКТЕПТЕ ГЕОМЕТРИЯНЫ ОҚЫТУДАҒЫ ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН ӘДІСТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ

**Аннотация:** Бұл мақалада геометрияны оқытуда дәстүрлі және мультимедиялық әдістерді біріктірудің оқушылардың оқу нәтижелеріне әсері қарастырылады. Интеграцияланған әдістер оқушылардың мотивациясын арттыру, теориялық білімді жақсы меңгеру, практикалық дағдыларды дамыту, жеке оқу траекториясын қалыптастыру және бағалау нәтижелерін жақсарту тұрғысынан талданады. Зерттеулер көрсеткендей, бұл тәсілдер оқушылардың пәнге деген қызығушылығын күшейтіп, білім сапасын арттыруға ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** геометрияны оқыту, интеграцияланған әдістер, дәстүрлі әдістер, мультимедиялық технологиялар, оқу мотивациясы

**Кіріспе.** Геометрияны оқытуда дәстүрлі және мультимедиялық әдістерді біріктіру оқушылардың оқу нәтижелеріне айтарлықтай әсер етеді. Бұл тәсіл оқушылардың кеңістіктік ойлауын, аналитикалық қабілеттерін және пәнге деген қызығушылығын арттырады. Осы мақалада интеграцияланған әдістерді қолданудың оқушылардың үлгеріміне және оқу тиімділігіне тигізетін әсері қарастырылады.

Геометрия — математиканың маңызды салаларының бірі, ол кеңістіктік ойлау, логикалық тұжырымдау және мәселелерді шешу қабілеттерін дамытады. Орта мектепте геометрияны тиімді оқыту — оқушылардың осы қабілеттерін тереңдетуге және математикаға деген қызығушылығын арттыруға көмектеседі. Бүгінгі таңда білім беру процесінде дәстүрлі әдістер мен мультимедиялық технологияларды интеграциялау оқытудың тиімділігін арттырудың маңызды құралдарының бірі болып табылады. Бұл мақалада осындай интеграцияланған әдістердің тиімділігі мен олардың оқушылардың білім алуына әсері қарастырылады.

Дәстүрлі оқыту әдістері көп жылдар бойы мектептегі геометрия сабақтарының негізі болып келеді. Олардың құрамына мыналар кіреді:

- Мұғалімнің түсіндіруі және тақтада материалды көрсетуі;
- Геометриялық есептер мен теоремаларды дәлелдеу;
- Оқулықтағы жаттығуларды орындау;
- Практикалық жұмыста оқушылардың дәптерлерінде суреттер салуы.

Бұл әдістер оқушылардың аналитикалық ойлауын дамытуға және математикалық дәлдікке үйретуге бағытталған. Алайда, дәстүрлі әдістер оқушылардың мотивациясын төмендетуі мүмкін, себебі материалды визуализациялау және интерактивтілік деңгейі төмен.

Қазіргі заманда мультимедиялық технологиялар білім беру процесінің ажырамас бөлігіне айналууда. Геометрияны оқытуда бұл технологиялар оқушыларға күрделі ұғымдарды түсінуге және кеңістіктік ойлауды дамытуға көмектеседі. Мультимедияның артықшылықтары:

- Геометриялық фигураларды 3D форматта көрсету;
- Интерактивті симуляцияларды пайдалану;
- Динамикалық геометриялық бағдарламалар (мысалы, GeoGebra) арқылы есептерді визуализациялау;
- Оқушылардың белсенді қатысуын қамтамасыз ететін ойындар мен викториналар.

Мультимедия материалды қызықты және көрнекі түрде ұсынуға мүмкіндік береді, бұл оқушылардың зейінін аударып, түсіну деңгейін жақсартады.

Дәстүрлі және мультимедиялық әдістерді біріктіру арқылы оқыту оқушыларға келесі мүмкіндіктерді береді:

**Теория мен практиканың үйлесімі:** Мұғалім дәстүрлі түрде жаңа тақырыпты түсіндіргеннен кейін, мультимедия арқылы оны визуализациялап, практикалық тапсырмаларды ұсына алады.

**Кеңістіктік ойлауды дамыту:** Геометриялық фигураларды 3D форматта зерттеу арқылы оқушылар кеңістіктік қарым-қатынастарды жақсы түсінеді.

**Жеке оқыту траекториясы:** Әр оқушы өз қарқынымен білім алуға мүмкіндік алады, мультимедиялық құралдар арқылы өз бетімен білімдерін жетілдіре алады.

**Мотивацияны арттыру:** Интерактивті элементтер, ойындар мен викториналар оқушылардың қызығушылығын оятады және сабақты қызықты етеді.

Геометрия сабағында "Үшбұрыштар және олардың қасиеттері" тақырыбын өткен кезде мұғалім мынадай әдістерді қолдана алады:

- Дәстүрлі түрде үшбұрыштардың түрлерін (теңқабырғалы, теңбүйірлі, әртүрлі қабырғалы) және олардың қасиеттерін түсіндіру;
- GeoGebra бағдарламасында үшбұрыштарды салу және олардың бұрыштарының өзгеруін визуализациялау;
- Оқушыларға виртуалды платформада интерактивті тапсырмаларды орындау;
- Сабақ соңында Kahoot платформасында тақырып бойынша тест өткізу.

Геометрияны оқытуда дәстүрлі және мультимедиялық әдістерді біріктіру оқушылардың оқу нәтижелеріне айтарлықтай әсер етеді. Бұл тәсіл оқушылардың кеңістіктік ойлауын, аналитикалық қабілеттерін және пәнге деген қызығушылығын арттырады.

Интеграцияланған әдістердің әсері

1. Оқу мотивациясын арттыру

Мультимедиялық құралдар оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырады. Динамикалық геометриялық бағдарламалар (мысалы, GeoGebra) мен



интерактивті платформалар материалды көрнекі түрде түсінуге мүмкіндік береді. Бұл оқушылардың белсенділігін арттырып, оларды оқуға ынталандырады.

## 2. Теориялық білімнің жақсы меңгерілуі

Дәстүрлі әдістер оқушыларға теориялық білім беруде маңызды рөл атқарады. Алайда, мультимедиялық құралдарды қосу теориялық материалды жақсырақ түсінуге көмектеседі. 3D модельдер, анимациялар және интерактивті есептер арқылы оқушылар геометриялық ұғымдарды тереңірек меңгереді.

## 3. Практикалық дағдыларды дамыту

Геометрияда есеп шығару маңызды рөл атқарады. Дәстүрлі түрде есептерді қағазға орындау арқылы дағдылар қалыптасады. Алайда, мультимедиялық платформалар мен цифрлық симуляциялар есептерді визуалды түрде қарастыруға мүмкіндік береді, бұл оқушылардың логикалық ойлау қабілеттерін жақсартады.

## 4. Жеке оқу траекториясын құру

Әр оқушының оқу қабілеті мен қарқыны әртүрлі. Интерактивті бағдарламалар әрбір оқушыға өз қарқынымен білім алуға мүмкіндік береді. Бейімделетін жүйелер арқылы оқушылар өз деңгейіне сәйкес тапсырмалар алып, өздігінен білімдерін жетілдіре алады.

## 5. Бағалау нәтижелерінің жақсаруы

Интеграцияланған әдістерді қолданған сыныптарда оқушылардың емтихан және тест нәтижелері жоғары көрсеткіштер көрсетеді. Зерттеулер көрсеткендей, визуалды және интерактивті оқыту әдістері арқылы алынған білім ұзақ мерзімде есте жақсы сақталады.

**Қорытынды.** Геометрияны оқытуда дәстүрлі және мультимедиялық әдістерді интеграциялау — оқушылардың білім сапасын арттырудың тиімді тәсілі. Бұл әдістер оқушыларға геометрияны қызықты және қолжетімді түрде түсінуге, кеңістіктік және логикалық ойлау қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді. Білім беру процесінде мұғалімдер заманауи технологиялар мен дәстүрлі әдістерді тиімді үйлестіре отырып, оқушылардың мотивациясын арттырып, олардың оқуға деген қызығушылығын оята алады.

### Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Беляев, А. В. (2016). Интерактивные методы обучения в школе. М.: Издательство "Просвещение".
2. Мурина, И. Н. (2019). Использование мультимедийных технологий в образовательном процессе. Алматы: Қазақ университеті.
3. Турганбаева, Ж. (2021). Геометрияны оқыту әдістемесі: дәстүрлі және жаңа тәсілдер. Алматы: Абай атындағы Қазақ педагогикалық университеті.
4. Арыстанбекова, Б. Ш. (2018). Мультимедийные инструменты в образовательной практике. Алматы: ҚазМУ.
5. Дьякова, О. С. (2017). Инновационные подходы в обучении геометрии в средней школе. Вестник педагогики, 12(1), 45-50.
6. Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). GeoGebra: A dynamic mathematics software system for schools. International Journal for Mathematics Teaching and Learning, 8(2), 1-16.

ӘОЖ 37.018.43

**Садвакасова Айгуль Кадыркановна**

Phd, доцент м.а.

«Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ  
(Астана қ., Қазақстан)

**Сулайманова Перизат Нуржанқизи**

Магистрант, «7М01511-Информатика» білім беру бағдарламасы  
«Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ  
(Астана қ., Қазақстан)

## **ИНФОРМАТИКА ПӘНІ БОЙЫНША ОҚУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ БЕЛСЕНДІЛІГІН АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАНЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада орта сынып оқушыларының информатика пәні бойынша оқу белсенділігін арттыруға арналған мобильді қосымша құру қажеттілігі қарастырылады. Мақаланың мақсаты – оқушылардың білімін қызықты әрі интерактивті тәсілдермен жетілдіру жолдарын ұсыну. Қосымшада интерактивті оқыту, практикалық тапсырмалар, оқушылардың прогресін бақылау, және мұғалімдермен кері байланыс секілді мүмкіндіктер қарастырылады. Мұндай қосымшалар арқылы оқушылардың оқу мотивациясын арттыру, жеке оқыту траекториясын құру және оқу процесін оңтайландыру мүмкіндіктері талқыланады.

**Кілт сөздер:** информатика, мобильді қосымша, орта сынып оқушылары, оқу белсенділігі, интерактивті оқыту, геймификация, цифрлық сауаттылық, практикалық тапсырмалар, оқу мотивациясы, оқу процесін оңтайландыру.

Заманауи әлемде цифрлық сауаттылық пен ақпараттық технологиялар туралы білім алу мектеп оқушылары үшін аса маңызды. Орта сынып оқушылары үшін информатика – бұл цифрлық сауаттылықтың негізгі дағдыларын қалыптастыратын маңызды пәндердің бірі. Алайда, дәстүрлі оқыту әдістері оқушылардың пәнге деген қызығушылығын және оқу белсенділігін қажетті деңгейде арттыруға әрдайым қол жеткізе бермейді. Сондықтан информатика сабағын заманауи технологиялардың көмегімен, атап айтқанда, мобильді қосымшалар арқылы өткізудің маңыздылығы артуда.

Білім берудегі мобильді қосымшалар қазіргі уақытта оқыту процесін оңтайландырудың және оқушылардың оқу белсенділігін арттырудың маңызды құралдарының бірі ретінде кеңінен қолданылады.

Мобильді оқыту әдістері дәстүрлі оқу процесіне қарағанда, оқушылардың білім алу траекториясын жеке бейімдеуге және әрбір оқушының жеке қажеттіліктерін қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Бұл туралы Г.А. Яковлеваның еңбегінде мобильді қосымшалар оқытудағы икемділікті қамтамасыз етіп, оқушылардың оқу процесін өздігінен бақылауына мүмкіндік береді деп айтылады [1].

Мобильді қосымшаларды оқу процесінде қолдану білім берудің тиімділігін арттырудың бірқатар артықшылықтарын көрсетіп келеді. Мысалы, А.М. Пак мен Г.А. Петрова зерттеулерінде білім берудегі интерактивті құралдардың рөлі атап өтіліп, геймификация оқушылардың мотивациясы мен оқу белсенділігін арттыруда оң нәтижелер беретіні көрсетілген [2]. Оқушылар үшін мобильді қосымшалар арқылы берілген білімдер қолжетімді, оңай қабылданады және ойын элементтерімен ұштасқанда оқушылардың қызығушылығын арттырады.

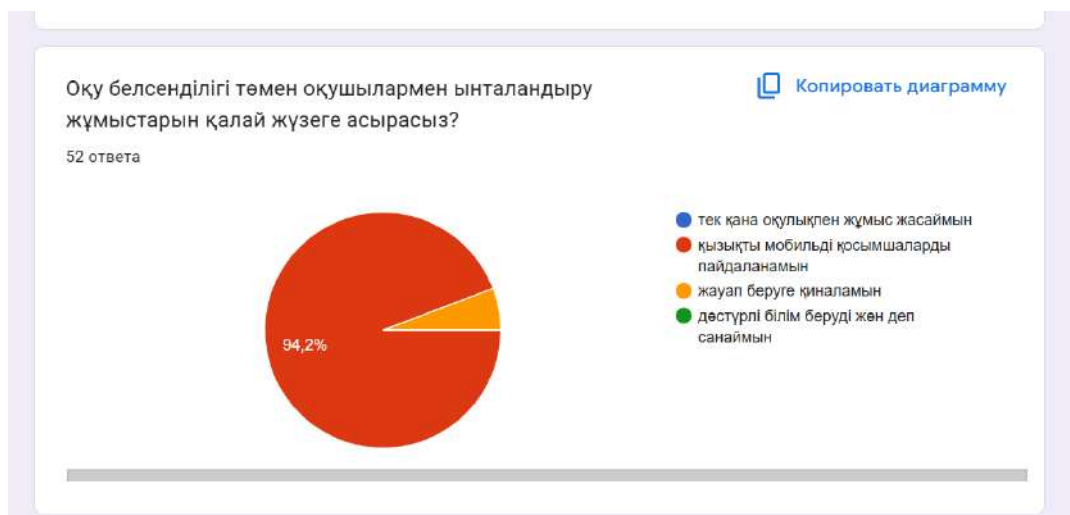
Қазақстандық ғалымдар да мобильді қосымшалардың білім берудегі рөлін зерттеп, олардың білім сапасын арттырудағы маңыздылығын атап өтуде. Н.М. Алиеваның зерттеуі бойынша, интерактивті оқыту мен практикалық тапсырмалар білімді тереңірек түсінуге, оны есте сақтауға және алған білімдерін қолдануға мүмкіндік береді [3]. Мұндай тәсілдер оқушылардың білім алу үдерісін қызықты әрі пайдалы етіп, олардың танымдық белсенділігін арттырады. Осының негізінде орта сынып оқушылары үшін информатика пәнін тиімді меңгеруге арналған мобильді қосымша құрудың өзектілігі айқын көрінеді.

Мобильді қосымшалардың мүмкіндіктерін пайдалану арқылы білім беру процесін оңтайландырып, интерактивті форматта оқушылардың сабаққа деген қызығушылығын арттыруға болады [4]. Сонымен қатар мобильді қосымшалар сұраныс бойынша академиялық ресурстарды ұсына отырып, әрбір оқушының қажеттіліктері мен қабілеттеріне қарай бағыт-бағдар береді.

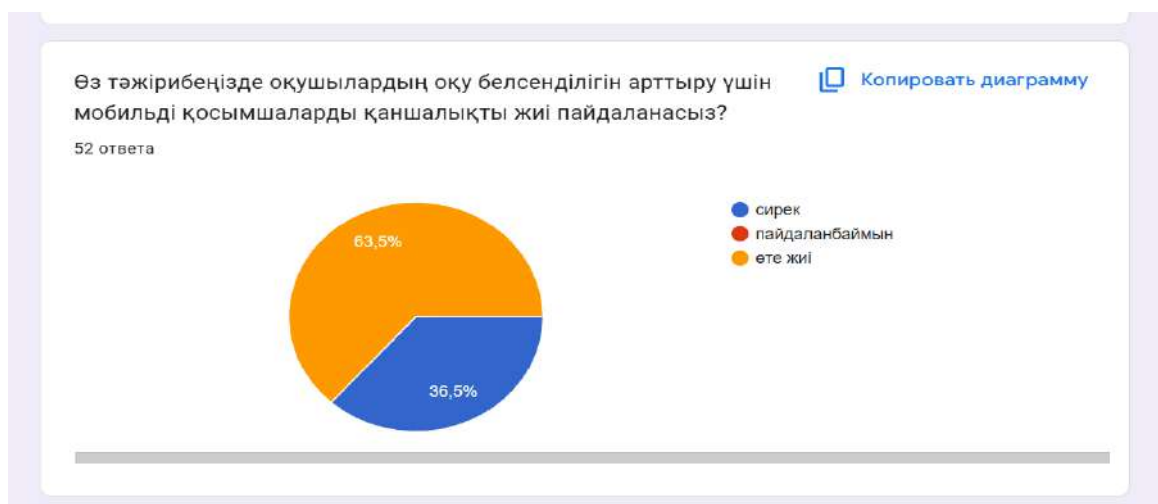
Жоғарыдағы зерттеулерді талдай келе, мобильді қосымшалар білім беру процесіне инновациялық тәсілдерді енгізуге мүмкіндік береді және оқу материалын қабылдауды жеңілдетеді деген қорытынды жасауға болады.

Орта сынып оқушыларының информатика пәні бойынша оқу белсенділігін анықтау үшін және оқу белсенділігін арттыруға арналған мобильді қосымша құрудың маңыздылығын білу үшін Астана қаласының мектептер арасында информатика пәні мұғалімдерінен сауалнама алынды. Сауалнама Google Forms платформасында әзірленіп, ыңғайлы әрі жылдам жауап беруге қолайлы түрде ұсынылды. Сауалнамаға қатысқан адам саны -52.

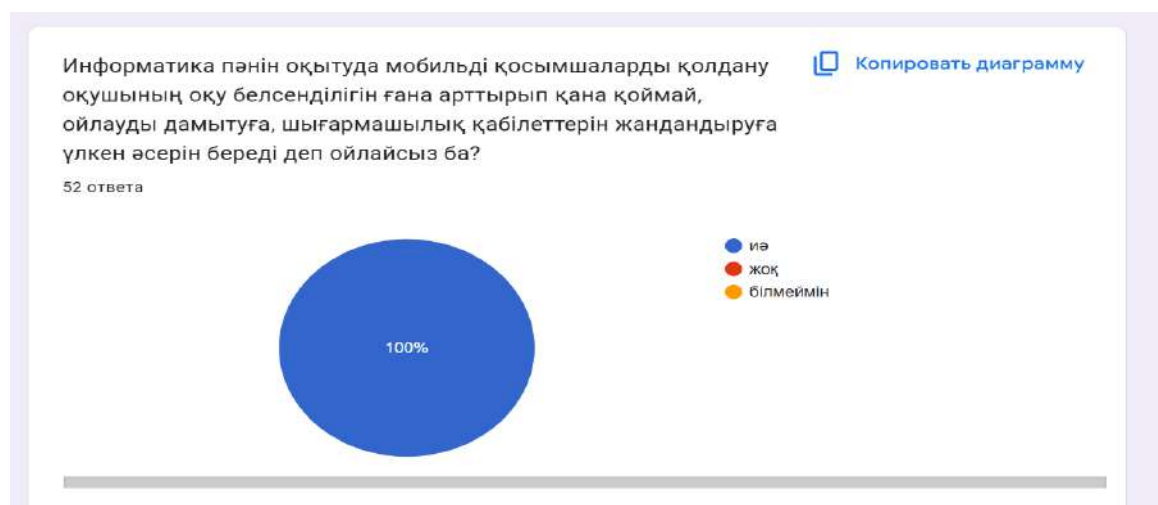
Орта сынып оқушыларының информатика пәніне деген қызығушылықтарын анықтау мақсатында мұғалімдер арасында сауалнама жүргізудің негізгі мақсаты – оқу үдерісін жақсарту, оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттыру жолдарын қарастыру және қажетті оқу әдістерін енгізу. Сауалнама нәтижелері арқылы мұғалімдер информатика пәнін оқытудағы қиындықтарды анықтап, қандай тәсілдер арқылы оқушылардың мотивациясын арттыруға болатынын түсінеді. Бұл зерттеу мобильді қосымшалар немесе интерактивті оқыту әдістерін пайдалану қажеттілігін де айқындауға көмектеседі.



Сурет-1. Сауалнама нәтижелері



Сурет-2. Сауалнама нәтижелері



Сурет-3. Сауалнама нәтижелері

Респонденттердің жауаптары бойынша, орта сынып оқушыларының информатика пәні бойынша оқу белсенділігін арттыру үшін ең тиімді тәсілдер –

мобильді қосымшалар мен платформаларды пайдалану және қызықты ойын түрлерін сабаққа енгізу болып табылатындығын көруге болады. Сонымен қатар, практикалық және шығармашылық жұмыстар да назардан тыс қалмауы керек екені анықталды.



Сурет-4. Сауалнама нәтижелері



Сурет-5. Сауалнама нәтижелері

Сауалнама нәтижелері информатика пәні бойынша оқу белсенділігін арттыру үшін мобильді қосымша немесе интерактивті оқыту әдістерін енгізудің маңыздылығын көрсетіп отыр.

Осы мақсатта біз орта сынып оқушыларының оқу белсенділігін және білім беру сапасын арттыруға арналған мобильді қосымшаны әзірлеп, оның тиімділігін оқу процесінде қолдану арқылы нақтыладық.

Мобильді қосымшаны әзірлеуде Android Studio ортасын, Kotlin бағдарламалау тілін және Saracitor құралы қолданылды.

Әзірленген мобильді қосымшаның басты артықшылықтарының бірі - оның кросс-платформалылығы. Кросс-платформалылық дегеніміз - бағдарламалық



жасақтаманың әртүрлі аппараттық платформаларда немесе операциялық жүйелерде жұмыс істей алу қабілеті. Бұл дегеніміз, әзірленген мобильді қосымшаны веб-сайт түрінде де қолдануға болады.

Қосымшаның интерфейсі пайдаланушылар үшін ыңғайлы, интуитивті түсінікті болып, эргономикалық талаптарға толық сәйкес келуі қарастырылды. Интерфейс элементтерінің орналасуы, тартымды және заманауи дизайнда болуы пайдаланушылардың қызығушылығын арттыруға бағытталған.

Қосымшаның жоғары өнімділігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін түрлі заманауи технологиялар қолданылады. Сонымен қатар, қосымшаны пайдалану барысында деректердің қауіпсіздігін сақтау үшін ақпараттық қауіпсіздік саласындағы жаңа технологияларды қолдану маңызды.

**Android Studio** - Kotlin қосымшаларын жазу үшін ең ыңғайлы IDE. Android Studio - бұл Android қосымшаларын әзірлеуге арналған интеграцияланған даму ортасы (IDE). Ол қосымшаларды жасау, сынақтан өткізу және оңтайландыру үшін қолайлы мүмкіндіктер ұсынады. Android Studio арқылы пайдаланушы интерфейстерін жобалауға, дерекқорлармен және желілік қызметтермен жұмыс істеуге, сондай-ақ қосымшаларды тестілеуге арналған түрлі құралдарды қолдануға болады [5].

Capacitor - бұл Ionic Framework жасаған заманауи кросс-платформалық бағдарламаларды әзірлеуге арналған ашық бастапқы кодты (open-source) құрал. Ол веб-технологияларды пайдалана отырып, iOS, Android, және web платформаларына арналған қосымшаларды оңай жасауға мүмкіндік береді.

Capacitor-дың көмегімен бір код базасымен мобильді (iOS, Android) және веб-қосымшалар әзірлеуге болады. Геолокация, файлдық жүйе, push-хабарламалар сияқты жүйелік мүмкіндіктерді пайдалану оңай. Angular, React, Vue сияқты танымал JavaScript фреймворктерімен жақсы үйлеседі [6].

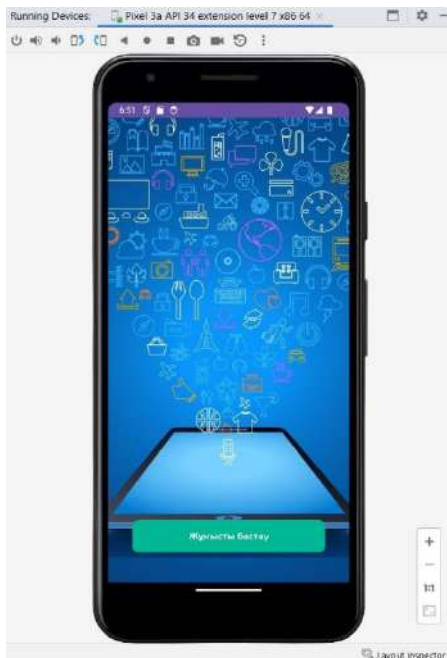
Capacitor мобильді қосымшаларды (iOS, Android) әзірлеуде кеңінен қолданылатын заманауи технология болып табылады [7].

Қосымшаны әзірлеу кезінде тапсырмаларды шешуге ең қолайлы Kotlin тілі қолданылды. Мобильді қосымша Django веб қосымшасын Kotlin-мен байланыс жасау арқылы іске асырылады. Django - бұл қосымшаларды жылдам және тиімді құру үшін қолданылатын жоғары деңгейлі құрал. Ол қосымшаларды әзірлеуді жеңілдететін көптеген құралдар мен кітапханаларды ұсынады.

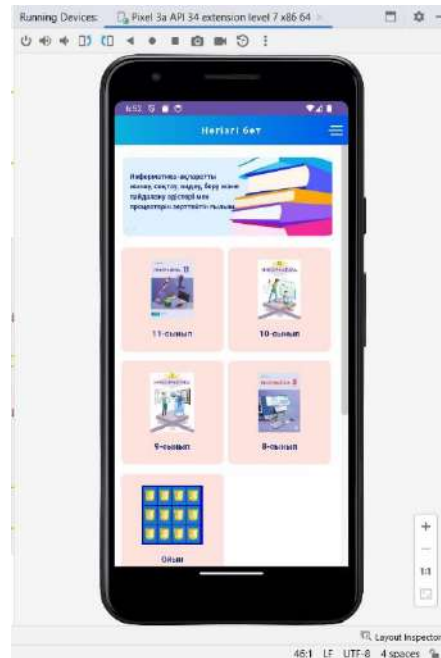
**Kotlin** - бұл Android қосымшаларын жасау үшін кеңінен қолданылатын заманауи, ықшамды және сенімді бағдарламалау тілі. Ол Google-дың ресми түрде қолдайтын тілі болып табылады және Java-ға қарағанда қарапайым әрі қауіпсіз синтаксис ұсынады. Android қосымшаларын әзірлеуде Kotlin - ең тиімді тіл. Ол Android SDK-мен тікелей жұмыс істей алады. Kotlin-де код аз жазылады, бұл дамытушылар үшін жұмысты жеңілдетеді [8]. Kotlin-мен жасалған қосымшалар тез жұмыс істейді, бұл білім беру қосымшаларында маңызды. Kotlin Multiplatform арқылы Android пен iOS үшін ортақ код базасын жазуға болады.

Мобильді қосымшаны әзірлеуге арналған бағдарламалау тілін таңдауда жоғарыда көрсетілген технологияларды талдай келе, Kotlin бағдарламалау тілінің оқушылар үшін ыңғайлы әрі интуитивті интерфейс жасауда, тұрақты жұмыс істейтін қосымшалар әзірлеуде көптеген мүмкіндіктері бар екені анықталды.

Орта сынып оқушыларының оқу белсенділігін арттыру үшін әзірленген мобильді қосымша оқу үдерісін қызықты әрі тиімді етуге бағытталған. Қосымшада оқушылардың танымдық қабілеттерін дамытып, білімге деген қызығушылығын арттыратын бірқатар маңызды функциялар қарастырылған (Сурет 6, 7).



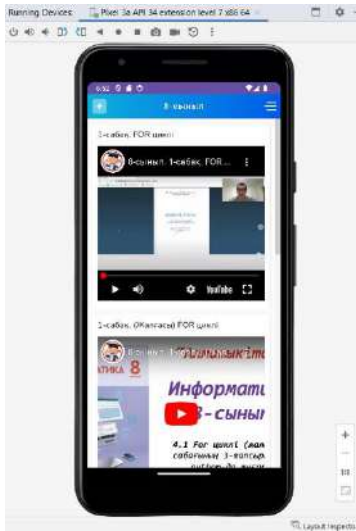
Сурет-6. Әзірленген мобильді қосымшаның басты беті



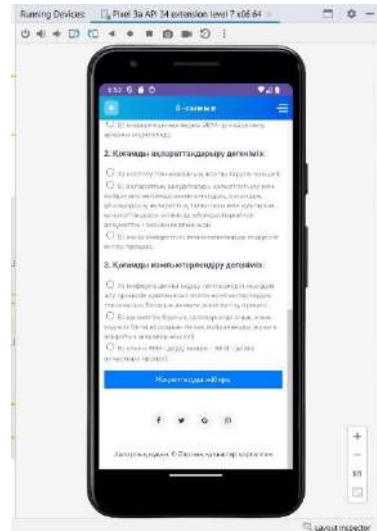
Сурет-7. Мобильді қосымшаның негізгі беті

Мобильді қосымшада информатика пәні бойынша тақырыптық тесттер, тест нәтижелері бойынша дереу кері байланыс және қателерді талдау мүмкіндігі бар. Сонымен қатар логикалық, математикалық, тілдік және шығармашылық ойлау қабілеттерін дамытуға арналған ойындар, геймификация элементтері, деңгейлерді ашу, жетістіктер мен марапаттар жинау, ойындар арқылы сыныптастармен жарысу мүмкіндігі де қарастырылған.

Мобильді қосымша электронды оқулықтар, әдістемелік нұсқаулықтар және қосымша оқу ресурстары, сабақ кестесіне сәйкес материалдарды құрылымдау, PDF, аудио және бейне форматтарында оқуға мүмкіндік береді (Сурет 8). Мобильді қосымшаның оқушының оқу барысын, тест нәтижелерін және ойын жетістіктерін қадағалау, оқу үдерісін қызықты әрі белсенді ету, өздігінен білім алуға ынталандыру, оқушылардың жеке қабілеттерін ескеретін бейімделген оқыту сияқты артықшылықтары бар (Сурет 9, 10).



Сурет-8. Бейне форматтағы тақырыптық сабақтар



Сурет-9. Тақырыптық сабақтар бойынша тест тапсыру

Сонымен қатар, орта сынып оқушыларының оқу белсенділігін арттыру үшін әзірленген мобильді қосымшаның басты артықшылықтарының бірі – «жасанды интеллект көмекшісінің» болуында. "ИИ Көмекші" – орта сынып оқушыларының оқу үдерісін жеңілдету және тиімділігін арттыру мақсатында жасалған интеллектуалды көмекші. Бұл функция мобильді қосымшада оқушыларға жеке дара қолдау көрсетіп, олардың оқу белсенділігін арттыруға көмектеседі. Оқушының білім деңгейіне сәйкес бейімделген оқу жоспарларын автоматты түрде жасайды, күрделі тақырыптарды қарапайым тілде түсіндіреді, оқулықтардағы қиын ұғымдарды нақты мысалдар арқылы түсіндіру мүмкіндігі бар және үй тапсырмаларын орындау кезінде пайдалы кеңестер береді. Жасанды интеллект көмекшісі қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде жұмыс істей алады (Сурет 11).



10-сурет. Әзірленген мобильді қосымшаның «Ойын» бөлімі



11-сурет. Мобильді қосымшаның «ИИ көмекшісі»

"ИИ Көмекші" арқылы оқу үдерісі интерактивті, қызықты әрі заманауи технологиялармен толықтырылады. Бұл функция оқушыларды ынталандырып қана қоймай, білім сапасын жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Білім беру процесінде мобильді қосымшаларды қолдану оқушылардың оқу мотивациясын арттырып қана қоймай, олардың өздігінен білім алу дағдыларын қалыптастыруға, цифрлық сауаттылығын дамытуға ықпал етеді. Сонымен қатар, мұндай қосымшалар мұғалімдерге де оқу үдерісін оңтайландыруға және оқушылардың оқу нәтижелерін бақылауға көмектеседі. Қосымша арқылы оқушылардың білім алу жетістіктері нақты бағаланып, әлсіз тұстарына назар аударып, жеке қолдау көрсетуге мүмкіндік береді.

Осылайша, орта сынып оқушыларына арналған информатика пәні бойынша оқу белсенділігін арттыруға бағытталған мобильді қосымша білім сапасын арттырудың тиімді жолы болып табылады. Білім беру үдерісіне осындай заманауи құралдарды енгізу тек пәнді меңгеруге ғана емес, сонымен қатар оқушылардың технологияларға деген қызығушылығын оятуға және олардың болашақта ақпараттық технологиялар саласында тереңірек білім алуға ынталандыруға жағдай жасайды. Болашақта әзірленген мобильді қосымшаны Google Play дүкеніне орналастыру қарастырылуда.

#### **Қолданылған әдебиеттер тізімі:**

1. Яковлева, Г.А. (2020). Преимущества мобильного обучения и его роль в процессе обучения учащихся. Санкт-Петербург: Наука.
2. Пак, А.М., Петрова, Г.А. (2019). Геймификация в образовательном процессе: теория и практика. Москва: Наука.
3. Алиева, Н.М. (2021). Цифрлық сауаттылықты дамытудағы мобильді оқыту құралдарының рөлі. Алматы: КазНИИ педагогики.
4. Куликов, П.С. (2017). Основы мобильного обучения и их влияние на систему образования. Москва: Просвещение
5. Пол Дейтел, Харви Дейтел, Александер Уолд.«Android для разработчиков», 2019, 215с.
6. Capacitor is an open source native runtime for building Web Native apps. [Электронный ресурс]. URL: <https://capacitorjs.com/> (дата обращения: 10.01.2025).
7. Introduction to Android Mobile Application Development- <https://www.coursera.org/learn/introduction-to-android-mobile-application-development>
8. Create an Android App with Kotlin- <https://www.coursera.org/>

УДК 37.091.3

**Әлімбеков Мағжан Бақытбекұлы**  
магистрант факультета информационных технологий  
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева  
(г. Астана, Казахстан)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ОНЛАЙН-КУРСОВ ПО STEM-ОБРАЗОВАНИЮ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ СРЕДНИХ ШКОЛ**

**Аннотация:** Статья посвящена современным методам и стратегиям разработки онлайн-курсов по STEM-образованию для учителей средних школ. Рассматриваются ключевые компоненты курсов, баланс теории и практики, методы оценки знаний и цифровые инструменты. Анализируются стратегии повышения эффективности обучения, включая геймификацию, искусственный интеллект и интерактивные технологии. Описаны международные и казахстанские платформы для онлайн-обучения. В завершение представлены выводы и рекомендации по развитию онлайн-образования для STEM-педагогов.

**Ключевые слова:** STEM-образование, онлайн-курсы, цифровые технологии, дистанционное обучение, интерактивные методы, педагогические стратегии, виртуальные лаборатории, геймификация.

В современном мире развитие науки, технологий, инженерии и математики (STEM) играет ключевую роль в формировании конкурентоспособных специалистов и инновационного потенциала общества. В связи с этим особое значение приобретает подготовка педагогов, способных эффективно преподавать STEM-дисциплины в средних школах. Однако традиционные методы обучения не всегда отвечают требованиям времени, что требует внедрения инновационных подходов, включая онлайн-образование.

Онлайн-обучение стало неотъемлемой частью современного образовательного процесса, предлагая гибкость, доступность и разнообразие методик. В контексте STEM-образования цифровые платформы позволяют создавать интерактивные курсы, моделировать сложные процессы, организовывать дистанционные лабораторные работы и применять геймификацию. Тем не менее, успешная реализация онлайн-курсов требует не только технологических решений, но и глубокого понимания педагогических стратегий.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки и внедрения эффективных методов онлайн-обучения, ориентированных на профессиональное развитие учителей STEM-дисциплин. В данной статье проводится анализ современных педагогических моделей, цифровых инструментов и стратегий, способствующих повышению качества онлайн-образования для учителей средних школ. Рассматриваются наиболее эффективные способы интеграции цифровых технологий в образовательный процесс, а также механизмы повышения вовлеченности и мотивации педагогов.

STEM-образование базируется на междисциплинарном подходе, интегрируя



естественные науки, технологии, инженерии и математику в единый образовательный процесс. Главная цель STEM — развитие критического мышления, способности решать комплексные задачи и применять полученные знания в реальной жизни. Основные принципы STEM-обучения включают проблемно-ориентированное обучение, командную работу, проектную деятельность и применение современных технологий в образовательном процессе [1].

В онлайн-обучении применяются различные педагогические концепции, обеспечивающие эффективное усвоение материала. Одним из наиболее значимых подходов является коннективизм, согласно которому обучение представляет собой процесс формирования сети знаний через взаимодействие с цифровыми ресурсами и другими участниками образовательного процесса. Другая важная концепция — конструктивизм, предполагающий активное участие обучающихся в создании собственного знания через практический опыт и самостоятельные исследования.

Цифровые образовательные инструменты и платформы играют ключевую роль в реализации онлайн-курсов по STEM-образованию. Они включают в себя виртуальные лаборатории, интерактивные симуляции, системы управления обучением (LMS) и инструменты геймификации. Использование таких технологий позволяет повысить вовлеченность учителей в образовательный процесс, облегчить освоение сложных STEM-концепций и создать динамичную среду для обучения [2].

**Таблица 1 – Методы разработки онлайн-курсов по STEM-образованию**

Методы разработки	Описание	Преимущества	Ограничения
<b>ADDIE</b>	Пятиэтапная модель: анализ, дизайн, разработка, внедрение, оценка.	Структурированность, системный подход	Требует больших временных затрат
<b>SAM</b>	Итеративная модель, обеспечивающая быструю адаптацию курса.	Гибкость, возможность оперативных изменений	Может потребовать частых корректировок
<b>Agile</b>	Гибкая методология, ориентированная на быстрое внедрение.	Быстрое внедрение, адаптивность	Сложность в управлении изменениями
<b>Видеолекции</b>	Записанные лекции, доступные для изучения в любое время.	Гибкость в обучении, возможность повторного просмотра	Отсутствие живого общения
<b>Вебинары и интерактивные занятия</b>	Живые занятия с возможностью взаимодействия с преподавателем.	Улучшенное взаимодействие, оперативные разъяснения	Требует синхронного присутствия
<b>Геймификация и симуляции</b>	Использование игровых механик и симуляций для вовлечения.	Повышение мотивации и вовлеченности	Возможность отвлечения на игровые элементы

<b>Практические задания и проектная работа</b>	Форматы, ориентированные на решение реальных задач.	Развитие практических навыков, близость к реальности	Может требовать сложных инструментов для оценки
--	---	--	---

Онлайн-курсы по STEM-образованию для учителей должны включать в себя ключевые компоненты, обеспечивающие их эффективность. Основными составляющими являются четкая структура курса, включающая вводную часть, основные тематические модули, практические задания и итоговую оценку знаний. Важным аспектом является баланс между теоретическими и практическими материалами. Теоретическая часть должна включать объяснение ключевых концепций STEM-обучения, методики преподавания и современные тенденции в образовании. Практическая часть, в свою очередь, должна состоять из интерактивных заданий, лабораторных работ, симуляций и проектных заданий, которые помогут учителям лучше освоить и применять полученные знания на практике [3].

Еще одним важным элементом является система оценки, включающая различные методики проверки знаний, такие как тесты, кейс-стади, проектные работы и обсуждения. Механизмы обратной связи играют ключевую роль, позволяя преподавателям и обучающимся анализировать процесс усвоения материала и вносить необходимые корректировки. Дополнительно, цифровизация практических и лабораторных работ в STEM-обучении способствует более глубокому погружению в изучаемый материал, позволяя учителям знакомиться с инструментами моделирования, виртуальными лабораториями и интерактивными учебными средами.

Для успешного обучения важным аспектом является использование стратегий, направленных на повышение мотивации учащихся. Одним из эффективных методов является геймификация, позволяющая повысить вовлеченность участников за счет игровых механик, системы поощрений и соревнований. Интерактивные технологии, такие как симуляции, виртуальная реальность и искусственный интеллект, создают более динамичную образовательную среду, способствуя лучшему усвоению материала.



Рис. 1 - Компоненты эффективных онлайн-курсов STEM

Применение искусственного интеллекта и анализа данных позволяет персонализировать обучение, адаптируя его под индивидуальные потребности каждого учащегося. Система адаптивного обучения может отслеживать прогресс участников и предлагать дополнительные материалы или задания в зависимости от их уровня подготовки. Развитие самостоятельного обучения и автономности учащихся играет ключевую роль, поскольку онлайн-формат требует от обучающихся большей самодисциплины и навыков тайм-менеджмента. Интерактивные форумы, групповые проекты и поддержка со стороны кураторов помогают формировать культуру активного самообразования.

В современном образовательном пространстве существует множество онлайн-платформ, предназначенных для обучения STEM-учителей. К международным платформам можно отнести Coursera, EdX, Udemy, Khan Academy, которые предлагают широкий спектр курсов по математике, естественным наукам, программированию и инженерии. Эти платформы предоставляют доступ к курсам ведущих мировых университетов, позволяют обучающимся взаимодействовать с экспертами и получать международные сертификаты [4].

В Казахстане существуют собственные образовательные онлайн-платформы, среди которых Bilimland, OpenU, Daryn Online. Они ориентированы на адаптацию STEM-курсов к национальной образовательной системе, включая обучение на казахском и русском языках. Эти платформы предоставляют цифровые учебные материалы, интерактивные задания и тесты для проверки знаний.

Кроме того, для создания авторских онлайн-курсов используются такие инструменты, как Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams. Эти платформы позволяют организовывать образовательный процесс, проводить онлайн-занятия, загружать учебные материалы, автоматизировать проверку заданий и обеспечивать обратную связь [5].

В ходе исследования были рассмотрены основные аспекты разработки и реализации онлайн-курсов по STEM-образованию для учителей. Данные курсы должны включать сбалансированную структуру, интегрировать теоретические и практические материалы, обеспечивать механизмы обратной связи и использовать современные цифровые инструменты.

Одной из главных проблем, с которыми сталкиваются учителя при онлайн-обучении, является нехватка цифровых навыков и сложность адаптации к новым технологиям. Также существуют вопросы, связанные с мотивацией обучающихся, необходимостью индивидуализации образовательного процесса и обеспечением качества обратной связи.

Перспективы дальнейших исследований в данной области связаны с разработкой адаптивных онлайн-курсов, использующих искусственный интеллект и машинное обучение для персонализации образовательного контента. Также важным направлением является внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в процесс STEM-обучения. Развитие этих инструментов позволит значительно повысить качество онлайн-курсов и сделать их более эффективными для подготовки STEM-учителей.

#### **Список литературы:**

1. Мусина Л. М. и др. Внедрение STEM образования: зарубежные практики //Вестник ГГНТУ. Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2020. – Т. 16. – №. 3. – С. 64-71.
2. Казбекова Г. Н., Исмагулова Ж. С. Инновациялық STEM-білім беру тәсілін қалыптастыру //Вестник университета Ясави. – 2022. – Т. 3. – №. 125. – С. 200-210.
3. Маратова Т. Ф. и др. STEM білім беру негізінде болашақ информатика мұғалімдерін дайындау бойынша ғылыми зерттеулерге жүйелік шолу //Вестник КазНПУ имени Абая, Серия «Физико-математические науки». – 2023. – Т. 82. – №. 2. – С. 253-259.
4. Ошанова Г. Е. STEM білім беру–зерттеушілік мәдениетін қалыптастырудың құралы //In The World Of Science and Education. – 2024. – №. 15 ноябрь ПН02. – С. 130-133.
5. Черных С. И., Борисенко И. Г. Цифровая образовательная среда-основной тренд трансформации образования //Философия образования. – 2021. – Т. 21. – №. 3. – С. 5-17.

ӘОЖ 159.9.072.432

**Киимбаева Андыз Абиловна**

Жалпы медицина 4-курс студенті,  
КеАҚ «Астана Медицина Университеті»  
(Астана қаласы, Қазақстан)

**Жайлаубай Диана Жайдарбекқызы**

Жалпы медицина 4-курс студенті,  
КеАҚ «Астана Медицина Университеті»  
(Астана қаласы, Қазақстан)

**Ғылыми жетекші: Байгенжеева Раушан Кужатовна**

аға оқытушы,  
Жұқпалы аурулар және клиникалық эпидемиология кафедрасы  
КеАҚ «Астана Медицина Университеті»  
(Астана қаласы, Қазақстан)

## **АСТАНА МЕДИЦИНА УНИВЕРСИТЕТІНІҢ БАКАЛАВР СТУДЕНТТЕРІНІҢ МЕНТАЛЬДЫ ДЕНСАУЛЫҒЫН БАҒАЛАУ**

**Аннотация:** Бұл мақала Астана Медицина Университетінің (АМУ) бакалавр студенттерінің ментальды денсаулық жағдайын және студенттердің психологиялық жай-күйіне әсер етуші факторларды бағалауға арналған. Зерттеу нәтижелері АМУ-де студенттердің ментальды денсаулығын жақсартуға бағытталған шараларды әзірлеуге және жүзеге асыруға көмектеседі.

**Кілт сөздері:** университет, медицина студенттері, ментальды денсаулық, ұйқысыздық, стресс, психология.

**Кіріспе.** Ментальды денсаулық – адамның психологиялық және эмоциялық жағдайының тұрақтылығы мен тепе-теңдігін сипаттайтын маңызды ұғым. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) анықтамасы бойынша, бұл тек психикалық аурулардың жоқтығын ғана емес, сонымен қатар өмірлік қиындықтарды еңсере алу, тиімді қарым-қатынас құру және қоғамның белсенді мүшесі болу қабілетін білдіреді..

Ментальды денсаулықтың бұзылуы адамның жеке өміріне, қоғамдық қатынастарына және кәсіби қызметіне елеулі әсер етеді. Ғылыми зерттеулер депрессия, үрейлі бұзылыстар, стресс сияқты психологиялық жағдайлардың адамның физикалық денсаулығына да кері әсер ететінін дәлелдейді. Созылмалы стресс жүрек-қан тамырлары ауруларының, иммундық жүйе бұзылыстарының және асқазан-ішек жолдарының ауруларының даму қаупін арттырады. Сондықтан, ментальды денсаулықты сақтау және нығайту – адамның жалпы әл-ауқатының маңызды шарты болып табылады.

ДДСҰ мәліметтері бойынша, әлемде әрбір төртінші адам өмірінің бір кезеңінде психикалық денсаулық мәселесіне тап болады. Студенттер қауымы, әсіресе жоғары оқу орындарында білім алу кезеңінде, бұл мәселеге ерекше бейім келеді.



Статистикалық мәліметтерге сүйенсек, студенттердің 30%-ға жуығы депрессия, үрейлену, стресс сияқты ментальды денсаулық мәселелерімен бетпе-бет келеді. Бұл жағдайлардың дамуына академиялық жүктемелер, қаржылық қиындықтар, әлеуметтік оқшаулану, болашаққа деген белгісіздік сияқты факторлар әсер етеді. Сонымен қатар, жоғары оқу орындарындағы оқу процесінің қысымы, бағаларға тәуелділік, бәсекелестік студенттердің психологиялық күйзелісін арттырады. Бұл өз кезегінде оқу үлгерімін төмендетіп, академиялық көрсеткіштердің нашарлауына, тіпті оқудан шығып кетуіне әкелуі мүмкін.

Әсіресе медициналық мамандықты таңдаған студенттер, ментальды денсаулық жағынан ерекше қатер тобына жатады. Медициналық білім беру жүйесі студенттерге жоғары академиялық талаптар қояды, бұл өз кезегінде психологиялық жүктеменің артуына әкеледі. Оқу бағдарламасының ауқымдылығы, теориялық біліммен қатар клиникалық тәжірибені қатар алып жүру қажеттілігі, емтихандар мен тексерулерге дайындықтың қарқындылығы студенттердің күйзеліске ұшырау қаупін арттырады. Карьералық өсуге деген бәсекелестік, мамандану бағытын таңдаудың күрделілігі және жұмысқа орналасудың белгісіздігі қосымша стресс факторлары болып табылады. Сонымен қатар, көптеген студенттер оқу ақысын өтеу және тұрмыстық шығындарды жабу үшін қосымша жұмыс істеуге мәжбүр болады, бұл олардың уақытын шектеп, демалысқа мүмкіндік бермейді. Зерттеулер көрсеткендей, медицина студенттері арасында эмоционалды шаршау мен күйзелістің таралуы басқа мамандық студенттеріне қарағанда айтарлықтай жоғары.

Осылайша, студенттердің ментальды денсаулығын сақтау және оған қолдау көрсету – жоғары оқу орындарының, отбасының және қоғамның маңызды міндеті. Ментальды денсаулық мәселелерін ерте анықтау, психологиялық қолдау көрсету және тиімді емдеу – студенттердің академиялық жетістікке жетуіне, өмірлік мақсаттарын жүзеге асыруына және қоғамға белсенді мүше болуына мүмкіндік береді.

**Мақсаты:** Астана Медицина Университетінің бакалавр студенттерінің ментальды денсаулық жағдайын және студенттердің жай-күйіне әсер етуші факторларды бағалау.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Зерттеу жұмысы көлденең зерттеу, әлеуметтік сауалнама түрінде өткізілді. Сауалнама анонимді анкета түрінде, Астана Медицина Университетінің 1-5 курс студенттеріне арналған. Анкета әртүрлі бағыттағы, талдау кезінде тақырыпты толық қамтуға мүмкіндік беретін 14 сұрақтан құралған. Жауаптар 2-ден 6-ға дейінгі нұсқаларды, қосымша өз ойларын жеткізуге арналған жазу жолдарын қамтиды.

Жалпы саны 316 студент қатысты. Қатысушылардың 25,7%-ы (81 студент) 1 курс; 20%-ы (63 студент) 2 курс; 17,78%-ы (56 студент) 3 курс; 22,86%-ы (72 студент) 4 курс; 13,65%-ы (43 студент) 5 курс студенттері болды.

#### **Зерттеу нәтижесі:**

*Студенттердің психологиялық-эмоционалды жағдайын анықтау*

Сауалнама нәтижелері студенттердің өздерінің психологиялық жағдайын қалай бағалайтыны туралы мәліметтер берді (диаграмма-1). Олардың көпшілігі (шамамен 70%) өз эмоционалды-психологиялық жағдайын орташа көрсеткіштен төмен бағалады.



Диаграмма 1 - Сауалнама нәтижелері

Ең жиі таңдалған жауап “Тұрақсыздық” нұсқасы: Студенттердің 30.79%-ы (97 студент) өздерін эмоционалды тұрғыда тұрақсыз сезінеді. Бұл топтағы студенттердің көңіл-күйі жиі өзгеріп, стресске бейім, эмоционалдық реттелуінде қиындықтар болуы мүмкін. Бұл олардың ішкі ресурстарының жеткіліксіздігін, өзін-өзі бағалауының төмендігін және өмірлік қиындықтарға төтеп беру қабілетінің әлсіздігін көрсетеді.

Ал респонденттердің 29.52%-ы (93 студент) өздерін қанағаттанарлық деңгейде сезінеді. Бұл олардың психологиялық жағдайының орташа деңгейде екенін көрсетеді. Бұл студенттерде эмоционалдық тұрақсыздық, аздаған алаңдаушылық болуы мүмкін, бірақ олар күйзеліске ұшырамаған. Оларға психологиялық қолдау қажет болуы мүмкін.

Студенттердің 20.00%-ы (63 студент) өз жағдайын жақсы деп бағалады. Бұл топтағы респонденттердің психологиялық жағдайы салыстырмалы түрде тұрақты, эмоциялық жағдайы тепе-теңдікте, ішкі ресурстары жеткілікті және олардың жалпы әл-ауқаты жақсы деп айтуға болады.

Өздерін эмоционалды және психологиялық тұрғыда өте жақсы сезінетінін білдіргендер 10.48% (33 студент). Бұл топтағы студенттердің эмоционалдық тұрақтылығы жоғары, өзін-өзі бағалауы жақсы және стресске төзімділігі жоғары. Олардың ішкі ресурстары жеткілікті және өмірге деген көзқарасы позитивті.

Респонденттердің 9.21%-ы (29 студент) өздерін күйзелісте сезінеді. Бұл көрсеткіш алаңдаушылық тудырады, себебі күйзеліс студенттердің психикалық денсаулығына елеулі зиян келтіріп, оқу үлгеріміне және жалпы өмір сапасына теріс әсер етуі мүмкін. Бұл топқа міндетті түрде психологиялық көмек және арнайы емдеу шаралары қажет.

#### *АстМУ студенттерінің ментальды денсаулық көрсеткіштерін бағалау*

Шамадан тыс жүктеме, әсіресе қазіргі заманғы динамикалық қоғамда, адамдардың ментальды денсаулығына елеулі әсер ететін фактор ретінде қарастырылады. Ғылыми зерттеулер шамадан тыс жүктеменің созылмалы стресс, депрессия және басқа да психопатологиялардың дамуына ықпал ететінін көрсетеді. Сондықтан ментальды денсаулықты бағалауда студенттердің шамадан тыс жүктемеге қаншалықты жиі сезінетіндігін анықтадық (диаграмма-2):

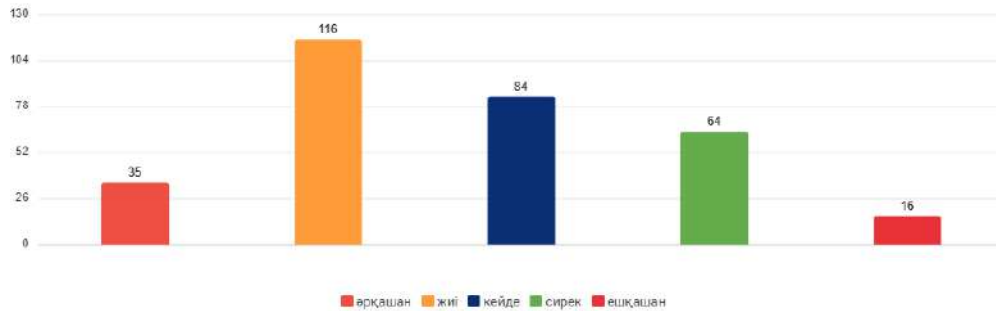


Диаграмма 2 - Студенттердің шамадан тыс жүктемені сезіну жиілігі

Шамадан тыс жүктеме (overload) – индивидтің физиологиялық, эмоционалдық және когнитивтік ресурстарынан асып түсетін талаптар мен міндеттердің жиынтығын сипаттайтын кешенді құбылыс. Медицина студенттері үшін бұл құбылыстың жиілігі жоғары болатындағы анық. Сауалнамадан өткен респонденттердің 11.11%-ы (35 студент) шамадан тыс жүктемені әрқашан сезінетінін білдірді. Бұл студенттердің оқу жүктемесінен, қосымша міндеттерден және өмірлік қысымдардан үнемі қысымда болатындығын көрсетеді. Студенттердің 36.83%-ы (116 студент) шамадан тыс жүктемені жиі сезінетіндігін айтты. Бұл ең жиі таңдалған жауап тобы болып табылды және олардың оқу бағдарламасының ауырлығы, уақыттың жетіспеушілігі және басқа да қысымдардан жиі зардап шегетінін көрсетеді. Осы екі көрсеткіштің қосындысы (47.94%) студенттердің жартысына жуығының шамадан тыс жүктемені үнемі немесе жиі сезінетінін көрсетеді, бұл айтылған мәселенің өзектілігін көрсетеді.

Сонымен қатар, студенттердің 26.67%-ы (84 студент) шамадан тыс жүктемені кейде сезінетіндігін, 20.32%-ы (64 студент) сирек сезінетіндігін білдірді. Бұл топтағылардың стреске төзімділігі жоғары болуы мүмкін немесе олар оқу және өмірлік міндеттерін жақсы реттей алады. Сауалнама өтушілердің ең аз бөлігі, 5.08%-ы (16 студент) шамадан тыс жүктемені ешқашан сезінбейтіндіктерін айтып, 100 студенттің ішінен тек бесеуі ғана бұл мәселемен кездеспейтіндігі туралы көрсетеді.

Студенттердің ментальды денсаулығын бағалау үшін олардың арасындағы ұйқы қиындықтарының таралуы бағаланды (диаграмма-3). Себебі, оқу бағдарламасының ауырлығы және емтихандарға дайындық кезіндегі қарқынды оқу процесі ұйқыға бөлінетін уақыттың қысқаруына әкеледі. Көптеген студенттер түнде ұзақ уақыт оқуға мәжбүр болады, бұл ұйқының сапасы мен ұзақтығының төмендеуіне әкеледі. Жоғары курс студенттері түнде жұмыс істеуге мәжбүр болуы студенттердің биологиялық сағаттарын бұзып, ұйқысыздыққа немесе ұйқының сапасының нашарлауына әкеледі. Осылайша, медицина студенттеріндегі ұйқы проблемаларының ментальды денсаулыққа әсері елеулі. Ұйқының жетіспеушілігі эмоционалдық реттелуді бұзады, яғни көңіл-күйдің жиі өзгеруіне, ашуланшақтыққа, үрейге және депрессия белгілерінің пайда болуына әкеледі.



Диаграмма 3 - Студенттердің ұйқы қиындықтарының таралуы

Сауалнама нәтижелеріне сәйкес, АстМУ студенттерінің ұйқы қиындықтарымен кездесу деңгейі төмендегідей анықталды: респонденттердің 15.24%-ы (48 студент) ұйқы бұзылыстарын үнемі сезінетіндігін көрсетті. Осы топтағы студенттердің ұйқысының тұрақты түрде бұзылатындығы және олардың күнделікті өмірінде ұйқысыздықтан үнемі зардап шегетіні байқалады. Бұның салдарынан студенттердің эмоционалдық тұрақтылығы төмен және стресске тез берілуі ықтимал. Қатысушылардың 38.73%-ы (122 студент) ұйқы бұзылыстарын жиі сезінетінін мәлімдеді. Бұл зерттеудегі ең үлкен топ болып табылады және олардың ұйқы мәселелерінің олар үшін өзекті мәселе екенін көрсетеді. Осы екі көрсеткіштің жалпы қосындысы (53.97%) студенттердің жартысынан көбінің ұйқы бұзылыстарын тұрақты түрде немесе жиі сезінетінін анықтайды, бұл медицина студенттерінің арасында ұйқы қиындықтарының қаншалықты кеңінен таралғандығын айқындай түседі.

Сонымен қатар, студенттердің 24.13%-ы (76 студент) «кейде», ал 16.19%-ы (51 студент) «сирек» жауап нұсқаларын таңдаған. Бұл топтың ұйқы жағдайы салыстырмалы түрде жақсы, бірақ кейде ұйқы мәселелері туындайтыны байқалады. Студенттердің ең аз бөлігі, 5.71%-ы (18 студент) ұйқы бұзылыстарын мүлдем сезінбейтіндігін көрсетті.

Өзіне деген сенімділіктің ментальды денсаулықтың маңызды көрсеткіші екенін ескере отырып, бұл зерттеуде ол студенттердің ментальды жағдайын бағалаудың негізгі критерийі ретінде қарастырдық. Өзіне деген сенімділік – индивидтің өзінің қабілеттеріне, құндылықтарына, жетістіктеріне және жалпы тұлғалық қасиеттеріне деген позитивті және сенімді бағасы. Өзіне деген сенімділік, ментальды денсаулықтың маңызды компоненті ретінде, индивидтің жалпы әл-ауқатына, өзін-өзі бағалауына және өмірлік жетістіктеріне ықпал етеді.

Өзіне деген сенімділіктің ментальды денсаулыққа әсері бірнеше механизм арқылы жүзеге асырылады. Біріншіден, өзіне сенімділік стресске төзімділікті арттырады. Өзіне сенетін адамдар стресстік жағдайларға дұрыс жауап бере алады және қиындықтарды жеңу үшін тиімді күресу стратегияларын қолданады. Олар күйзеліске тез беріліп, депрессия немесе үрейге душар болу қаупі төмен болады. Екіншіден, өзіне деген сенімділік эмоционалдық реттеуге көмектеседі. Өзіне сенетін адамдар өз

эмоцияларын жақсы түсінеді және басқара алады. Олар негативті эмоцияларға тез көңіл бөлмей, оларды позитивті эмоциялармен алмастыруға тырысады. Бұл олардың эмоционалдық тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Үшіншіден, өзіне деген сенімділік мотивацияны арттырады және мақсатқа жетуге итермелейді. Өзіне сенетін адамдар өмірде нақты мақсаттар қойып, оларға жету үшін табандылық танытады. Олар сәтсіздіктерден қорықпай, қайтадан тырысуға дайын. Өзіне сенетін адамдар басқалармен қарым-қатынас жасаудан қорықпайды, жаңа таныстар табуға дайын және әлеуметтік қолдауды қажет еткенде оны іздейді. Бұл олардың әлеуметтік оқшауланудан аулақ болуына көмектеседі. Өзіне сенетін адамдар депрессия, үрейлі бұзылыстар және басқа да психикалық ауруларға аз бейім болады.

Өзіне деген сенімділіктің төмен болуы, керісінше, ментальды денсаулыққа теріс әсер етеді. Өзіне сенімсіз адамдар өзін төмен бағалап, өз қабілеттеріне күмәнмен қарайды. Олар стресске бейім, эмоционалдық тұрақсыздыққа душар, мақсатқа жетуде қиналады және әлеуметтік қарым-қатынастарда қиындықтарға тап болады. Өзіне сенімсіздік депрессия, үрейлі бұзылыстар, әлеуметтік фобия және басқа да психикалық аурулардың даму қаупін арттырады.

АстМУ студенттерінің өздерін сенімсіз сезінетін сәттерінің жиілігін көрсету жиілігі келесідей болды (диаграмма-4):

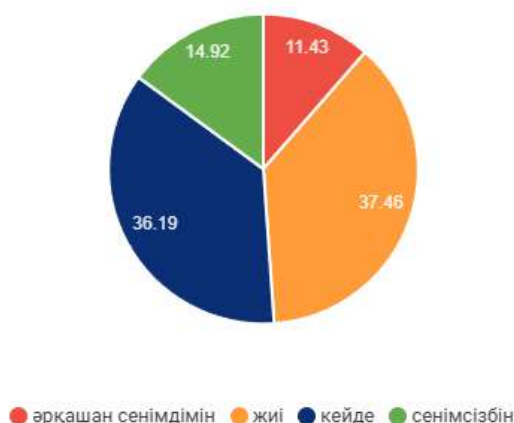


Диаграмма 4 – АстМУ студенттерінің өздерін сенімсіз сезіну жиілігі

Респонденттердің 11.43%-ы (36 студент) “әрқашан сенімдімін” жауабын таңдаған. Бұл өз кезегінде, АстМУ студенттерінің арасында өзіне деген толық сенімі барлардың саны аз екенін көрсетеді. Сауалнамаға қатысқандардың едәуір бөлігі, яғни 37.46%-ы (118 студент) “жиі”, 36.19%-ы (114 студент) “кейде” жауабын таңдаған, бұл олардың сенімділік деңгейінің жағдайға байланысты өзгеріп отыратынын айқындайды. Ал студенттердің 14.92%-ы (47 студент) “сенімсізбін” нұсқасын таңдап, бұл топтың өзіне деген сенімі төмен екенін және олардың ментальды денсаулығына көбірек назар аудару қажеттігін көрсетеді. Алынған деректер, медицина студенттерінің өзіне деген сенімділігі әртүрлі деңгейде екенін және олардың көпшілігінің белгілі бір дәрежеде сенімсіздікті бастан кешіретінін айқын көрсетеді.

Оқу жүктемесін ментальды денсаулыққа әсер ететін негізгі көрсеткіш ретінде қарастыру – зерттеудің маңыздылығын және нәтижелілігін қамтамасыз етеді. Жоғарыда аталған студенттер мәселелерінің оқу жүктемесіне байланысын анықтауға



арналған сұрақ нәтижелері медицина студенттерінің ментальды денсаулығына оқу жүктемесінің ықпалы туралы әртүрлі пікірде екенін көрсетеді. Ең көп таралған жауаптар “Мүмкін” (36.83%) және “Иә” (36.19%) нұсқалары болып табылды. Бұл, студенттердің басым көпшілігінің (73.02%), ментальды денсаулықтың нашарлауын оқу жүктемесімен байланыстыратынын немесе онымен байланысты болуы мүмкін екенін мойындайтынын білдіреді. “Жоқ” деп жауап берген студенттердің үлесі аз (26.98%), бұл ментальды денсаулыққа оқу жүктемесінен басқа факторлардың да әсер ететінін көрсетеді (диаграмма-5).

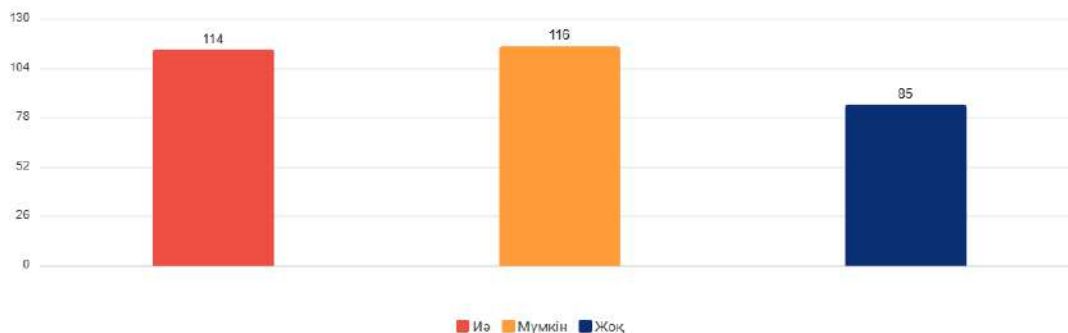


Диаграмма 5 – Ментальды денсаулыққа оқу жүктемесінен басқа факторлардың әсері

Медициналық оқу бағдарламасының қарқындылығы, студенттердің үнемі жаңа ақпаратты игеруге тырысуы, емтихандарға дайындық процесі, клиникалық тәжірибелерге қатысу сияқты факторлар оқу жүктемесінің жоғары деңгейін көрсетеді. Бұл жағдай студенттердің физикалық және психикалық ресурстарының сарқылуына, соның ішінде ұйқының бұзылуына, стресстің жоғарылауына, эмоционалдық шаршауға, үрейдің пайда болуына және депрессияға әкелуі мүмкін.

Оқу жүктемесінің жоғары болуы студенттерде стресс гормондарының (кортизол) деңгейін арттырады, бұл өз кезегінде физиологиялық өзгерістерге және психикалық бұзылыстарға әкеледі. Стресстің ұзаққа созылуы иммунитетті төмендетеді, ұйқының бұзылуына және асқазан-ішек жолдарының жұмысының нашарлауына әкеледі.

Оқу жүктемесімен қатар, медициналық білім берудің ерекшеліктері де студенттердің ментальды денсаулығына әсер етеді. Адам өміріне жауапкершілікті сезіну, клиникалық жағдайлардың күрделілігі және болашақ кәсіпке деген белгісіздік студенттердің психологиялық қысымын арттырады. Осыған байланысты, оқу жүктемесін ментальды денсаулықтың маңызды көрсеткіші ретінде қарастыру, медицина студенттерінің психологиялық әл-ауқатын бағалауда және олардың ментальды денсаулығын жақсарту үшін қажетті шараларды қабылдауда өзекті болып табылады.

#### *Студенттердің ментальды денсаулығына әсер ететін факторлар*

Ментальды денсаулық – жеке адамның эмоционалдық, психологиялық және әлеуметтік саулығын айқындайтын маңызды компонент. Ол адамның қоршаған ортамен байланыс орнату, шешім қабылдау, қиындықтарды еңсеру және өмірлік мақсаттарға жету қабілетіне тікелей әсер етеді. Бірақ қазіргі күрделі әлеуметтік және экономикалық ортада көптеген факторлар ментальды денсаулыққа теріс әсер етуде.

Келесі сауалнама сұрағында, медицина студенттерінің соматикалық және психикалық денсаулығының жалпы күйіне ең көп әсер ететін факторларға баса назар аудардық. Сұрақ «Жай күйіңізге әсер етуші себептер тобын көретіңіз» деп қойылып, оған жауаптар ретінде экономикалық жағдай, оқу жүктемесі, емтиханды сәтсіз тапсыру мүмкіндігі, отбасы-тұрмыстық жағдай, жалғыздық сезімі сияқты көрсеткіштер қарастырылды (диаграмма-6).



Диаграмма 6 – Студенттердің жай күйіне әсер етуші негізгі себептер

Медицина саласы – терең теориялық білімді, көп сағаттық тәжірибені және жоғары жауапкершілікті талап ететін күрделі оқу саласы. Студенттерге оқу жүктемесінің жоғары болуы, ұзақ уақыт оқуға бейімделу, академиялық бәсекелестік және емтихандар ментальды денсаулыққа үлкен қысым жасайды. Бұл жағдайда студенттерде оқу күйзелісі (academic stress) пайда болып, ол эмоционалдық күйреуге, өзін-өзі төмен бағалауға және тіпті оқу үлгерімінің нашарлауына әкеледі. АстМУ студенттерінің психикалық денсаулығына оқудың әсерін бағалау нәтижесінде, ең көп таңдау белгісі «Емтиханды сәтсіз тапсыру мүмкіндігі» 29.84% және «Оқу жүктемесі» 23.49% болды, яғни, қатысушылардың 94-ы емтихан алдындағы қорқынышты сезінетінін белгілесе, ал 74-ы оқу жүктемесінің ауырлығын негізгі фактор ретінде таңдаған. Емтихан кезеңінде студенттер жоғары нәтижеге жету үшін өздеріне қысым жасайды. Олардың көпшілігі сәтсіздікке ұшыраудан немесе төмен баға алудан қорқады, бұл ментальды жағдайдың нашарлауына және созылмалы стресс пайда болуына себепші болады. Мұндай жағдайларда ұйқының бұзылуы, концентрацияның төмендеуі және шешім қабылдау қабілетінің нашарлауы жиі кездеседі.

«Отбасы-тұрмыстық жағдайды» менталды денсаулыққа әсер етуші фактор ретінде 56 студент (17,78) таңдады. Бұл көрсеткіш отбасының эмоционалдық және экономикалық қиындықтары студенттердің денсаулығына үлкен әсер ететінін айқындайды. Жанұядағы жанжалдар, экономикалық қиындықтар немесе ата-аналар мен балалар арасындағы қарым-қатынастың нашарлығы жастарда стресс пен мазасыздықты арттырады. Бұл фактор, әсіресе отбасынан алыс жерде білім алып жатқан жастар үшін өзекті болып табылады. Отбасының қаржылық және эмоционалдық қолдауының жеткіліксіздігі олардың күйзеліс деңгейін күшейтіп, мотивациясының төмендеуіне себеп болуы мүмкін.

Қаржылық тұрақсыздық - ментальды денсаулықтың нашарлауына ықпал ететін негізгі себептердің бірі болып табылады. Осы себепке байланысты студенттердің 10.48%, 33-ы «Экономикалық жағдайды» белгілеп көрсеткен. Күнкөріс деңгейіне жетпейтін табыс, қарыздардың көбеюі секілді факторлар оқу жүктемесі, режим бұзылуымен бірге адамның өмір сапасын төмендетіп, оның мазасыздығын күшейтеді. Студенттер үшін бұл жағдай оқу ақысын төлеу, тұрмыстық қажеттіліктерді қамтамасыз ету және болашақтағы қаржылық тұрақтылық туралы алаңдаушылықпен күресу арқылы тереңдей түседі. Сонымен қатар, қаржылық қиындықтар студенттерді ұзақ мерзімді мақсаттарын қайта қарауға немесе кәсіби жоспарларын өзгертуге итермелейді. Бұл өз кезегінде, олардың өзін-өзі бағалауын төмендетіп, мазасыздық деңгейін арттырады.

Осы дәрежеге жақын көрсеткіште 11.11%, яғни, 35 студент, «Жалғыздықтың» әсерінен қиындықтар туындайтынын белгілеген. Қазіргі уақытта жалғыздық сезімі жастар арасында жиі байқалатын әлеуметтік проблемаға айналды. Әсіресе, үлкен қалаларда оқитын студенттер үшін туыстарынан, отбасынан және жақын достарынан алыс болу – эмоционалдық қолдаудың азаюына әкелетін факторлардың бірі. Жоғары оқу орындарына түсу кезінде жаңа ортаға бейімделу және әлеуметтік байланыстарды қайта орнату процесі психологиялық тұрғыдан қиынға соғады. Оқытудың күрделі табиғаты және уақыттың шектеулі болуы студенттердің жақын достармен немесе отбасымен қарым-қатынасты үнемі қолдап отыруына кедергі келтіреді. Жаңа таныстық орнату қиындық тудыратын студенттерде жалғыздық сезімі әсерінен терең депрессиялар мен стресске түсу ықтималдығы жоғары.

Тек 1.27% студенттер, «Басқа» белгісін таңдап, онда өз ойларын жекелеп жазған. Нәтижелерін қорытындылай келе, жауаптарда жоғарыда көрсетілген себептердің бірнешеуін қатар жазу арқылы, қатысушылар бір ғана фактор емес, көп фактордың бір уақытта әсер ететінін анық көрсеткен. Мысалы, қаржылық қиындықтар студенттердің қосымша жұмыс істеуіне мәжбүрлейді, бұл олардың оқу процесіне уақыт бөлуіне кедергі келтіреді. Нәтижесінде, оқу үлгерімі төмендеп, студентте академиялық стресс күшейеді. Сонымен қатар, оқу ақысын төлеу немесе күнделікті қажеттіліктерді қамтамасыз ету мәселесі емтихан алдындағы қорқыныш сезімін тереңдете түседі. Мысалы, қаржылық тұрақтылық болмаған жағдайда студенттер сәтсіздікке ұшыраудан немесе оқу ақысын төлеуге шамасы жетпей қалудан қорқады. Мұндай қорқыныш олардың өзін-өзі бағалауына кері әсер етіп, стресс деңгейін арттырады.

“Жеке өміріңіз бен оқу арасындағы баланс сақталған деп ойлайсыз ба?” деген сұраққа студенттер төрт түрлі нұсқа бойынша жауап берді: «Иә, барлығына оңай үлгеремін» (18.73%), «Иә, бірақ қиындықтармен» (28.89%), «Қанағаттанарлық» (34.60%), «Жоқ, мүмкін емес» (17.78%). (Диаграмма-7)



Диаграмма 7 - Студенттердің жеке өмірі мен оқу арасындағы балансқа көзқарасы

Бұл нәтижелер жеке өмір мен оқу арасындағы тепе-теңдікті сақтау мәселесінің қаншалықты өзекті екенін көрсетеді. Олардың әрқайсысы студенттердің ментальды денсаулығын бағалауда белгілі бір рөл атқарады және білім беру жүйесіндегі, әлеуметтік қолдау мен жеке жауапкершіліктегі мәселелерді көрсетеді.

Нәтижелерді қорытындылай келе, “Иә, барлығына оңай үлгеремін” жауабын таңдаған 59 студент жеке өмір мен оқу арасында тепе-теңдікті сақтауда қиындық көрмейтінін көрсетті. Бұл топтағы студенттер көбінесе уақытты тиімді басқару қабілеті, стресске төзімділік және әлеуметтік қолдаудың жеткілікті деңгейімен ерекшеленуі мүмкін. Алайда бұл көрсеткіш тек 18.73%-ды құрайды, яғни студенттердің аз бөлігі ғана өмірінің барлық аспектілерінде тұрақтылық сезінеді. Бұл көрсеткіштің төмен болуы медицина университетіндегі оқу жүктемесінің ауырлығы және стресстің жоғары деңгейімен тікелей байланысты болуы ықтимал.

“Иә, бірақ қиындықтармен” жауап нұсқасын таңдағандардың саны едәуір көп – 91 студент, бұл студенттердің шамамен үштен бірінің жеке өмір мен оқу арасында баланс сақтауға ұмтылатынын, бірақ бұл процесс жеңіл еместігін көрсетеді. Бұл студенттер оқу жүктемесін көтеру үшін үлкен күш жұмсайды, бірақ олардың психологиялық ресурстары үнемі жеткілікті бола бермейді. Бұл топтағы студенттерде эмоционалдық қажу, стресске бейімділік немесе уақыт тапшылығы жиі кездесуі мүмкін.

Жауаптардың ең үлкен бөлігі «Қанағаттанарлық» (109 студент) деп бағаланған. Бұл студенттер жеке өмір мен оқу арасында белгілі бір деңгейде тепе-теңдік сақтай алатынын, бірақ ол толық жетілдірілмегенін көрсетеді. Бұл топтағы студенттер тепе-теңдікті сақтау үшін үнемі бейімделу және күрес жүргізу қажеттілігін сезінуі мүмкін. Бұл көрсеткіш олардың психологиялық жағдайының тұрақтылығын сақтау үшін қосымша қолдауды қажет ететінін білдіреді.

“Жоқ, мүмкін емес” жауап нұсқасын таңдаған 56 студент жеке өмір мен оқу арасында баланс сақтаудың мүлдем мүмкін еместігін атап өтті. Мұндай көзқарас ментальды денсаулықтың айтарлықтай бұзылуымен, стресстік жай-күймен және оқуға немесе жеке өмірге көңіл бөлудің қиындықтарымен байланысты болуы мүмкін.

Сауалнаманың осы сұрақ нәтижелері студенттердің жеке өмірі мен оқу арасындағы тепе-теңдікті сақтау деңгейінің әртүрлі екенін көрсетті. Бұл көрсеткіштер студенттер арасында эмоционалдық қажу, депрессия, мазасыздық деңгейін бағалауға

және уақытты тиімді басқару жолдары мен стресске төзімділікті арттыру ментальды денсаулықты сақтау үшін маңызды рөл екенін көрсетеді.

Студенттерден “Ментальды тұрғыда ең қиын кезеңіңіз қай уақытқа сәйкес келеді?” деген келесі сұраққа жауап алынды және өз жауаптарын негіздеуге жауап жолдары берілді. Бұл сұрақ олардың оқу процесіндегі психологиялық қиындықтарды қай курстарда ең көп сезінгенін анықтауға бағытталған (диаграмма-8).

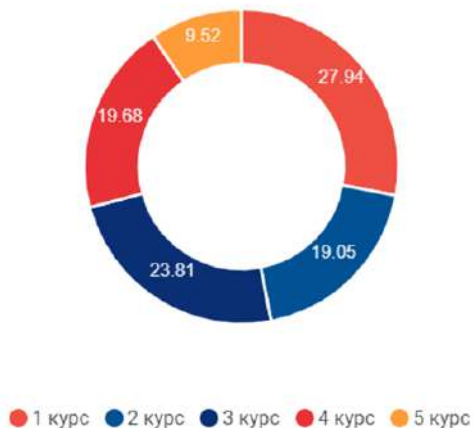


Диаграмма 8 - Студенттердің ментальды тұрғыда ең қиын кезеңі

Сауалнама нәтижелері бойынша, ең үлкен қиындықтар студенттердің 1-курста бастан өткеретінін көруге болады, бұл жауап берушілердің 27.94%-ын құрады. Бұл көрсеткіш студенттердің жаңа ортаға бейімделу процесінің күрделілігін айқын көрсетеді. Мектептегі білім беру жүйесінен университеттік оқу форматына көшу, академиялық талаптардың артуы, үйден алшақтық және әлеуметтік ортаға бейімделу қажеттілігі бірінші курс студенттері үшін ментальды ауыртпалықтарды арттырады. Мұндай кезеңде уақытты басқару қабілеті мен әлеуметтік қолдаудың жеткіліктілігі басты рөл атқарады.

2 курста студенттер арасында ментальды қиындықтарды сезінетіндер саны 19.05%-ды құрайды. Бұл бірінші курсқа қарағанда біршама төмен көрсеткіш студенттердің оқу ордасына бейімделгенін көрсетеді. Екінші курс кезеңінде студенттер алдыңғы тәжірибесіне сүйеніп, оқу жүктемесін тиімді басқаруға бейімделеді. Дегенмен, оқу бағдарламасының күрделене түсуі, жаңа жүйе бойынша оқу және клиникалық сабақтардың енгізілуі олардың стресстік жағдайларды толықтай жеңе алмауына ықпал етуі мүмкін.

3 курс кезінде студенттердің арасында ментальды қиындықтарды сезінетіндердің саны қайта артып, 23.81%-ды құрайды. Бұл кезеңде оқу бағдарламасының қиындауы және патологиялық сабақтардан жаңа білім алу студенттердің ментальды денсаулығына өз әсерін тигізеді. Сонымен қатар, болашақ мамандыққа қатысты сенімсіздік және кәсіби қабілеттілікке күмәндану секілді психологиялық мәселелер студенттер үшін қосымша стресстік факторға айналады. Үшінші курс студенттері жоғары академиялық талаптар мен жеке өмірдегі мәселелердің үйлесімсіздігін жиі сезінеді, бұл олардың эмоционалдық тұрақтылығын әлсіретеді.

Студенттердің 19.68%-ы 4 курста ментальды қиындықтарды сезінетінін көрсеткен. Бұл көрсеткіш алдыңғы курстармен салыстырғанда азайғанымен,



студенттердің оқу бағдарламасындағы күрделі пәндер мен клиникалық тәжірибе талаптарын еңсеруге мәжбүр болатынын білдіреді. Осы кезеңде студенттер өздерінің болашақ кәсібіне жақын қалғанын сезініп, мотивацияның жоғарылауы нәтижесінде психологиялық тұрақтылықты сақтайды. Дегенмен, емтихандар мен практикалық тапсырмалар әлі де студенттерге айтарлықтай қысым көрсетуі мүмкін.

9.52% студент 5 курста ментальды тұрғыдан ең қиын кезеңді осы курста өткергенін атап өткен. Бұл көрсеткіш төмен болғанымен, кәсіби дайындықтың аяқталуы, емтихандар және болашақ мамандыққа қатысты белгісіздік олардың психологиялық жүктемесін арттырады. 5-курс студенттері алдыңғы тәжірибелеріне сүйеніп, стрессті басқару және уақытты тиімді ұйымдастыру қабілеттерін айтарлықтай жетілдіргенімен, кәсіби талаптардың жоғарылауы мен бәсекелестік қысымы олардың ментальды денсаулығына әсер етуі мүмкін.

Жалпы алғанда, сауалнама нәтижелері студенттердің ментальды қиындықтарды әртүрлі курстарда әртүрлі деңгейде сезінетінін көрсетті. 1 және 3 курс кезеңдері ең қиын уақыт ретінде анықталды, бұл жаңа ортаға бейімделу және күрделі клиникалық сабақтарға жауап беру қажеттілігімен түсіндіріледі. Ал 2 және 4, 5 курстарда студенттердің бейімделу тәжірибесі олардың психологиялық қиындықтарын біршама жеңілдетеді. Бірақ, медицина саласында білім алу үнемі үлкен көлемдегі ақпаратты игеруді, жоғары деңгейдегі жауапкершілікті және күнделікті оқу міндеттерін орындауды талап етеді. Студенттер оқу жоспарының күрделілігімен және уақыт тапшылығымен жиі бетпе-бет келеді.

Зерттеу барысында медициналық студенттер арасында стрессті жеңілдету үшін ең тиімді әдістерді анықтау мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижелері негізінде студенттердің стресс деңгейін төмендету үшін қолданатын негізгі стратегиялары мен олардың арасында ең танымал әдістер анықталды (диаграмма-9).

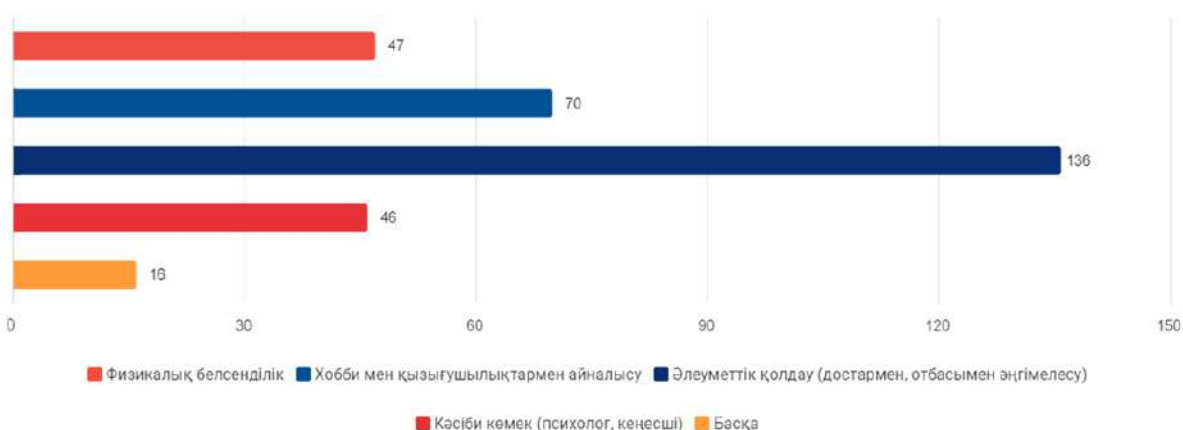


Диаграмма 9 - Студенттердің стресс деңгейін төмендету стратегиялары

Нәтижелерге сәйкес, студенттердің 43,17%-ы (136 адам) стрессті жеңілдетудің ең тиімді әдісі ретінде әлеуметтік қолдауды, яғни достармен немесе отбасымен әңгімелесуді таңдаған. Бұл көрсеткіш студенттердің әлеуметтік байланыстарының маңыздылығын көрсетеді. Адамдар қиын жағдайда эмоционалды қолдауды жиі өздерінің жақын ортасынан іздейді, себебі бұл әдіс сенім мен түсіністікке негізделген.

Әлеуметтік қолдаудың танымал болуы студенттердің психологиялық тұрақтылығын сақтауда маңызды рөл атқарады.

Екінші орында 22,22%-ды (70 адам) құраған хобби және қызығушылықтармен айналысу әдісі орналасқан. Бұл әдіс студенттердің бос уақытын тиімді өткізуге және өздеріне ұнайтын істермен шұғылдануға деген ұмтылысын көрсетеді. Хобби арқылы адам өзінің күнделікті стресінен алшақтап, эмоционалды жағдайын жақсартады. Әсіресе, өнер, музыка, сурет салу немесе спорт сияқты белсенділіктер арқылы студенттер өздерін еркін сезініп, ментальды денсаулығын қалпына келтіреді. Медицина студенттерінің оқу жүктемесі жоғары болғандықтан, хобби сияқты шығармашылық белсенділіктер олардың психологиялық саулығын сақтауға көмектеседі.

Физикалық белсенділікке басымдық бергендер саны 14,92%-ды (47 адам) құрады. Физикалық жаттығулардың стрессті төмендетудегі тиімділігі жоғары, себебі ол эндорфиндердің бөлінуіне ықпал етеді, бұл өз кезегінде адамның көңіл-күйін жақсартады. Жүгіру, йога, фитнес немесе серуендеу сияқты әрекеттер денені сергітіп қана қоймай, психологиялық тұрғыда демалуға мүмкіндік береді. Бұл әдіс әсіресе күнделікті ұзақ уақыт бойы оқу немесе клиникалық тәжірибеден шаршаған студенттер үшін өте пайдалы.

Кәсіби көмекке, яғни психологпен немесе кеңесшілермен жұмыс жасауға басымдық берген студенттер саны 14,6%-ды (46 адам) құрады. Бұл көрсеткіш қазіргі уақытта кәсіби психологиялық көмекке деген көзқарастың оңтайлы өзгеріп келе жатқанын көрсетеді. Көптеген студенттер өз мәселелерімен жалғыз қалмай, арнайы мамандардан көмек алуды дұрыс санайды. Кәсіби психологтардың немесе кеңесшілердің көмегі арқылы студенттер стресс деңгейін азайтып, өздеріне қажетті психологиялық қолдау алады. Алайда бұл көрсеткіш салыстырмалы түрде төмен.

Сауалнама нәтижесінде 5,08%-ды (16 адам) құрайтын «басқа» әдістер көрсетілген. Бұл санатқа студенттер өздерінің жеке тәсілдерін, яғни медитация, кітап оқу, музыка тыңдау, табиғатқа шығу, ұйықтау сияқты әрекеттер енгізілген. Бұл әдістердің ерекшелігі – әр адамның өзіндік психологиялық ерекшеліктеріне бейімделген тәсілдерді қолдануында. Әрбір студент өзіне тиімді тәсілді таңдауда еркіндікке ие, бұл олардың стресс деңгейін төмендету үшін қолданатын әдістерінің әртүрлілігін көрсетеді.

Жалпы алғанда, сауалнама нәтижелері медициналық студенттердің стресс деңгейін төмендету үшін түрлі әдістерді қолданатынын көрсетті. Студенттердің басым бөлігі эмоционалды қолдау мен әлеуметтік байланыстарға сенім артады. Бұл олардың жақын ортасының маңыздылығын және адамдар арасындағы қарым-қатынастың рөлін көрсетеді. Сонымен қатар, хобби мен физикалық белсенділік сияқты әдістер де студенттердің стресін азайтуда айтарлықтай маңызды болып табылады.

Кәсіби психологиялық көмек – ментальды денсаулықты жақсарту және стресстік жағдайлармен тиімді күресу үшін қолжетімді және сенімді құрал. Психологтар мен психотерапевттер адамның эмоционалды жағдайын, оның себептерін анықтап, оларға шешім табуға көмектеседі. Бұл студенттерге өзін-өзі тануға, ішкі күш-қуаттарын дұрыс пайдалануға және өмірлік қиындықтарды жеңуге мүмкіндік береді. Студенттердің кәсіби көмекке жүгінуін зерттеу ментальды денсаулықтың жағдайын

терең түсінуге және оның негізгі аспектілерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл талдау ментальды денсаулық мәселелерінің кең таралуы, олардың ауырлығы, сондай-ақ студенттердің эмоционалдық және психологиялық қажеттіліктері туралы құнды мәлімет береді.

Сауалнамада осы көрсеткішке байланысты студенттерге «Стрессті басқару үшін кәсіби көмекке жүгінгенсіз бе?» сұрағы қойылды. Оның ішінде 92 студент (29,21%) кәсіби көмекке жүгінгенін, ал 223 студент (70,79%) кәсіби көмекке жүгінбегенін көрсеткен (диаграмма-10).

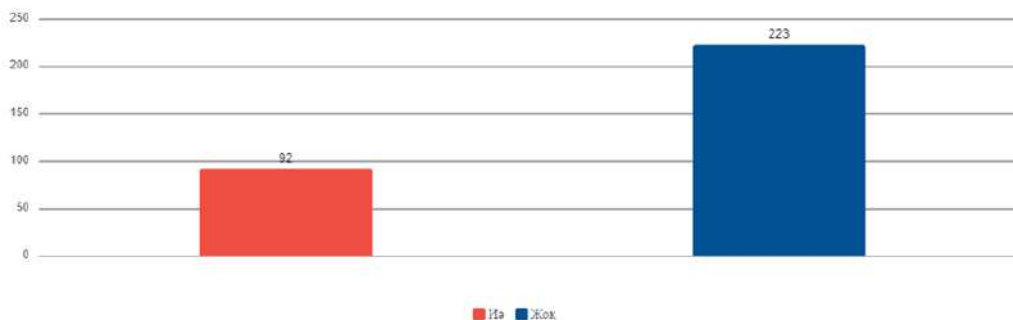


Диаграмма 10 - Студенттердің стрессті басқару үшін кәсіби көмекке жүгінуді

Бұл нәтижелер медициналық студенттердің басым бөлігінің стрессті басқаруда кәсіби көмекке жүгінуден бас тартатынын көрсетеді. Мұның бірнеше ықтимал себебі бар. Біріншіден, психологиялық көмекке деген қоғамдағы стигматизацияның әсері болуы мүмкін. Көптеген студенттер кәсіби көмекке жүгінуді әлсіздік немесе жеке мәселелерді өз бетімен шеше алмау ретінде қабылдайды. Екіншіден, студенттер арасында кәсіби көмекке қолжетімділік мәселесі туындауы мүмкін. Психологтардың немесе кеңесшілердің қызметі кей жағдайларда қаржылық тұрғыдан немесе уақыт жағынан қолжетімсіз болуы ықтимал. Сонымен қатар, студенттердің жеке себептері де әсер етуі мүмкін. Мысалы, кейбір студенттер өздерін сенімді сезінбей, жеке мәселелерін басқа адаммен бөлісуге дайын емес болуы мүмкін. Сондай-ақ, медициналық студенттер стрессті басқару үшін әлеуметтік қолдауға немесе өзін-өзі реттеу әдістеріне (мысалы, физикалық белсенділік, хобби) басымдық беруі ықтимал, бұл олардың кәсіби көмекке жүгінуді төмендетеді. Кәсіби көмекке жүгінбеген студенттер өздерінің ментальды денсаулығын немесе оқу жағдайын басқару үшін көбінесе жеке жауапкершілік алады. Бұл олардың университет жағдайын бағалауға қатысты белсенді көзқарасын қалыптастырады, олар өздерін неғұрлым жауапты әрі тәуелсіз сезінеді. Олар өз күштерімен оқу жүктемесін реттеуге, әлеуметтік және академиялық қиындықтарды шешуге тырысады, бұл олардың жеке дамуына әсер етеді.

Кәсіби көмекке жүгінген 29,21%-дық көрсеткіш бұл тәсілдің әлі де танымал бола бастағанын көрсетеді. Бұл студенттердің белгілі бір бөлігі стрессті басқаруда психологтар мен кеңесшілердің көмегінің тиімділігін мойындайтынын білдіреді. Психологиялық көмек мамандары студенттерге эмоционалдық қолдау көрсетіп, олардың мәселелерін ғылыми негізде шешуге ықпал етеді. Көрсеткіштерді бақылау ментальды денсаулықтың жалпы динамикасын түсінуге мүмкіндік береді. Бұл

университеттің оқу жүктемесі, пандемия, экономикалық жағдай сияқты сыртқы факторлардың студенттерге қалай әсер ететінін бағалауға көмектеседі.

### Қорытынды

Медицина университетінің студенттері жоғары психологиялық жүктеме, академиялық талаптар мен болашақ кәсіби міндеттерге байланысты ерекше назар аударуды қажет ететін топты құрайды. АстМУ студенттерінің ментальды денсаулығы жалпы алғанда қанағаттанарлық деңгейде деп бағаланғанымен, зерттеу барысында кейбір мәселелердің бар екені анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, медицина университетінің студенттері өздерінің психологиялық жағдайында уақытша қиындықтар мен қысым сезінгенімен, олар әдетте осындай қиындықтарға қарсы тұра алады.

Студенттердің көпшілігі емтихан кезеңдерінде психологиялық стрессті сезінетіні белгілі. Бұл стресс көбінесе академиялық жүктемемен, уақыт тапшылығымен және оқу барысындағы жауапкершіліктің артуымен байланысты. Емтихан алдындағы қорқыныш пен қобалжу сияқты симптомдар студенттер арасында кең таралған, бұл олардың психикалық жай-күйіне уақытша әсер етеді. Дегенмен, бұл әсерлер әдетте өтпелі және оқу жылдары бойы студенттер бұл жағдаймен біртіндеп бейімделеді.

Сонымен қатар, қаржылық жағдай мен отбасылық мәселелер де студенттердің психологиялық денсаулығына әсер ететін факторлар болып табылады. Қаржылық қиындықтар мен отбасылық қысымдар кейбір студенттердің өміріне теріс ықпал етуі мүмкін, бірақ олардың көпшілігі осы мәселелермен күресіп, психологиялық тұрақтылықты сақтап қалуға тырысады.

Студенттердің жалғыздық сезімі де маңызды фактор болып табылады. Университеттерде оқитын студенттердің көбісі отбасынан алыста тұрады, бұл олардың әлеуметтік қарым-қатынас деңгейіне әсер етуі мүмкін. Алайда, бұл сезім көптеген студенттер үшін уақытша сипатта болады, өйткені олар университеттік ортада жаңа достар мен қарым-қатынастар қалыптастыру мүмкіндігін табады.

Жалпы алғанда, студенттердің ментальды денсаулық жағдайы орташа, бірақ олардың психологиялық әл-ауқатына әсер ететін факторлар бар. Олар негізінен қысқа мерзімді стресстер мен қиындықтармен шектеледі. Студенттердің көпшілігі осы қиындықтармен өз бетінше күресуге қабілетті және уақыт өте келе осы қиындықтарды жеңіп, психологиялық тұрғыдан нығая түседі. Алайда, ментальды денсаулықты сақтау үшін университеттер мен білім беру мекемелері студенттерге қолдау көрсету шараларын күшейтуі, психологиялық кеңес беру қызметтерін ұсынуы және стресс басқару дағдыларын дамытуға ықпал етуі маңызды. Зерттеу нәтижелері бойынша, студенттердің ментальды денсаулығын жақсарту үшін бірнеше ұсыныстар жасалды:

Университеттер академиялық жүктемені реттеп, студенттердің уақытын тиімді пайдалануға мүмкіндік беруі қажет. Оқу бағдарламаларын қайта қарап, студенттердің оқу жүктемесін теңестіру маңызды. Сонымен қатар, уақытты басқару дағдыларын дамыту бойынша тренингтер ұйымдастыру студенттердің стрессті басқаруына көмектеседі.

Психологиялық кеңес беру қызметтерін ұсыну және студенттердің психологиялық сауаттылығын арттыру маңызды. Сондай-ақ психологиялық

тренингер мен семинарлар өткізу студенттердің эмоционалдык әл-ауқатын жақсартады.

Қазіргі уақытта АстМУ студенттерінің ментальды және физикалық белсенділігі мен денсаулығын нығайтуға арналған көп жұмыстар жасалынды. Медицина студенттері үшін спорттық секциялар және фитнес орталықтары құрылды, қаржылық қолдау мақсатында, стипендиялар түрлері мен саны артты. Студенттердің бос уақытын тиімді ұйымдастыру негізінде мәдени және спорттық іс-шаралар өткізіледі, студенттердің қызығушылықтарына сәйкес үйірмелер құрылды. Ең маңыздысы, студенттердің пікірін ескеру мақсатында, әртүрлі кешенді тәсілдер жасалынды. Бұл ұйымдастырылған шаралардың барлығы студенттердің ментальды денсаулығын жақсартып, психологиялық жағдайын арттырып, олардың оқу үлгерімін және жалпы өмір сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. World Health Organisation (2022). Mental health. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
2. Бонкало Т. И., Полякова О. Б. Ментальное здоровье // Дайджест научное электронное издание. – 2023 Москва. ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ».
3. Из чего состоит психическое здоровье? 16 признаков, что у вас все в порядке. Website/ [Cited 9 April 2020]. Available from URL: <https://dszn.ru/press-center/news/3296>
4. Абдрашитов Р.Т., Абакаров А.М., Кубекова А.С. Психологическое состояние студентов в условиях выхода из самоизоляции // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2020. Т. 9. № 4-1. С. 98–105. DOI:10.34670/AR.2020.25.61.011 [Abdrashitov R.T., Abakarov A.M., Kubekova A.S. The psychological state of students in conditions of exit from self-isolation. Psihologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya. 2020. T. 9. № 4-1. Pp. 98–105. DOI: 10.34670/AR.2020.25.61.011 (In Rus.)]
5. Володина К.А., Рагулина А.А., Русяева И.А. Психологическое состояние студентов в условиях дистанционного обучения в период пандемии COVID-19 // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. 2022. Т. 10. № 1 (36). С. 59–72. [Volodina K.A., Ragulina A.A., Rusyaeva I.A. The psychological state of students in distance learning during the COVID-19 pandemic. Personality in a Changing World: Health, Adaptation, Development. 2022. Vol. 10, No. 1 (36). Pp. 59–72 (In Rus.)]
6. Захаренко Н.А., Клочкова А.В. Дистанционное образование в высшей школе: за и против // Вестник Московского университета. Серия 11: Право. 2020. № 4. С. 80–95. [Zakharenko N.A., Klochkova A.V. Distance education in higher education: Pros and cons. Moscow University Bulletin. Series 11. Law. 2020. No. 4. Pp. 80–95. (In Rus.)]
7. Жесткова Н.А. Сущность и структура понятия «психологическое здоровье человека» // Вестник пермского университета. – 2018. – Вып 3 (35). – С. 384–392.
8. Жигинас Н.В., Семке В.Я. Психическое здоровье студентов. – Томск: ТГПУ, 2009. – 179 с.
9. Каунова Е.В. Здоровье современной молодежи как ментальная проблема // Система ценностей



10. Зимулина Г.Д. Проблема психологического здоровья студентов // Психология, социология и педагогика. 2015. № 9 URL: <https://psychology.snauka.ru/2015/09/5817>

**Жылкайдаров Нурбек Канатович**

Магистрант 2 курса

КазНПУ им. Абая

(г. Алматы, Казахстан)

**Научный руководитель:** Жадраева Лариса Уштановна

## **МЕЖПРЕДМЕТНАЯ СВЯЗЬ ГЕОМЕТРИИ И ГЕОГРАФИИ**

**Аннотация:** В данной статье рассматривается методика реализации межпредметных связей между геометрией и географией в процессе обучения. Особое внимание уделяется использованию геометрических понятий и методов для анализа картографических объектов, географических координат, масштабов и форм рельефа. Описаны примеры применения геометрии в географии, позволяющие развивать пространственное мышление учащихся и повышать их интерес к изучению обеих дисциплин.

**Ключевые слова:** геометрия, география, межпредметные связи, картография, масштаб, координаты, пространственное мышление, методика обучения, интеграция дисциплин.

**Введение** Современное образование стремится к интеграции знаний, что делает межпредметные связи важным элементом обучения. Геометрия и география представляют собой дисциплины, имеющие тесную взаимосвязь, поскольку обе оперируют пространственными характеристиками объектов. Включение геометрических методов в изучение географии позволяет учащимся глубже понимать принципы картографии, навигации и анализа рельефа местности.

**Геометрические принципы в картографии и геодезии** Геометрия является основой для многих разделов географии, включая картографию, геодезию и метеорологию. Например, при построении карт используются принципы масштабирования и преобразования фигур. Если карта имеет масштаб 1:100 000, то расстояние в 1 см на карте соответствует 1 км на местности. Это помогает ученикам применять знания о пропорциях и подобии фигур на практике.

Другой важный пример – определение высоты гор с помощью тригонометрии. Если известен угол наклона местности и расстояние до подножия горы, можно вычислить её высоту, используя формулу.

$$h = dx \tan a$$

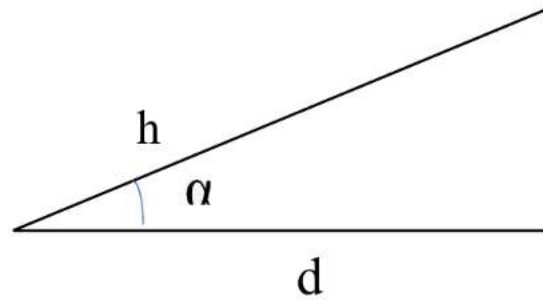


Рис. 1 - Определение высоты объекта

Этот метод применяют геодезисты при проведении топографических съёмок, что делает его полезным для изучения на уроках. Кроме того, геометрические расчёты используются в проектировании и строительстве мостов, плотин и дорог, что делает обучение более прикладным и связанным с реальными инженерными задачами.

**Практическое применение геометрии в анализе рельефа** При анализе рельефа местности используются контурные карты, где линии соединяют точки с одинаковой высотой. Интерпретация таких карт требует знания о графических представлениях геометрических понятий. Например, если линии близко расположены друг к другу, значит, склон местности крутой, а если далеко – он пологий.

Ученики могут строить профили местности, используя данные контурных карт, что позволит им анализировать особенности рельефа и прогнозировать эрозионные процессы. В географической науке широко применяются методы интерполяции и экстраполяции, которые опираются на геометрические и математические закономерности. Например, при анализе водоразделов можно использовать метод построения треугольных сеток для моделирования склонов и оврагов. Это помогает в прогнозировании паводков и оценки эрозии почв.

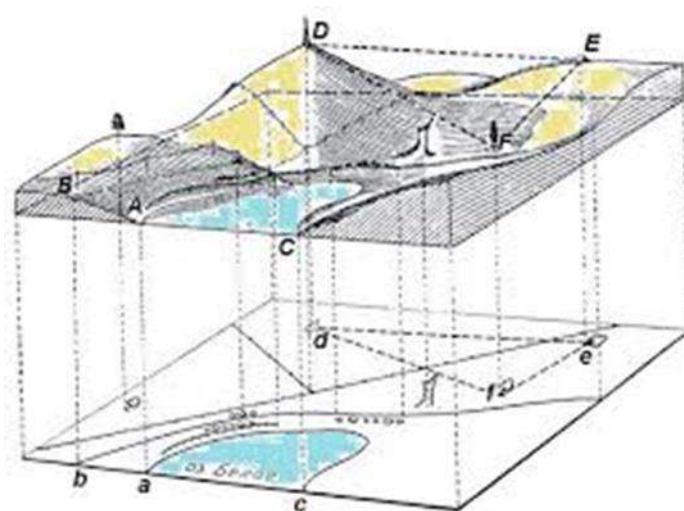


Рис. 2 - Моделирования склонов и оврагов

Геометрические методы также применяются в исследовании погодных явлений. Например, атмосферные фронты представляют собой геометрические поверхности,

определяющие границы между разными воздушными массами. Анализ их движения и наклона позволяет прогнозировать погодные изменения. Таким образом, включение геометрии в изучение географии даёт учащимся возможность анализировать природные явления с математической точки зрения.

**Применение геометрических методов в географической навигации** В географии широко используются геометрические методы определения расстояний, направлений и координат. Например, метод триангуляции, основанный на измерении углов между тремя известными точками, применяется для определения местоположения объектов. Этот метод используется в системах GPS и картографических приложениях.

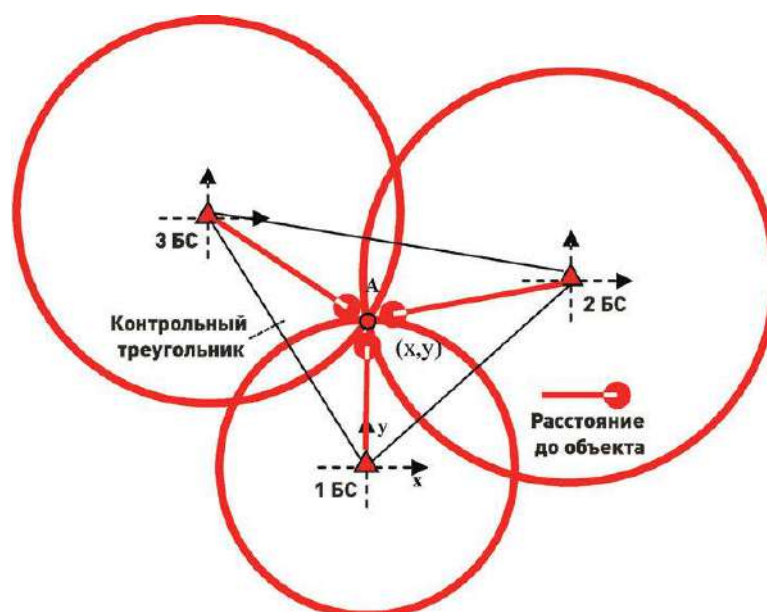


Рис. 3 - Принцип работы системы GPS и картографических приложений

Для учеников полезно моделировать ситуации навигации, решая задачи, в которых необходимо определить кратчайший путь между двумя точками с учётом местных препятствий. Такие задачи позволяют наглядно понять принципы работы геометрии в реальных условиях. Например, при анализе маршрута туриста в горах можно использовать принципы оптимизации, включая построение геодезических линий на картах с различными видами проекций.

Геометрия также применяется в морской и авионавигации. Для определения маршрутов полётов самолётов и движения судов учитываются сферические тригонометрические расчёты. Например, маршрут корабля по глобусу чаще всего представляет собой не прямую линию, а дугу, соответствующую ортодромии — кратчайшему расстоянию между двумя точками на сфере. Это объясняет, почему самолёты, летящие из Европы в Америку, часто пролетают через северные регионы.

Кроме того, важной темой является солнечная геометрия, используемая для расчёта продолжительности светового дня, углов падения солнечных лучей на поверхность Земли в зависимости от широты. Это имеет прямое отношение к изучению климата, прогнозированию температуры и даже планированию сельскохозяйственных работ.

**Заключение** Интеграция геометрии и географии в школьном обучении способствует развитию пространственного мышления, аналитических навыков и межпредметных компетенций учащихся. Практическое применение математических методов в географии позволяет повысить интерес к изучению обеих дисциплин и подготовить учащихся к решению реальных задач, связанных с пространственным анализом. Связь геометрии и географии выходит далеко за рамки школьного курса, формируя важные навыки, которые могут быть полезны в профессиональных сферах — от архитектуры и инженерии до картографии и метеорологии.

#### **Список литературы:**

Бирюков, В. В. "Межпредметные связи в обучении математике и географии". – М.: Просвещение, 2019.

Карпенко, О. Н. "Геометрия и картография: основы интеграции в школьном курсе". – СПб.: Лань, 2021.

Смирнов, А. П. "Пространственное мышление в обучении: математические и географические аспекты". – Казань: Академия наук, 2020.

Попов, В. Г. "Геометрия в природе и науке". – Екатеринбург: Уральский университет, 2018.

Кузнецов, И. П. "Математические методы в географии". – Новосибирск: Академкнига, 2017.



## ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – TECHNICAL SCIENCE

УДК 347.1

**Abdrakhmanov Bakdaulet Nurlanuly**

Master's degree in Computer Science and Engineering

Astana IT University

(Astana, Kazakhstan)

### DETECTION OF MALICIOUS FILES USING STATIC ANALYSIS AND MACHINE LEARNING

**Abstract:** Malware detection remains a critical challenge in modern cybersecurity, with traditional signature-based and heuristic methods struggling to adapt to rapidly evolving threats. This study presents a machine learning-based approach for malware detection using static file analysis. A dataset of 2,164 files (1,082 benign and 1,082 malicious) were collected, and metadata features such as file permissions, cryptographic hashes, imported libraries, and API calls were extracted. Various machine learning models, including Random Forest, SVM, XGBoost, CNN, and an ensemble classifier, were trained and evaluated. The ensemble model achieved the highest accuracy (97.2%), outperforming individual classifiers. The results demonstrate that static analysis combined with ML techniques provides an efficient and scalable malware detection method. While the approach effectively classifies known malware, challenges remain in detecting obfuscated threats. Future work includes integrating dynamic analysis and improving model robustness against adversarial attacks to enhance detection accuracy.

**Keywords:** Malware detection, static analysis, machine learning, artificial intelligence, cybersecurity, XGBoost, convolutional neural network, ensemble learning, adversarial attacks.

#### **Introduction**

##### *Relevance of the Problem*

The rapid increase in malware variants and their evolving complexity pose significant challenges to modern cybersecurity. Traditional malware detection methods, such as **signature-based and heuristic approaches**, have become less effective due to the emergence of polymorphic, metamorphic, and zero-day malware. Signature-based methods rely on predefined patterns, making them ineffective against novel malware that has not been previously identified [8]. Heuristic-based approaches attempt to detect suspicious behavior but often produce high false positive rates, limiting their reliability in real-world applications [3].

To address these limitations, **machine learning (ML) and artificial intelligence (AI) techniques** have been increasingly applied to malware detection. ML-based methods analyze large datasets of both benign and malicious files to identify complex patterns that distinguish them. Unlike traditional approaches, ML models can generalize across different malware families, improving detection accuracy and adaptability to new threats [4]. Additionally,

static analysis, which extracts meaningful features from files without execution, presents a computationally efficient alternative to dynamic analysis, making it a suitable choice for large-scale malware detection [6].

### *Objective of the Study*

The primary objective of this study is to develop a **static analysis-based malware detection method using machine learning**. By leveraging file metadata and structural characteristics, we aim to classify files as either benign or malicious with high accuracy. Unlike dynamic analysis, static analysis does not require execution, reducing resource consumption while still providing valuable insights into a file's potential threats [2].

### *Main Tasks*

To achieve this goal, the following key tasks were undertaken:

1. **Identification of Informative Metadata** – Selection of relevant file attributes, including file permissions, cryptographic hashes, imported libraries, and compiler information, to facilitate malware classification [5].
2. **Dataset Creation** – Collection and preprocessing of a dataset consisting of **1,082 benign and 1,082 malicious files**, ensuring a balanced and diverse training set for ML models [1].
3. **Training and Evaluation of ML/DL Models** – Implementation of various machine learning and deep learning techniques, such as **Random Forest, SVM, XGBoost, and CNN**, to assess their effectiveness in malware detection [7].

### *Structure of the Paper*

The remainder of this paper is structured as follows: **Section 2** reviews existing work on ML-based malware detection. **Section 3** describes the methodology, including dataset collection, feature selection, and model training. **Section 4** presents the experimental results and model comparisons. **Section 5** discusses the implications, challenges, and future research directions. Finally, **Section 6** concludes the study.

### **Related Work**

#### *Overview of Existing Malware Detection Methods*

Various approaches have been developed for malware detection, each with its advantages and limitations in practical applications.

1. **Signature-Based Analysis:** Signature-based methods are widely used in traditional antivirus systems due to their **efficiency and low computational cost**. However, they struggle with detecting **new, obfuscated, or polymorphic malware**, as signatures must be updated continuously to recognize emerging threats [8]. This limitation makes them unsuitable as a standalone solution for modern malware detection systems.

2. **Dynamic Analysis:** Dynamic analysis executes files in a controlled environment to observe their **runtime behavior**, identifying malicious activities such as unauthorized network connections or system modifications [2]. While effective against zero-day malware, this approach is **resource-intensive and time-consuming**. Additionally, sophisticated malware can employ **anti-sandbox techniques** to evade detection, reducing its overall reliability in large-scale security frameworks [6].

3. **Machine Learning for Malware Detection:** Machine learning offers a promising alternative by extracting **patterns from large datasets** rather than relying on predefined signatures or behavioral rules. Unlike traditional methods, ML-based approaches

can generalize across **previously unseen threats**, making them more adaptable to evolving malware landscapes [4]. Static analysis, in particular, benefits from ML by leveraging file metadata and structural features to classify malware **without execution**, reducing computational overhead compared to dynamic approaches [5].

#### *Existing ML-Based Approaches for Malware Detection*

Several ML models have been widely explored for malware detection, each offering different trade-offs in terms of accuracy, interpretability, and computational cost:

- **Random Forest (RF) and XGBoost:** These ensemble-based models are well-suited for structured datasets with numerical features, making them **effective for static analysis of malware metadata**. They provide high accuracy but lack interpretability, which limits their applicability in forensic investigations [3].
- **Support Vector Machines (SVM):** While SVM can effectively classify malware based on extracted features, it struggles with large datasets and requires extensive feature engineering to achieve optimal performance [7].
- **Convolutional Neural Networks (CNNs):** Deep learning models, particularly CNNs, have been applied to **malware classification using raw binary data** or byte-sequence representations. Although they achieve state-of-the-art accuracy, they are computationally expensive and lack transparency, making them harder to integrate into security systems requiring explainability [1].

#### *Conclusion*

Considering the strengths and weaknesses of existing approaches, an **optimal malware detection system should leverage a combination of static analysis and ML-based classification**. This hybrid approach balances **efficiency, accuracy, and scalability**, making it a promising direction for improving malware detection methodologies [5].

#### **Methodology**

##### *Selection of Metadata for Analysis*

To develop an effective **static malware detection model**, we selected **19 metadata features** from each file, ensuring they provide sufficient **discriminative power** for classification. These features include **file permissions, user and group identifiers (UID, GID), file size, timestamps (creation, modification, access), cryptographic hashes (MD5, SHA-256), file type, imported libraries, exported functions, PE file sections, entry point, compiler version, suspicious imports (e.g., WinExec, ShellExecute), VirusTotal status, and byte-level statistics** (mean and standard deviation) [5].

The selection was based on **practical relevance** in malware analysis. Features like **file permissions and access timestamps** help detect unauthorized system modifications. **Cryptographic hashes** assist in identifying known malware variants, while **imported libraries and function calls** reveal suspicious API usage often associated with malicious behavior. **Byte distribution metrics** further aid in distinguishing obfuscated malware from benign software [8].

##### *Data Collection Process*

A dataset of **2,164 files** was compiled, consisting of **1,082 benign** and **1,082 malicious** samples. Malicious files were sourced from publicly available malware repositories, while benign files included commonly used system binaries and software executables [6].

To extract the selected metadata, a **custom Python script** was developed using the **os**, **hashlib**, **pefile**, and **pandas** libraries. This script automated feature extraction and stored the collected attributes in a structured dataset for model training and evaluation [3].

#### *Selection of Machine Learning Models*

Several ML and deep learning models were chosen for evaluation based on their suitability for static malware classification:

- **Random Forest (RF) & XGBoost** – Effective for structured tabular data, providing strong classification performance with built-in feature importance analysis.
- **Support Vector Machine (SVM)** – Applied for comparison, though it may struggle with high-dimensional feature sets.
- **Convolutional Neural Network (CNN)** – Utilized for **pattern recognition in binary sequences**, allowing deep learning-based feature extraction from raw file structures.
- **Ensemble Model** – A combination of multiple classifiers (VotingClassifier) to enhance detection accuracy and reduce biases inherent in individual models [2].

These models were selected based on their **historical performance in malware detection** and their ability to process static file attributes effectively [1].

#### *Data Preprocessing*

Before training, several preprocessing steps were applied:

1. **Handling Missing Data** – Columns with more than **50% missing values** were removed, while remaining gaps were imputed using the mean value of respective features [7].
2. **Feature Selection** – Low-variance and redundant features were eliminated to improve model efficiency.
3. **Normalization & Scaling** – Feature values were standardized using **StandardScaler**, ensuring consistent data distribution for ML algorithms.
4. **Class Balancing** – Since the dataset was already balanced (50% malware, 50% benign), no additional resampling was required.

These preprocessing techniques ensured that the dataset was optimized for training without introducing biases or inconsistencies [4].

#### *Data Splitting and Training Strategy*

The dataset was split into **80% training and 20% testing subsets** to ensure a robust evaluation. Additionally, **Stratified K-Fold Cross-Validation (10 folds)** was applied to mitigate overfitting and ensure models generalize well across different malware variants [6].

Each model was trained and tested under the same conditions, allowing for a **fair performance comparison**. Evaluation metrics such as **accuracy, precision, recall, F1-score, and confusion matrices** were used to assess their effectiveness in malware classification [8].

### **Experimental Results**

#### *Model Training and Performance Evaluation*

To evaluate the effectiveness of different machine learning models for **static malware detection**, multiple classifiers were trained on the extracted file metadata. Each model was optimized using **10-fold Stratified Cross-Validation**, and performance was measured based on **accuracy, precision, recall, and F1-score**.

1. **Convolutional Neural Network (CNN)** – The CNN model was trained for **15 epochs** with a **batch size of 32**, achieving a **final accuracy of 94.5%**. The model showed strong performance in identifying complex feature patterns, particularly in byte-level distributions, but required significantly higher computational resources compared to traditional ML classifiers [1].

2. **Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), and XGBoost** – Among traditional ML models, **XGBoost achieved the highest accuracy (97.0%)**, followed by **Random Forest (93.1%)** and **SVM (89.8%)**. While RF and XGBoost handled tabular data effectively, **SVM struggled with high-dimensional feature sets**, making it less suitable for large-scale classification tasks [2].

3. **Ensemble Model (VotingClassifier)** – By combining multiple classifiers (RF, XGBoost, CNN), the **ensemble model achieved the highest detection accuracy of 97.2%**, demonstrating the advantage of integrating diverse learning paradigms to enhance robustness [3].

### *Comparative Analysis of Models*

**Table 1 – Performance Metrics of Machine Learning Models for Malware Detection**

Model	Accuracy (%)	Precision	Recall	F1-Score
CNN	94.5	0.95	0.94	0.94
Random Forest	93.1	0.94	0.92	0.93
SVM	89.8	0.90	0.88	0.89
XGBoost	97.0	0.97	0.96	0.97
Ensemble Model	<b>97.2</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>

This comparison highlights that while **CNN performed well, it was computationally expensive**. XGBoost and RF were **effective for structured feature-based classification**, whereas **SVM underperformed**, particularly with high-dimensional features [4]. The **ensemble model outperformed individual classifiers**, confirming that a hybrid approach provides **better generalization and detection accuracy** [5].

### *Key Observations*

Several insights were derived from model performance analysis:

- **CNN exhibited strong accuracy (94.5%)** but was computationally intensive, requiring **longer training times and more GPU resources**. This makes it less practical for real-time malware detection [6].

- **XGBoost and Gradient Boosting** emerged as the most **balanced classifiers**, offering high accuracy (97.0%) while maintaining computational efficiency. These models effectively processed **tabular metadata features**, making them suitable for large-scale malware classification [7].

- **SVM struggled with feature dimensionality**, particularly when handling high-dimensional static analysis features. This resulted in a lower classification performance (89.8%), making it less effective for this specific task [8].



- **The ensemble model (VotingClassifier) outperformed all individual classifiers**, demonstrating the benefit of leveraging multiple algorithms to enhance detection accuracy. By integrating RF, XGBoost, and CNN, it mitigated the weaknesses of individual models while **maximizing predictive performance** [3].

#### *Misclassification Analysis (False Positives & False Negatives)*

Despite high overall accuracy, misclassification errors were analyzed to understand model limitations:

1. **False Positives (FP)** – Certain **legitimate files were misclassified as malware**, particularly software with complex dependencies or obfuscated code structures. This issue was more frequent in **Random Forest and SVM**, which lacked deep feature extraction capabilities [2].

2. **False Negatives (FN)** – Some **obfuscated malware samples were not detected**, as adversarial techniques masked key static indicators. CNN and ensemble models reduced FN cases compared to RF and SVM, but **advanced malware with sophisticated obfuscation techniques** still posed challenges [4].

#### *Summary of Findings*

- **Ensemble models achieved the highest accuracy (97.2%)**, demonstrating the effectiveness of combining different learning paradigms.

- **XGBoost provided the best trade-off between accuracy and computational efficiency**, making it an optimal choice for large-scale malware detection.

- **CNN performed well but required significant computational resources**, limiting its practical application in real-time systems.

- **False negatives remain a challenge**, particularly for highly obfuscated malware, indicating a need for **hybrid approaches** that integrate **dynamic analysis**.

#### **Discussion**

##### *Advantages of the Proposed Approach*

The results demonstrate that **static malware detection using ML models** is a viable alternative to traditional antivirus solutions. Several key advantages were observed:

1. **High Detection Accuracy** – The **ensemble model (VotingClassifier) achieved 97.2% accuracy**, outperforming individual classifiers and proving the effectiveness of combining multiple ML approaches for robust malware detection [1].

2. **No Need for File Execution** – Unlike dynamic analysis, **static analysis does not require running a file**, making it **more efficient and less resource-intensive** for large-scale malware scanning systems [3].

3. **Integration with SIEM and Automated Security Systems** – The extracted metadata features can be easily incorporated into **Security Information and Event Management (SIEM) systems**, allowing real-time **threat monitoring and automated response mechanisms** [6].

These benefits make **ML-based static analysis a scalable and effective** malware detection solution, particularly for real-world enterprise security environments.

##### *Limitations*

Despite its advantages, the proposed approach has some limitations:

1. **Inability to Detect Highly Obfuscated Malware** – Static analysis relies on extracting metadata features from files, which can be manipulated using **packing**,

**encryption, and obfuscation techniques.** This makes it difficult to detect advanced polymorphic and metamorphic malware **without additional behavioral analysis** [2].

2. **Computational Overhead for Deep Learning Models** – While CNN demonstrated high accuracy, it **requires significant computational resources**, making it less practical for real-time deployment in large-scale malware detection pipelines [4].

3. **Vulnerability to Adversarial Attacks** – ML models can be **bypassed using adversarial samples**, where malware authors craft files specifically designed to evade detection by modifying subtle but critical feature patterns [5]. This remains a major challenge in deploying AI-based security systems in production environments.

To **overcome these limitations**, further research is needed to **enhance model robustness against evasion techniques** and reduce computational costs for deep learning-based detection.

#### *Future Directions*

To improve malware detection accuracy and enhance the reliability of ML-based systems, the following areas should be explored:

1. **Hybrid Static + Dynamic Analysis** – Combining **static metadata features with behavioral indicators from dynamic analysis** can significantly improve detection rates, especially for obfuscated malware [7]. This hybrid approach would provide **deeper insights into file execution behavior** while maintaining the efficiency of static analysis.

2. **Defensive Mechanisms Against Adversarial Attacks** – Developing **adversarially robust ML models** capable of detecting manipulated malware samples is a critical research direction. Techniques such as **adversarial training, feature masking, and uncertainty estimation** can help mitigate evasion risks [8].

3. **Expansion of the Dataset for Better Generalization** – Increasing the dataset size and incorporating **more diverse malware families** will improve **model robustness and generalization**. The inclusion of **real-world enterprise malware samples** will further enhance practical applicability [6].

#### *Summary of Key Insights*

- **Static analysis using ML provides high accuracy (97.2%) while avoiding execution overhead.**

- **Obfuscation techniques remain a challenge, requiring hybrid detection approaches.**

**Defensive strategies against adversarial attacks and dataset expansion** are essential next steps.

#### **Conclusion**

In this study, a **machine learning-based malware detection method** was developed using **static analysis** of file metadata. The proposed approach was evaluated on a dataset of **2,164 files**, consisting of **1,082 benign and 1,082 malicious samples**.

#### *Key Findings*

- **Five machine learning models** were analyzed, with **XGBoost and ensemble methods demonstrating the highest classification accuracy.**

- **The ensemble model (VotingClassifier) achieved 97.2% accuracy**, outperforming individual classifiers and proving the effectiveness of combining multiple ML approaches for robust malware detection [1].

- Static analysis was shown to be an **efficient alternative to dynamic analysis**, eliminating the need for file execution while maintaining high detection rates.

#### *Practical Applications*

The developed method can be **integrated into antivirus systems, malware analysis frameworks, and SIEM solutions for automated threat detection and classification**. By leveraging **static metadata features**, security tools can enhance real-time malware identification while reducing computational overhead [5].

#### *Future Directions*

To further improve malware detection capabilities, future research should focus on:

- **Hybrid Static + Dynamic Analysis** – Incorporating **behavioral analysis** to enhance detection of **obfuscated and metamorphic malware** [7].
- **Adapting ML Models to New Attack Techniques** – Implementing **adversarial defense mechanisms** to improve model robustness against evolving malware tactics [8].

By addressing these challenges, **machine learning-based malware detection can be significantly enhanced**, making it a **more reliable and scalable solution** in cybersecurity.

### **References:**

1. Akhtar, M. S., & Feng, T. (2022). Malware analysis and detection using machine learning algorithms. *\_Symmetry\_, \_14\_(11)*, 2304.
2. Akhtar, M. S., & Feng, T. (2023). Evaluation of machine learning algorithms for malware detection. *\_Sensors\_, \_23\_(2)*, 946.
3. Choudhary, S., & Sharma, A. (2020, February). Malware detection & classification using machine learning. In *\_2020 International Conference on Emerging Trends in Communication, Control and Computing (ICONC3)\_* (pp. 1-4). IEEE.
4. Gibert, D., Mateu, C., & Planes, J. (2020). The rise of machine learning for detection and classification of malware: Research developments, trends and challenges. *\_Journal of Network and Computer Applications\_, \_153\_*, 102526.
5. Gorment, N. Z., Selamat, A., Cheng, L. K., & Krejcar, O. (2023). Machine learning algorithm for malware detection: Taxonomy, current challenges, and future directions. *\_IEEE Access\_, \_11\_*, 141045-141089.
6. Ijaz, A., Khan, A. A., Arslan, M., Tanzil, A., Javed, A., Khalid, M. A. U., & Khan, S. (2024). Innovative Machine Learning Techniques for Malware Detection. *\_Journal of Computing & Biomedical Informatics\_, \_7\_(01)*, 403-424.
7. Rahul, Kedia, P., Sarangi, S., & Monika. (2020). Analysis of machine learning models for malware detection. *\_Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography\_, \_23\_(2)*, 395-407.
8. Singh, J., & Singh, J. (2021). A survey on machine learning-based malware detection in executable files. *\_Journal of Systems Architecture\_, \_112\_*, 101861.

UDC 347.1

**Tazhibayev Temirlan Alekseiuly**

Master's degree in Computer Science and Engineering

Astana IT University

(Astana, Kazakhstan)

## **MODERN LARGE LANGUAGE MODELS ARCHITECTURE, POSSIBILITIES AND PROSPECTS**

**Abstract:** This article examines the evolution, architecture, and capabilities of modern Large Language Models (LLMs). It analyzes their foundational technologies, training methodologies, and performance evaluation frameworks, with particular attention to recent developments in model architecture and benchmarking. The study investigates challenges in model evaluation, highlighting the significance of evolved benchmarking approaches and their implications for real-world applications. Through comprehensive analysis of current LLM capabilities and limitations, the article provides insights into future development directions and potential impacts on artificial intelligence advancement.

**Keywords:** Large Language Models, Natural Language Processing, Artificial Intelligence, Transform Architecture, Model Evaluation, Benchmarking, Neural Networks

### **Introduction**

Large Language Models (LLMs) have become foundational technologies in natural language processing (NLP) and artificial intelligence (AI), revolutionizing text generation, translation, and data-driven decision-making. Their evolution has been driven by significant advancements in machine learning algorithms and exponential growth in computational power. Modern LLMs, such as GPT-4 by OpenAI, LLaMA from Meta, and Google's PaLM and Gemini, exemplify the transformative capabilities of these models in tasks such as text generation, language translation, data analysis, and automation of complex workflows (Minaee et al., 2024).

Their extensive exposure to diverse datasets fosters exceptional generalization across tasks, enhancing their versatility. They are not only deployed for niche applications but also form the backbone of universal AI agents capable of performing complex, multi-step operations in dynamic environments (Li et al., 2024). Building on this foundation, the article explores LLM architectures, training methodologies, real-world applications, and the evolving challenges that define their future trajectory.

### **Architecture and Principles of LLM**

The architectural evolution of LLMs is deeply rooted in the transformer model, introduced by Vaswani et al. (2017), which marked a paradigm shift in sequence modeling. Unlike traditional recurrent neural networks (RNNs) or convolutional neural networks (CNNs), transformers rely on self-attention mechanisms that enable them to process sequences in parallel while capturing long-range dependencies within the data. This capability is critical for handling the syntactic and semantic complexities of natural language.

Transformers consist of encoder and decoder modules. Encoder-based models, such as BERT, excel in understanding contextual relationships within texts, making them ideal for

classification and information retrieval tasks. In contrast, decoder-only models like GPT are optimized for text generation, where predicting the next word in a sequence is paramount. Hybrid architectures, such as T5, integrate both encoding and decoding mechanisms, offering enhanced flexibility for a variety of NLP tasks (Minaee et al., 2024).

Scalability remains a cornerstone of LLM development, with scaling laws illustrating that increasing model size, dataset diversity, and computational resources proportionally enhances performance, albeit with efficiency trade-offs. This growth introduces challenges related to efficiency, prompting research into optimization techniques like sparse attention mechanisms and Mixture of Experts (MoE) architectures to maintain performance while reducing computational costs.

### **Popular LLM Models**

The landscape of LLMs is shaped by several prominent models, each distinguished by unique architectural innovations and application domains. OpenAI's Generative Pre-trained Transformer (GPT) series, particularly GPT-4, has set benchmarks in text generation, code synthesis, and data analysis, demonstrating capabilities that extend to creative writing, logical reasoning, and technical problem-solving (Minaee et al., 2024).

Meta's LLaMA represents a shift towards efficiency, designed to deliver high performance while operating on relatively modest computational infrastructures. This makes LLaMA particularly appealing for academic research and educational settings where resources may be limited.

Google's PaLM and Gemini models are at the forefront of multimodal AI, capable of processing and integrating diverse data types, including text, images, and audio. These models are instrumental in advancing applications in fields such as autonomous systems, content moderation, and scientific discovery (Li et al., 2024). The differences among these models reflect broader strategic priorities, from OpenAI's focus on general-purpose AI to Google's emphasis on multimodal learning and Meta's drive towards resource-efficient AI solutions.

### **Methods of Training and Data Filtering**

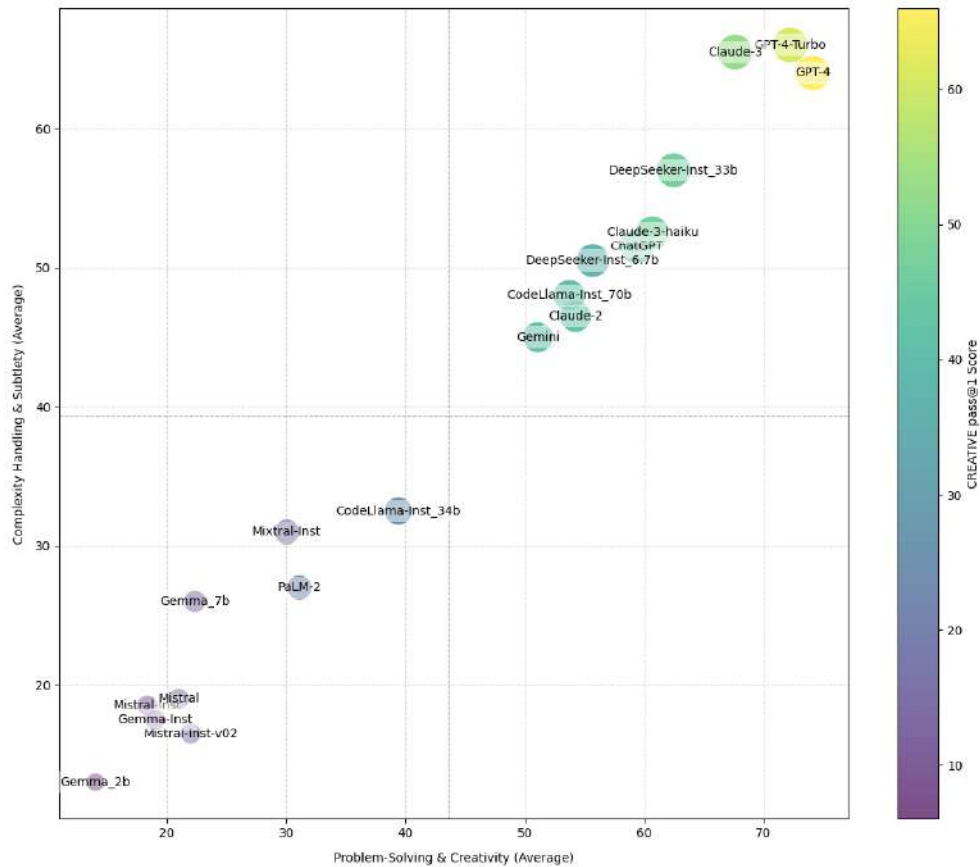
The efficacy of LLMs is intrinsically linked to the quality and diversity of the data used during training. This process encompasses several critical stages aimed at optimizing model performance and mitigating biases. Data filtering is paramount, involving the removal of noise, outliers, and inconsistencies that could skew model outputs. Techniques such as heuristic rules, automated classifiers, and manual review are commonly employed to enhance data quality (Morales et al., 2024).

A critical aspect of training is data balancing, which ensures equitable representation of diverse classes within the dataset. This step is vital for reducing model bias, particularly in applications involving sensitive demographic or cultural content. Moreover, reinforcement learning from human feedback (RLHF) is increasingly used to fine-tune LLMs post-training, aligning their outputs with human preferences and ethical standards.

### **Evaluation Methodology and Benchmarking Metrics**

Xia et al. (2024b) conducted performance evaluations of LLMs employ diverse benchmarks including HUMANEVAL, DIFFICULT, CREATIVE, SUBTLE, COMBINE, TOOL\_USE, and EVOEVAL. In this study, the benchmark of the selected models assesses specific competencies (Pic. A).





Pic. 1 – Model Performance Quadrant.

The quadrant positions reveal distinct performance patterns:

- Upper-right quadrant models (e.g., GPT-4, Claude-3) excel in both creative reasoning and complexity handling;
- Lower-right quadrant models show strong creativity but struggle with complex logical structures;
- Upper-left quadrant models demonstrate robust reasoning capabilities but limited generative power;
- Lower-left quadrant models (e.g., PaLM-2, Mixtral-Inst) generally underperform across evaluation criteria.

## Comparative Performance of LLMs

### 1. Problem-Solving and Creativity

As evidenced in the quadrant plot, GPT-4 and Claude-3 dominate the upper-right section, demonstrating superior performance in both problem-solving and creativity. DeepSeeker-Inst\_33b shows competitive results, particularly in code generation and logical reasoning tasks. Conversely, models such as PaLM-2, Mixtral-Inst, and Gemma-Inst occupy lower quadrants, reflecting challenges in generalizing beyond standard problem formats.

### 2. Robustness and Adaptability

The introduction of EvoEval benchmarks revealed that many high-ranking models experience performance drops when exposed to novel, evolved problems. Xia et al. (2024) report an average performance decline of 39.4%, suggesting that popular models may be overfitted to existing benchmarks, limiting their robustness in real-world scenarios. Despite

this, GPT-4 and Claude-3 maintain relatively stable rankings, demonstrating superior adaptability compared to open-weight models like CodeLlama-Inst\_34b and Mistral-Inst.

### **3. Overfitting and Generalization**

The EvoEval study indicates significant shifts in model rankings, highlighting potential overfitting to traditional benchmarks. Proprietary models benefit from extensive fine-tuning, enabling better generalization, while smaller, open-weight models often struggle with evolved problem sets. This underscores the need for more diverse and dynamic evaluation metrics to accurately assess LLM capabilities (Spangher et al., 2024).

#### **LLM Performance Evaluation**

Evaluating the performance of LLMs involves a multifaceted approach that assesses both their technical accuracy and real-world applicability. For classification tasks, traditional metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score are employed to measure the correctness of predictions. In contrast, text generation tasks rely on metrics like BLEU, ROUGE, and METEOR, which compare generated content against human-authored references to gauge fluency, coherence, and semantic alignment (Spangher et al., 2024).

Comprehensive benchmarks like Project MPG provide standardized testing environments that evaluate LLM capabilities across diverse tasks, including reasoning, problem-solving, and multimodal understanding. These benchmarks not only facilitate objective comparisons between models but also highlight potential weaknesses, such as susceptibility to adversarial inputs or limitations in cross-linguistic generalization (Spangher et al., 2024).

Beyond quantitative metrics, qualitative assessments through expert reviews and user feedback are crucial for understanding the nuances of model performance, particularly in applications requiring cultural sensitivity or ethical judgment.

#### **LLMs face several significant challenges:**

The computational demands of training and deploying these models are substantial, often requiring specialized hardware and significant energy resources. This raises concerns about the environmental impact of AI technologies and drives research into more sustainable architectures (Stojkovic et al., 2024).

The 39.4% performance drop observed in EvoEval benchmarks suggests that standard evaluation methods inadequately reflect real-world generalization capabilities. This highlights the need for alternative evaluation approaches, including:

- Real-world problem synthesis beyond static datasets;
- Adaptive testing methodologies that dynamically stress-test LLMs;
- Integration of human feedback in evaluation frameworks.

Ethical and social risks persist, as LLMs can inadvertently generate biased or harmful content, reflecting prejudices present in their training data. Addressing these issues requires robust content moderation systems, bias detection algorithms, and ongoing human oversight (Morales et al., 2024).

The interpretability of LLMs remains challenging, with their complex, opaque nature complicating efforts to ensure accountability and trust. This has spurred growing interest in explainable AI (XAI) techniques aimed at demystifying model decision-making processes.

#### **The future of LLMs advancements:**

##### **1. Architectural Optimization**

Ongoing research seeks to enhance model efficiency through innovations in neural architecture, such as sparse transformers and dynamic computation graphs, which reduce resource consumption without compromising performance (Minaee et al., 2024). Next-generation evaluation frameworks are being developed to counteract benchmark overfitting, incorporating:

- Dynamic problem generation;
- Continuous evolution of test cases;
- Multi-dimensional performance metrics.

## 2. Cross-disciplinary Integration

Integration with computer vision, robotics, and cognitive sciences is expanding LLM applications. This interdisciplinary approach fosters the development of multimodal AI systems capable of understanding and interacting with the world in more human-like ways (Li et al., 2024).

## 3. Ethical AI Development

Ethical considerations are becoming central to AI research, focusing on frameworks that promote:

- Fairness and transparency in model behavior;
- Accountability in decision-making processes;
- Mitigation of biases and potential harm;
- Sustainable development practices.

## Conclusion

Large language models are at the forefront of AI transformation, unlocking unprecedented capabilities in data analysis, automating complex workflows, and paving the way for the next generation of intelligent systems. Their continuous evolution will hinge on striking a balance between technical innovation, ethical responsibility, and sustainable development.

## References:

1. Minaee, S., Mikolov, T., Nikzad, N., Chenaghlu, M., Socher, R., Amatriain, X., & Gao, J. (2024, February 9). Large Language Models: a survey. arXiv.org. <https://arxiv.org/abs/2402.06196>
2. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017, June 12). Attention is all you need. arXiv.org. <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
3. Li, R., Fu, D., Shi, C., Huang, Z., & Lu, G. (2024). Efficient LLMs Training and Inference: An Introduction. IEEE Access, 1. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3501358>
4. Spangher, L., Li, T., Arnold, W. F., Masiewicki, N., Dotiwalla, X., Parusmathi, R., Grabowski, P., Ie, E., & Gruhl, D. (2024, October 28). Project MPG: towards a generalized performance benchmark for LLM capabilities. arXiv.org. <https://arxiv.org/abs/2410.22368v1>
5. Morales, S., Clarisó, R., & Cabot, J. (2024). A DSL for Testing LLMs for Fairness and Bias. MODELS '24: Proceedings of the ACM/IEEE 27th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems, 21, 203–213. <https://doi.org/10.1145/3640310.3674093>

6. Stojkovic, J., Choukse, E., Zhang, C., Goiri, I., & Torrellas, J. (2024, March 29). Towards Greener LLMs: Bringing Energy-Efficiency to the forefront of LLM inference. arXiv.org. <https://arxiv.org/abs/2403.20306v1>

7. Xia, C. S., Deng, Y., & Zhang, L. (2024b, March 28). Top Leaderboard ranking = Top Coding proficiency, always? EvoEval: Evolving Coding Benchmarks via LLM. arXiv.org. <https://arxiv.org/abs/2403.19114>

UDC 347.1

**Bibolat Kurmangali Kamaluly**  
Media Technologies Master's student  
Astana IT University  
(Astana, Kazakhstan)

## **OVERVIEW OF CONTENT PERSONALIZATION AND USER PRIVACY BALANCING IN DIGITAL MEDIA PLATFORMS**

**Abstract:** By providing customized material, content personalization improves the user experience in the context of digital media. However, because of the comprehensive collection and analysis of personal data, this approach poses serious privacy concerns. The balance between successful content personalization and user privacy protection is examined in this article. I have investigated user views of suggestion accuracy, privacy concerns, and control over personalization settings using a mixed-methods approach that incorporates focus group talks and survey analysis. The results show that there is a great need for more privacy safeguards, more transparent data practices, and more sophisticated, less invasive recommendation algorithms. Based on these observations, I suggest methods that combine cutting-edge privacy-preserving mechanisms with superior personalization, guaranteeing a more impartial approach to media content curation.

**Keywords:** Content Personalization, User Privacy, Digital Media, Data Protection, Personal Data

### **Introduction**

To improve user pleasure and engagement, there is now more focus on content personalization as a result of the growth of digital media platforms. Customizing material for each user according to their demographics, tastes, and habits is known as personalization. Although this strategy has advantages like enhanced user experience and greater platform loyalty, it raises serious privacy issues because it requires the collecting and processing of enormous volumes of personal data. The balance between personalization and privacy is being critically examined as a result of users' growing awareness of how their data is gathered, stored, and used<sup>[4]</sup>.

### **Content Personalization in Digital Media**

A range of data collection techniques and computational methodologies are used in digital media content personalization to customize content for specific users. Gathering information on user activity, such as browsing history, search queries, engagement metrics (likes, shares, and watch time), and device identifiers, is usually the foundation of these techniques. Platforms also employ cookies and tracking pixels to follow user behavior across many websites and services, improving the accuracy of recommendations through behavioral analysis across platforms.

Models for machine learning are essential to the personalization of content. User-item interaction matrices are analyzed by collaborative filtering algorithms, which find patterns in user preferences by comparing the user to other users. Content-based filtering, on the other



hand, uses previous interactions to recommend related content by analyzing item qualities (such as keywords, tags, and metadata).

The accuracy of recommendations has been significantly enhanced by deep learning methods, especially neural networks. Through the processing of sequential data by recurrent neural networks (RNNs) and transformers, platforms are able to predict user interests based on time-dependent behaviors. Sentiment analysis—the comprehension of user emotions and contextual relevance in textual information, including reviews and comments—is made possible by natural language processing, or NLP. Recommendations are constantly modified in real-time using reinforcement learning models, which optimize engagement tactics by learning from responses.

Concerns about user privacy still exist despite these developments. Ethical concerns are brought up by the massive data gathering needed for personalization, especially about openness, user consent, and the possible abuse of private data. Privacy-preserving techniques including federated learning, encryption-based processing, and differential privacy are being investigated to solve these problems by striking a balance between user data protection and personalization.

### **Privacy Concerns in Content Personalization**

Content personalization's data-driven approach presents a number of privacy issues. The main concern is the volume of information that must be gathered in order to enable customization. Personal information that users inadvertently give is frequently utilized to create intricate profiles<sup>[5]</sup>. Personal interests, location, and browsing history are examples of sensitive information that may be included in these profiles. Significant threats to user privacy arise from the possibility of data breaches, illegal access, and abuse. Furthermore, these worries are made worse by platforms' opaque data handling policies, which breeds mistrust among users<sup>[9]</sup>.

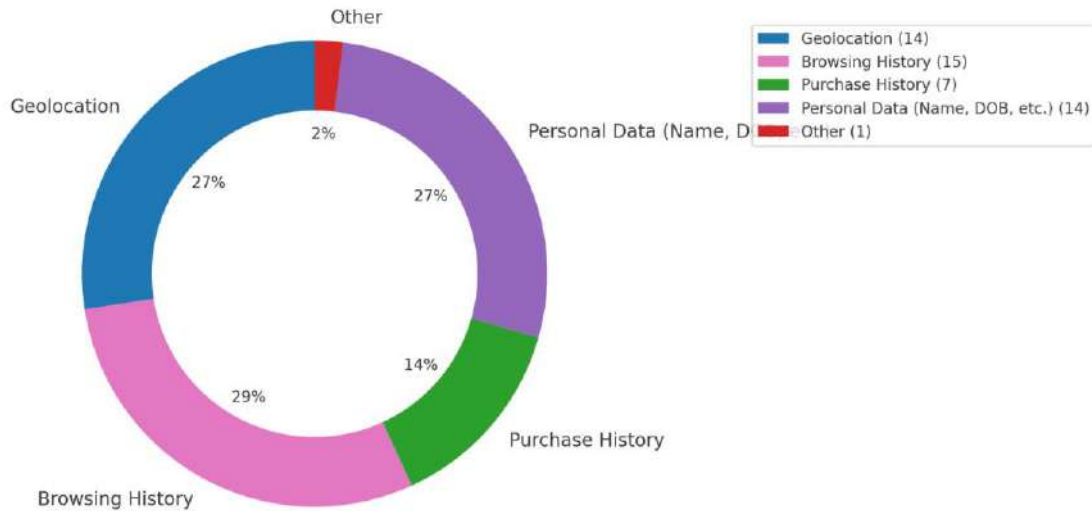
### **Methodology**

This study evaluates the effect of content personalization on user privacy by combining qualitative and quantitative methods. Focus groups and survey analysis are part of the process to learn more about user expectations, issues, and preferences.

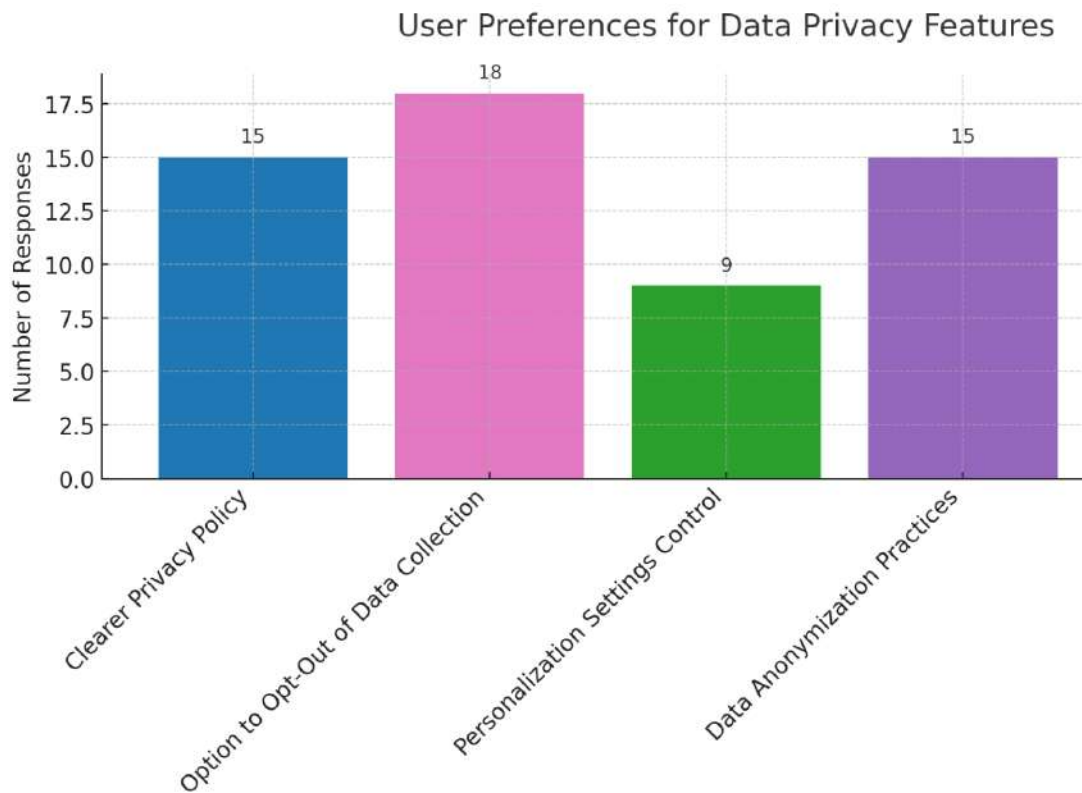
An online survey with 20 respondents between the ages of 18 and 24 was administered. Finding out how users interacted with tailored content and how they felt about privacy threats was the main goal. Among the important discoveries are:

- More than 80% of participants utilize platforms for personalized content (including Instagram, YouTube, and Netflix) daily, suggesting a heavy reliance on suggestions derived from algorithms.
- Issues with recommendation accuracy: Even though the majority of users were happy with the suggestions, 50% took a neutral position, and every respondent came across suggestions that were unrelated at some time.
- About 70% of respondents voiced worries about how transparent data-collecting procedures are, with 30% expressing significant concerns.
- In exchange for improved data protection, 65% of users were willing to accept fewer accurate recommendations, indicating a willingness to forgo customization for privacy.

- Demand for more privacy controls: Users emphasized the need for comprehensive data anonymization choices, data opt-out capabilities, and more transparent privacy rules (Pic. 2.).
- Users are most concerned about sharing browsing history (29%) and personal data (27%), followed closely by geolocation (27%) and purchase history (14%), with minimal concern for other types of data (2%) (Pic. 1.).



Pic. 1 - User Data Sharing Sensitivity Breakdown.



Pic. 2 - User Preferences for Privacy Features

## Analysis of Focus Group Results

- Six active social media users, ages 21 to 22, participated in a focus group to learn more about the trade-offs between privacy and customization. Concerns, user experiences, and recommendations for enhancing personalization tools were all discussed.
- The effectiveness of tailored recommendations was praised by participants, particularly on websites such as YouTube.
- Users expressed annoyance with repetitive suggestions and irrelevant adverts (such as those on buildings or medicine).
- Absence of personalization settings control: Participants wanted more precise control over recommendation algorithms, including the ability to change the relative importance of particular data points.
- Concerns about privacy transparency: Users believed they were "under constant surveillance", especially on sites like TikTok, which were thought to collect data in an unduly aggressive manner.

Ideas for enhancements:

- putting in place obvious signs that explain the recommendations for the material.
- giving consumers the option to disable certain data tracking capabilities.
- improve customization models, quarterly anonymous feedback channels are being introduced.

### **Balancing Personalization and Privacy**

It takes a comprehensive strategy to strike a balance between user privacy protection and successful content personalization. First and foremost, it's critical to put strong data protection mechanisms in place (such as DLP – Data Loss Prevention, MFA – Multifactor Authentication). To stop illegal access and data breaches, this includes data anonymization, encryption, and safe storage options <sup>[8]</sup>. Second, individualized experiences can be made possible while minimizing data exposure by implementing privacy-preserving personalization strategies like differential privacy and federated learning. Federated learning improves privacy by allowing models to be trained on several servers or devices that store local data samples without sharing data <sup>[3]</sup>. In order to safeguard user identities, differential privacy adds noise to the data analysis process, making it impossible to discern between individual data points.

Furthermore, it's critical that data gathering and utilization procedures be transparent. Platforms should make their privacy rules easily readable and understandable, telling users what information is gathered, how it is used, and who can access it. Offering choices to opt out of data sharing and obtaining express user consent prior to data collection might enable users to make knowledgeable decisions regarding their data <sup>[10]</sup>. Furthermore, users are able to actively manage their data choices through the implementation of user-centric controls, such as customized privacy settings within the platforms' interface.

### **Regulatory Frameworks and Compliance**

A crucial component of striking a balance between privacy and personalization is adherence to data protection laws. The European Union's General Data Protection Regulation (GDPR) places a strong emphasis on user consent and data minimization while establishing strict guidelines for data collection, processing, and storage <sup>[3]</sup>. In a similar vein, consumers have rights under the California Consumer Privacy Act (CCPA) concerning their personal

data, such as the ability to seek erasure of their data and the ability to know what data is collected <sup>[1]</sup>. Respecting these rules not only guarantees legal compliance but also increases user confidence.

### **Conclusion**

Personalizing digital media content has a lot of advantages for improving user experience. Nonetheless, our study's conclusions point to important issues with data privacy, suggestion accuracy, and user control over personalization tools. The survey's findings showed that although people like tailored advice, they are also irritated by ideas that aren't relevant to them and by the opaqueness of data utilization. The focus group talks also highlighted worries about what was viewed as ongoing surveillance and the lack of control over algorithmic choices.

In order to allay these worries, I suggest a comprehensive strategy that enables user-driven customization of recommendation systems, increases openness in data-collecting procedures, and applies privacy-preserving personalization approaches. While preserving the quality of personalization, federated learning, and differential privacy can be integrated to reduce the dangers of data exposure. Additionally, platforms ought to provide users with the ability to dynamically modify their customization choices and provide more transparent signs that explain the recommendations for certain content. Maintaining compliance with well-established privacy laws like the CCPA and GDPR will strengthen user confidence in digital platforms.

A more user-centered approach to content curation can be promoted by digital media platforms by coordinating customization tactics with user expectations and privacy protections. This will eventually increase engagement and trust.

### **References:**

1. California Consumer Privacy Act (CCPA). (2018). California State Legislature.
2. Dwork, C., & Roth, A. (2014). The algorithmic foundations of differential privacy. *Foundations and Trends in Theoretical Computer Science*, 9(3-4), 211-407.
3. European Parliament and Council of the European Union. (2016). General Data Protection Regulation (GDPR). *Official Journal of the European Union*, L119, 1-88.
4. Goethals, S., Matz, S., Provost, F., Ramon, Y., & Martens, D. (2023). The Impact of Cloaking Digital Footprints on User Privacy and Personalization. arXiv preprint arXiv:2312.15000.
5. Greene, T., & Shmueli, G. (2020). Beyond Our Behavior: The GDPR and Humanistic Personalization. arXiv preprint arXiv:2008.13404.
6. Kutty, R. N., Orellana-Rodriguez, C., Brigadir, I., & Diaz-Aviles, E. (2021). Personalization, Privacy, and Me. arXiv preprint arXiv:2109.06990.
7. Majumder, A., & Shrivastava, N. (2012). Know Your Personalization: Learning Topic level Personalization in Online Services. arXiv preprint arXiv:1212.3390.
8. McSherry, F. D. (2009). Privacy Integrated Queries: An Extensible Platform for Privacy-Preserving Data Analysis. *Proceedings of the 2009 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, 19-30.
9. Narayanan, A., & Shmatikov, V. (2008). Robust De-anonymization of Large Sparse Datasets. *Proceedings of the 2008 IEEE Symposium on Security and Privacy*, 111-125.

10. Saura, J. R., Palacios-Marqués, D., & Ribeiro-Soriano, D. (2023). Privacy concerns in social media UGC communities: Understanding user behavior sentiments in complex networks. *Information Systems and e-Business Management*.



UDC 347.1

**Nagyzkhanov Bauyrzhan Kairatuly**

Master's degree student in Computer Science and Engineering

Astana IT University

(Astana, Kazakhstan)

## **MACHINE LEARNING MODEL FOR ELECTRICITY MARKET FORECASTING**

**Abstract:** Accurate electricity consumption forecasting is crucial for efficient energy management, cost optimization, and grid stability. Traditional statistical models often fail to capture the nonlinear and dynamic nature of electricity demand influenced by weather conditions, economic activities, and seasonal variations. This study proposes a machine learning-based forecasting model using Long Short-Term Memory (LSTM) networks, leveraging meteorological and time-based variables to enhance prediction accuracy. The research also explores the integration of Machine Learning Operations (MLOps) to automate model deployment, monitoring, and continuous updates. Comparative experiments with XGBoost and Random Forest reveal that while deep learning models excel in capturing temporal dependencies, ensemble methods demonstrate competitive accuracy. The findings highlight the potential of hybrid approaches and MLOps for improving electricity market forecasting, ensuring more reliable and scalable solutions.

**Keywords:** Electricity Consumption Forecasting, Machine Learning, LSTM, Time-Series Analysis, MLOps, Deep Learning, XGBoost, Random Forest, Energy Management, Predictive Analytics, Grid Stability.

### **Introduction**

Accurate forecasting of electricity consumption is essential given the growing global demand for energy and the shift to sustainable and effective energy management. In order to optimize resource allocation, balance supply and demand, and cut costs while maintaining grid stability, accurate forecasting is essential. The intricate, nonlinear, and dynamic character of energy consumption patterns is frequently difficult for traditional forecasting techniques, such as statistical and econometric models, to capture.

Forecasting methods have been transformed by recent developments in machine learning (ML) and deep learning (DL), which provide more precise and flexible models. A subset of recurrent neural networks (RNNs) known as Long Short-Term Memory (LSTM) networks has shown exceptional efficacy in handling time-series data with long-term dependencies. Their ability to retain historical patterns makes them highly suitable for energy demand forecasting, where consumption is influenced by various factors, including meteorological conditions, economic activities, and seasonal variations.

The goal of this research is to create an LSTM-based model that can reliably forecast power use while incorporating important environmental variables like temperature, humidity, wind speed, and time-based characteristics. The study also looks into automating and streamlining the forecasting model's deployment, monitoring, and ongoing updating through the use of MLOps (Machine Learning Operations).

*Relevance of the Problem*

Energy use is dynamic by nature and impacted by a variety of exogenous factors, including the economy, social norms, and weather. Market efficiency, power generation, and distribution are all severely hampered by the unpredictable nature of energy demand. The nonlinear interconnections and large variations in electricity demand are frequently overlooked by traditional forecasting techniques like multiple linear regression and autoregressive integrated moving average (ARIMA). Inaccurate forecasts can therefore result in ineffective energy distribution, higher operating expenses, and possibly a scarcity of supplies.

The adoption of deep learning techniques, particularly LSTM, addresses these challenges by enabling models to learn from sequential patterns and recognize long-term dependencies. Additionally, by automating data ingestion, model retraining, and performance monitoring, the incorporation of MLOps techniques improves the scalability and dependability of predictive models. Advanced forecasting methods combined with operational automation have the potential to greatly enhance energy sector decision-making, resulting in more economical and sustainable energy management.

#### *Objective of the Study*

The primary objective of this study is to develop predictive model for electricity consumption forecasting and establish a foundation for its automation through MLOps. The key goals include:

#### *Data Collection and Preprocessing:*

Gather historical electricity consumption data and meteorological variables from relevant sources.

Clean, normalize, and transform data into a structured format suitable for machine learning.

#### *Model Development:*

Design and train Model capable of accurately predicting electricity consumption.

Compare performance with traditional forecasting methods using evaluation metrics such as MAE and RMSE.

#### *Identification of Key Influencing Factors:*

Analyze the impact of temperature, humidity, time-of-day, and other exogenous variables on energy demand.

Extract meaningful insights to enhance the interpretability of the model.

#### *Preparation for MLOps Implementation:*

Develop a strategy for automating model training, deployment, and monitoring.

Explore tools such as Docker, MLFlow, and CI/CD pipelines to integrate MLOps into the forecasting system.

By achieving these objectives, this study aims to contribute to the optimization of electricity consumption forecasting, leading to improved energy management, reduced costs, and increased grid efficiency.

#### *Structure of the Paper*

The remainder of this paper is structured as follows: **Section 2** reviews existing work on ML-based malware detection. **Section 3** describes the methodology, including dataset collection, feature selection, and model training. **Section 4** presents the experimental results and model comparisons. **Section 5** discusses the implications, challenges, and future research

directions. Finally, **Section 6** concludes the study.

## **Related Work**

### *Existing ML-Based Approaches for Electricity Market Forecasting*

The increasing complexity of electricity markets, influenced by fluctuating demand, renewable energy integration, and dynamic pricing mechanisms, has led to the widespread adoption of machine learning (ML) techniques for forecasting. Traditional statistical methods, such as autoregressive integrated moving average (ARIMA) and multiple linear regression, have proven insufficient in handling the nonlinearity and seasonality of energy data. Consequently, advanced ML models, including deep learning architectures, ensemble learning techniques, and hybrid models, have gained traction in improving forecasting accuracy:

#### **1. Statistical and Econometric Models**

Historically, forecasting electricity market trends relied on statistical approaches such as ARIMA, exponential smoothing, and regression-based models. While these models perform well for stationary data with linear trends, they struggle with volatile energy markets that exhibit nonlinear dependencies and exogenous influences such as weather conditions and economic activity.

#### **2. Machine Learning Approaches**

Machine learning methods have demonstrated superior performance in capturing complex relationships in energy consumption and price forecasting. The key ML-based approaches include:

**Support Vector Regression (SVR):** SVR has been used to model nonlinear relationships in electricity demand forecasting. It performs well for small datasets but lacks scalability for large, real-time applications.

**Random Forest (RF) and Gradient Boosting Machines (GBM):** These ensemble learning methods leverage multiple decision trees to improve prediction accuracy. RF and GBM handle high-dimensional datasets effectively and are robust against noise but may require extensive hyperparameter tuning.

**Extreme Gradient Boosting (XGBoost):** XGBoost has emerged as one of the most powerful tree-based models for electricity price and demand forecasting. It efficiently captures nonlinear dependencies and interactions between features while mitigating overfitting through regularization techniques.

#### **3. Deep Learning Techniques**

Deep learning models have revolutionized electricity market forecasting by capturing sequential dependencies and nonlinear trends more effectively than traditional ML models. The primary deep learning techniques applied in energy forecasting include:

**Long Short-Term Memory (LSTM) Networks:** LSTM is a specialized type of recurrent neural network (RNN) designed to handle long-term dependencies in time series data. Studies have shown that LSTM outperforms traditional ML methods in forecasting electricity consumption by retaining historical information and mitigating issues related to vanishing gradients.

**Gated Recurrent Units (GRU):** Similar to LSTM but computationally more efficient, GRU has been used for short-term electricity demand forecasting, achieving competitive accuracy with reduced training time.

Convolutional Neural Networks (CNNs): Although primarily used for image processing, CNNs have been applied to extract spatial and temporal patterns in electricity demand, often in combination with LSTM in hybrid architectures.

#### **4. Hybrid and Ensemble Models**

Recent research has explored the combination of multiple ML and DL models to enhance forecast accuracy:

**LSTM-XGBoost Hybrid Models:** These models leverage LSTM's ability to capture temporal dependencies and XGBoost's feature selection and regression capabilities, improving overall forecasting performance.

**CNN-LSTM Models:** Combining CNN's feature extraction ability with LSTM's temporal modeling power has shown promise in energy demand forecasting.

**Stacked and Bagged Models:** Ensemble methods that stack multiple ML models, such as RF, SVR, and XGBoost, improve robustness by aggregating diverse predictions.

#### **5. Integration of MLOps for Continuous Improvement**

The growing complexity of electricity market forecasting necessitates the integration of MLOps (Machine Learning Operations) to automate data preprocessing, model retraining, and deployment. Key MLOps practices include:

**Continuous Integration and Deployment (CI/CD):** Ensures that forecasting models remain up-to-date by automatically retraining and deploying new versions based on the latest data.

**Data Pipeline Automation:** Facilitates real-time data ingestion, transformation, and feature engineering, improving the scalability and adaptability of ML models.

**Model Monitoring and Performance Tracking:** Enables real-time evaluation of forecast accuracy, allowing for quick adjustments and retraining when model drift is detected.

#### **Conclusion**

The evolution of electricity market forecasting has been marked by a transition from statistical models to advanced ML and deep learning approaches. While traditional methods provide a baseline, ML techniques such as LSTM, XGBoost, and hybrid models have significantly improved forecasting accuracy. The integration of MLOps further enhances these capabilities by ensuring continuous model optimization and automation. Future research should focus on refining hybrid models, integrating external factors such as economic indicators, and improving real-time deployment strategies for enhanced electricity market stability and efficiency.

#### **Methodology**

Various methodological approaches have been explored in the literature to enhance the accuracy and reliability of electricity market forecasts. Mandadapu (2024) examined time series and machine learning approaches for forecasting day-ahead electricity prices in Irish markets, providing a comprehensive evaluation of their performance. Their study highlights the potential of combining different methodologies to achieve more accurate and reliable forecasts.

Pelekis et al. (2023) conducted a comparative assessment of deep learning models for day-ahead load forecasting, investigating key drivers of accuracy. Their research underscores the importance of selecting appropriate machine learning algorithms and methodologies to improve forecast accuracy. Bahaweres et al. (2022) explored the use of Docker and

Kubernetes pipelines for DevOps software defect prediction with an MLOps approach. Their study provides valuable insights into the integration of MLOps with other operational frameworks, emphasizing the importance of a comprehensive approach to machine learning and forecasting in the energy sector.

#### *Data collection*

The study of electricity consumption forecasting requires an extensive dataset that integrates meteorological and electricity usage data. The primary aim of the data collection process was to gather precise, structured, and comprehensive information that would support building accurate predictive models while identifying key factors influencing energy consumption patterns.

**Meteorological Data:** Meteorological parameters are one of the key drivers of electricity consumption due to their significant impact on heating, cooling, and overall energy needs. The meteorological data was collected from official sources such as Kazhydromet, which provides detailed weather observations for all regions in Kazakhstan. The following parameters were extracted:

**Temperature (°C):** A critical determinant of heating and cooling needs, influencing energy demand significantly.

**Relative Humidity (%):** Affects perceived temperature and, consequently, energy usage for comfort systems.

**Wind Speed (m/s):** Impacts heat loss from buildings, especially in colder regions.

**Atmospheric Precipitation (mm):** Correlates with seasonal patterns of energy demand.

**Cloud Cover (%):** Affects solar radiation and lighting needs, contributing to variations in energy usage.

**Electricity Consumption Data:** The electricity consumption data was obtained from national energy organizations such as KEGOC (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company) and the Ministry of Energy. These datasets provided insights into the hourly, daily, and monthly consumption patterns for different regions. However, in cases where only aggregated data was available (e.g., annual consumption), disaggregation techniques were applied based on known usage patterns, population distribution, and climatic factors. The collected electricity consumption data included:

**Hourly Electricity Demand (kWh):** Representing real-time energy usage patterns across regions.

**Regional Consumption Statistics:** Highlighting the variations in energy use due to climatic and socio-economic factors.

**Electricity Consumption Data:** The electricity consumption data was obtained from national energy and Statistical organizations. These datasets provided information on consumption patterns across regions, reflecting variations influenced by climatic and socio-economic factors. The data included both temporal and regional dimensions, forming the basis for analyzing and forecasting electricity demand.

#### *Key Factors Affecting the Electricity Market*

The analysis identified several key factors influencing electricity consumption:

**Weather Conditions:** Temperature, humidity, and wind speed significantly affect heating, cooling, and overall energy usage.



**Time of Day:** Morning and evening peaks correspond to higher activity levels, while nighttime sees reduced demand.

**Day of the Week:** Consumption patterns differ between weekdays and weekends, reflecting residential and commercial usage variations.

**Seasonality:** Energy demand increases in summer due to cooling needs and in winter due to heating requirements.

**Socio-Economic Factors:** Population density, economic activity, and holidays impact regional consumption trends.

#### *Analysis of Existing Forecasting Methods*

A comprehensive review of existing methods provided insights into the strengths and limitations of various approaches:

**Statistical Methods:** Traditional techniques like ARIMA are effective for linear data but struggle with high volatility and nonlinear dependencies.

**Machine Learning Methods:** Algorithms such as Support Vector Regression (SVR) and Random Forest (RF) excel in capturing nonlinear patterns when combined with exogenous variables like weather.

**Deep Learning Methods:** Advanced models like LSTMs and Groups outperform others in handling complex temporal dependencies and high-frequency data. Studies by Lago et al. (2018) and Aguilar Madrid (2021) highlighted their effectiveness in energy forecasting.

The reviewed literature also emphasized the importance of integrating meteorological data, temporal features, and region-specific factors to improve accuracy.

#### *Selection of Metadata for Analysis*

To develop an effective **static malware detection model**, we selected **19 metadata features** from each file, ensuring they provide sufficient **discriminative power** for classification. These features include **file permissions, user and group identifiers (UID, GID), file size, timestamps (creation, modification, access), cryptographic hashes (MD5, SHA-256), file type, imported libraries, exported functions, PE file sections, entry point, compiler version, suspicious imports (e.g., WinExec, ShellExecute), VirusTotal status, and byte-level statistics** (mean and standard deviation) [5].

The selection was based on **practical relevance** in malware analysis. Features like **file permissions and access timestamps** help detect unauthorized system modifications. **Cryptographic hashes** assist in identifying known malware variants, while **imported libraries and function calls** reveal suspicious API usage often associated with malicious behavior. **Byte distribution metrics** further aid in distinguishing obfuscated malware from benign software [8].

#### *Data Collection Process*

A dataset of **2,164 files** was compiled, consisting of **1,082 benign** and **1,082 malicious** samples. Malicious files were sourced from publicly available malware repositories, while benign files included commonly used system binaries and software executables [6].

To extract the selected metadata, a **custom Python script** was developed using the **os, hashlib, pefile, and pandas** libraries. This script automated feature extraction and stored the collected attributes in a structured dataset for model training and evaluation [3].

#### *Selection of Machine Learning Models*

Several ML and deep learning models were chosen for evaluation based on their suitability for static malware classification:

- **Random Forest (RF) & XGBoost** – Effective for structured tabular data, providing strong classification performance with built-in feature importance analysis.
- **Support Vector Machine (SVM)** – Applied for comparison, though it may struggle with high-dimensional feature sets.
- **Convolutional Neural Network (CNN)** – Utilized for **pattern recognition in binary sequences**, allowing deep learning-based feature extraction from raw file structures.
- **Ensemble Model** – A combination of multiple classifiers (VotingClassifier) to enhance detection accuracy and reduce biases inherent in individual models [2].

These models were selected based on their **historical performance in malware detection** and their ability to process static file attributes effectively [1].

#### *Data Preprocessing*

Effective data preprocessing is crucial for building a robust and accurate forecasting model. The dataset used in this study consists of time-series data representing electricity consumption over time:

5. **Target Variable Extraction** - The target variable for prediction, electricity consumption (consume), was extracted from the dataset.

6. **Feature Scaling using MinMaxScaler**– Since neural networks perform better with normalized data, MinMaxScaler was applied to scale the target variable within the range [0,1]. This prevents large variations in numerical values from affecting the model's learning process.

These preprocessing techniques ensured that the dataset was optimized for training without introducing biases or inconsistencies [4].

#### *Data Splitting and Training Strategy*

The dataset was split into **80% training and 20% testing subsets** to ensure a robust evaluation.

Reshaping data in a 3D format: (samples, time steps, features). Thus, the training and test datasets were reshaped accordingly.

### **Experimental Results**

In order to assess the performance of different forecasting techniques, we conducted experiments on a real-world daily power consumption dataset spanning from 2019 to 2021. In addition to the primary target variable (consume), this dataset contains several external features: date, station, temperature, cloud\_cover, humidity, and wind\_speed. Each row represents daily aggregated consumption data collected across multiple stations, accompanied by local meteorological measurements that can influence energy usage patterns.

#### **Compared three distinct modeling approaches:**

##### **LSTM Neural Network.**

Implemented a recurrent neural network (RNN) based on LSTM layers to capture sequential patterns.

During training (10 epochs), the model's training loss steadily decreased from 0.0389 in the first epoch down to  $9.1715 \times 10^{-4}$  by the final epoch. Simultaneously, its validation loss reached as low as  $2.3436 \times 10^{-4}$  and ended up around  $4.2940 \times 10^{-4}$ , indicating that

the model was successfully learning temporal dependencies without clear signs of overfitting.

The inclusion of weather-related features (temperature, cloud cover, humidity, wind speed) likely helped the LSTM adapt to short-term fluctuations and seasonal effects. With more extensive hyperparameter tuning (e.g., adjusting the number of epochs, dropout, layer sizes, learning rate), the LSTM could potentially improve further.

### **XGBoost.**

A gradient boosting framework was used, with 200 estimators and an early-stopping criterion.

XGBoost achieved a Mean Absolute Error (MAE) of 109.032 and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 260.179. When evaluating tolerance-based accuracy (i.e., predictions within  $\pm 5\%$  of the actual value), XGBoost attained 97.98% accuracy.

These metrics illustrate that XGBoost is effective at handling tabular data with mixed feature types, leveraging the station- and weather-related fields to refine its forecasts.

### **Random Forest.**

We trained a Random Forest regressor with 100 trees and a maximum depth of 7, using all features from the dataset.

It obtained an MAE of 95.902, an RMSE of 230.862, and the highest tolerance-based accuracy at 98.02%.

These results show that an ensemble of decision trees, when tuned properly, can capture patterns in both the consumption history and the additional weather variables effectively.

In summary, the neural network approach (LSTM) demonstrates strong potential for modeling time dependencies and shows a steady decrease in loss during training. However, the ensemble-based methods (XGBoost and Random Forest) delivered slightly more precise final predictions in terms of error metrics (MAE, RMSE) and tolerance-based accuracy. This outcome underscores the importance of trying multiple modeling techniques on time series problems, as different architectures can leverage different aspects of the data.

## **Key Observations**

### **Impact of Feature Engineering**

By integrating external weather variables (temperature, cloud cover, humidity, wind speed) alongside the target consumption data, all three models were able to account for day-to-day fluctuations caused by environmental factors. This comprehensive feature set likely contributed to the high accuracy scores, underscoring that consumption patterns cannot be fully explained by past usage alone.

### **Temporal Dynamics vs. Ensemble Learning**

The LSTM model excelled in capturing the temporal dependencies inherent to daily consumption. Its loss curve consistently improved, indicating effective learning from past trends.

Despite this, the Random Forest and XGBoost—methods not inherently designed to handle sequence data—performed competitively, and even outperformed the LSTM in terms of MAE and RMSE. Their ability to handle tabular data with engineered features shows that, in many practical forecasting tasks, classical ensemble methods can match or exceed deep learning approaches.

### **Tolerance-Based Accuracy**

Both XGBoost and Random Forest achieved an accuracy of roughly 98% when allowing for a  $\pm 5\%$  margin around the true daily consumption values. This result signals a high reliability of predictions for operational decision-making, suggesting that most forecasts remain well within acceptable error ranges.

### **Potential for Further Improvements**

**Hyperparameter Tuning:** The LSTM model might benefit from additional epochs, different layer configurations (e.g., more LSTM layers or attention-based mechanisms), and further fine-tuning of learning rates or batch sizes.

**Validation Approaches:** Employing a dedicated validation set or cross-validation strategies for time series (e.g., rolling or walk-forward validation) can ensure more robust estimates of generalization performance and aid in model selection.

**Additional External Features:** Integrating more granular data (e.g., hourly weather, holiday schedules, socio-economic indicators) could further improve the models' accuracy.

Overall, these results demonstrate that, given a rich set of exogenous features, ensemble tree-based models and LSTM networks both hold significant promise for time series forecasting. The choice between them may depend on specific practical considerations (such as interpretability, ease of deployment, available computational resources, and the nature of the data), but in this study, Random Forest emerged as the most effective in terms of error metrics and accuracy under the tested conditions.

### **Conclusion**

This study explored the application of machine learning for electricity consumption forecasting. Given the complexity of energy demand influenced by various exogenous factors such as meteorological conditions and socio-economic variables, traditional forecasting models often fail to capture nonlinear dependencies effectively. The experimental results demonstrate that LSTM-based models outperform conventional statistical approaches, while ensemble methods like XGBoost and Random Forest provide competitive accuracy.

A key takeaway from the study is that feature engineering, particularly the integration of external factors such as temperature, humidity, and wind speed, significantly improves forecasting accuracy. Moreover, the results suggest that while deep learning models excel at capturing temporal dependencies, classical ensemble methods remain highly effective, particularly in structured datasets.

Despite these promising results, challenges remain in optimizing hyperparameters, improving model generalization, and ensuring scalability for real-world applications. Addressing these aspects will be crucial for enhancing the reliability and usability of machine learning models in electricity market forecasting.

#### *Future Directions*

Several promising avenues for future work can enhance the accuracy, efficiency, and scalability of electricity consumption forecasting models:

#### **Hybrid Model Optimization**

Investigate hybrid architectures that combine deep learning models (e.g., LSTM) with traditional ensemble methods (e.g., XGBoost, Random Forest) to leverage the strengths of both approaches.

#### **Integration of Additional External Factors**

Expand the dataset to include real-time electricity pricing, economic indicators, social activity patterns, and industrial production metrics to improve prediction robustness.

#### Advanced Hyperparameter Optimization

Utilize automated tuning techniques such as Bayesian optimization, grid search, or genetic algorithms to refine LSTM model parameters and improve accuracy.

#### Robust Validation Techniques

Implement advanced time-series validation strategies, such as rolling window validation and walk-forward cross-validation, to enhance model generalization.

#### Real-Time Forecasting and Deployment

Develop a pipeline for real-time electricity consumption forecasting by integrating streaming data sources and deploying models in an operational environment.

#### Explainability and Interpretability

Apply explainability methods such as SHAP (Shapley Additive Explanations) or LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) to enhance model transparency and trustworthiness for stakeholders.

#### Implementation of MLOps Practices

Automate model training, validation, and deployment using MLOps principles.

Develop continuous integration and deployment (CI/CD) pipelines to ensure models remain updated with the latest data.

Monitor model performance over time to detect drift and trigger retraining when necessary.

#### Scalability and Cloud Deployment

Explore cloud-based solutions for large-scale deployment, leveraging platforms like AWS SageMaker, Google AI Platform, or Azure ML to ensure model scalability and automation.

By addressing these areas, future research can refine electricity demand forecasting models, making them more accurate, interpretable, and adaptable to real-world conditions.

### References:

1. Aguilar Madrid, E., & Antonio, N. (2021). Short-term electricity load forecasting with machine learning. *Information*, 12(2), 50.
2. Jawad, M., Nadeem, M. S. A., Shim, S. O., Khan, I. R., Shaheen, A., Habib, N., ... & Aziz, W. (2020). Machine learning based cost effective electricity load forecasting model using correlated meteorological parameters. *IEEE Access*, 8, 146847–146864.
3. Lago, J., De Ridder, F., & De Schutter, B. (2018). Forecasting spot electricity prices: Deep learning approaches and empirical comparison of traditional algorithms. *Applied Energy*, 221, 386–405.
4. Subramanya, R., Sierra, S., & Vyatkin, V. (2022). From DevOps to MLOps: Overview and application to electricity market forecasting. *Applied Sciences*, 12(19), 9851.
5. Fujii, T. Y., Hayashi, V. T., Arakaki, R., Ruggiero, W. V., Bulla, Jr., R., Hayashi, F. H., & Khalil, K. A. (2022). A digital twin architecture model applied with MOPs techniques to improve short-term energy consumption prediction. *Machines*, 10(1), 23.
6. Allah, S., & Adari, S. K. (2021). *Beginning MLOps with MLFlow*. Apress: New York, NY, USA.



7. Kreuzberger, D., Kühl, N., & Hirschl, S. (2023). Machine learning operations (MLOps): Overview, definition, and architecture. IEEE Access.

8. di Laurea, I. S. (2021). MLOps—Standardizing the machine learning workflow (Doctoral dissertation, University of Bologna).

UDC 004.932

**Amina Baiuzak**

Master's student, Department of Applied Data Analytics  
Astana IT University  
(Astana, Kazakhstan)

## ADVANCEMENTS IN DEEP LEARNING FOR CHEST X-RAY ANALYSIS: A COMPARATIVE REVIEW

**Abstract:** Chest X-ray (CXR) imaging is a fundamental tool in clinical diagnostics, and recent advancements in machine learning (ML) and deep learning (DL) have significantly improved the accuracy and efficiency of disease classification. This study presents a comparative analysis of state-of-the-art ML approaches for CXR classification, focusing on dataset characteristics, preprocessing techniques, model architectures, optimization strategies, and evaluation metrics. The analysis covers convolutional neural networks (CNNs), hybrid models, and transformer-based architectures, examining their performance in classifying diseases such as COVID-19, pneumonia, tuberculosis (TB), and lung cancer. The results highlight the effectiveness of ensemble models, attention mechanisms, and transfer learning to improve diagnostic accuracy. In particular, transformer-based models, such as the Enhanced Swin Transformer (EnSTrans) and ResNet-16 hybrids, demonstrated superior classification accuracy, with some models exceeding 0,99. Differences in optimization strategies, including hyperparameter tuning, data augmentation, and novel optimization algorithms, are also discussed. The findings provide insights into the strengths and limitations of current CXR classification methods, emphasizing the need for further improvements in explainability, model efficiency, and real-world clinical integration.

**Keywords:** Chest X-ray classification, machine learning, deep learning, convolutional neural networks, transformers, tuberculosis detection, pneumonia detection, COVID-19 diagnosis, medical image analysis

### Introduction

Chest X-ray imaging is a key component of clinical diagnostics due to its wide availability. The recent surge in the application of machine learning (ML) and deep learning (DL) techniques has significantly advanced the interpretation of these images, improving the detection of various pulmonary diseases such as pneumonia, tuberculosis (TB), COVID-19, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and more [1]–[4]. Early works primarily focused on building robust classification frameworks, while more recent studies have expanded into segmentation, regression (e.g., lung volume estimation), multimodal data fusion, and explainability. These advancements not only enhance diagnostic accuracy but also lay the groundwork for the eventual goal of automatically generating comprehensive, clinically meaningful descriptions from chest X-ray images [5], [6].

## Deep Learning Approaches for Chest X-Ray Analysis

**Classification and Ensemble Methods.** A significant part of the literature is devoted to the development and evaluation of deep learning architectures for the classification of lung diseases. Alshmrani et al. [1] and Kumar et al. [2] demonstrated that pre-trained CNNs such as VGG19, when combined with additional convolutional layers and ensemble strategies, can accurately classify conditions like pneumonia, lung cancer, TB, lung opacity, and COVID-19. Further extending this work, researchers such as Sanida et al. [7], Mohan et al. [8], and Shelke et al. [9] compared transfer-learning approaches using models like VGG16, Inception ResNet, DenseNet, and custom-built CNNs to distinguish among multiple classes (e.g., normal, COVID-19, bacterial pneumonia, viral pneumonia, and TB) with remarkable accuracy.

Additional studies have evaluated the performance of transformer-based models and hybrid architectures. Chen et al. [10] demonstrated that a fine-tuned vision transformer model achieved superior performance in COVID-19 diagnosis compared to conventional CNNs, while Srinivas et al. [11] addressed issues of overfitting and misclassification with a hybrid IV3-VGG model. Nigam et al. [12] and Awan et al. (2021) also contributed to COVID-19 detection efforts by comparing multiple state-of-the-art architectures, including EfficientNet and NASNet—highlighting the promise of deep learning systems in rapidly distinguishing COVID-19 from other conditions.

**Segmentation and Localization Techniques.** Beyond classification, segmentation of lung fields and pathological regions is critical for both diagnosis and the potential generation of descriptive reports. Wei et al. [4] introduced an anatomically guided system that uses landmarks (e.g., the trachea) to accurately segment structures such as the right internal jugular line. In parallel, Ou et al. [13] developed U-Net-based models (including Attention U-Net and U-Net++) to semantically segment tuberculosis lesions from chest X-rays, achieving high intersection-over-union scores that underscore the importance of precise lesion localization for subsequent descriptive tasks.

Other segmentation approaches have combined data augmentation and ensemble strategies to improve performance. Bharati et al. [14] proposed a hybrid framework (VDSNet) that integrates VGG features, data augmentation, and spatial transformer networks to achieve improved precision and recall in lung disease detection on both full and sample datasets.

**Regression and Quantitative Analysis.** In addition to classification and segmentation, some studies have addressed quantitative evaluation of lung function from imaging data. Ghimire and Subedi [15] proposed a multi-task learning framework that jointly performs lung segmentation and regression to estimate lung volume capacity from X-ray images. By combining segmentation outputs with regression networks, this approach achieved lower mean square error compared to using independent networks—a promising step toward automating quantitative assessments.

Integrating clinical parameters with imaging data further enriches diagnostic systems. Zou et al. [16] developed an ensemble model that fused clinical data with chest X-ray features, thereby improving both disease detection and severity staging. This

multimodal fusion approach is critical for developing future systems capable of generating detailed, context-rich descriptions that go beyond image interpretation alone.

**Optimization, Explainability, and Continuous Learning.** Optimizing deep learning models for clinical use is a recurring theme in literature. Techniques such as hyperparameter tuning, cross-validation, and the use of evolutionary algorithms have been applied to refine model performance [17]–[19]. Chen et al. [19] monitored training loss regression slopes for generative adversarial networks (GANs), ensuring the generation of high-quality synthetic images for data augmentation. Furthermore, A'yuni et al. [20] incorporated continuous learning into TB detection systems, allowing models to update as new data become available, ensuring sustained performance over time.

Explainability is essential for clinical acceptance of AI tools. Ifty et al. [17] explored explainable AI (XAI) methodologies alongside various deep learning models—including CNNs, ensembles, and transformers—to enhance trust in the decision-making process for lung disease classification. Similarly, Lee [21] demonstrated that deeper ResNet architectures tend to incorporate larger portions of the image into their inference process, contributing to improved interpretability.

**Applications in Pediatric and Infectious Diseases.** Specialized applications of ML for pediatric populations have also been explored. K. Chen et al. [22] developed a computer-aided diagnostic system for common pulmonary diseases in children—including bronchiolitis, pneumonia, and pneumothorax—using a combination of YOLOv3 for lung field localization and various classification schemes.

The COVID-19 pandemic spurred a wealth of research into automated detection from chest X-rays and CT scans. Saygılı [23], Nigam et al. [12], and Awan et al. [24] developed systems for rapid COVID-19 detection that achieve high accuracy while also distinguishing COVID-19 from other forms of pneumonia. Studies by Kotei and Thirunavukarasu [25], Wang et al. [26], and Goswami et al. [27] reported high diagnostic performance using hybrid transformer-CNN models and EfficientNet-based architectures for TB detection. Mamlook et al. [28] and Sahin et al. [29] developed deep learning frameworks specifically targeting pneumonia detection, with reported accuracies exceeding 98% in some cases.

## **Comparative Analysis of Machine Learning Methods for Chest X-Ray Classification**

This section presents a comparative analysis of the methods utilized in five different studies focusing on deep learning approaches for chest X-ray (CXR) image classification. The analysis covers dataset characteristics, preprocessing techniques, model architectures, optimization strategies, and evaluation metrics, highlighting both similarities and differences among the approaches.

### ***A. Dataset Characteristics and Preprocessing***

Each study utilized distinct datasets with varying sizes and image classes. Alshmrani et al. [1] used a large dataset comprising 80,000 CXR images, covering six disease categories, including COVID-19, pneumonia, tuberculosis (TB), lung cancer, lung opacity, and normal cases. Nettur et al. [30] focused on pediatric pneumonia detection with a dataset of 5,856 images, while Visu et al. [31] employed a dataset for TB

classification with 662 cases (336 TB-positive and 326 normal cases). Bennour et al. [32] developed three models trained on multiple benchmarks for classifying COVID-19, pneumonia, and pulmonary opacity. Kotei and Thirunavukarasu [25] used the TBX11K dataset, which includes three categories—Healthy, Sick but non-TB, and TB—to ensure better representation of real-world clinical settings.

Preprocessing techniques varied across studies but shared common practices such as normalization and resizing. Alshmrani et al. [1] resized all images to 224×224 pixels and applied pixel intensity normalization. Nettur et al. [30] implemented data augmentation techniques, including rotation, width/height shifts, and brightness adjustments, to enhance model robustness. Visu et al. [31] applied Adaptive Gaussian Filtering for noise removal, followed by data augmentation using shifting, scaling, cropping, flipping, and rotation. Bennour et al. [32] employed image resizing and normalization without explicit augmentation strategies. Preprocessing steps included dataset balancing and class activation mapping for visualization, as implemented by Kotei and Thirunavukarasu [25], to ensure better model interpretability.

### ***B. Model Architectures***

Each study proposed distinct deep learning architectures tailored to their classification tasks. Alshmrani et al. [1] used a hybrid model combining VGG19 with additional CNN layers for feature extraction and classification, achieving an accuracy of 96.48%. Nettur et al. [30] developed a lightweight weighted ensemble model combining MobileNetV2 and NASNetMobile, attaining 98.63% accuracy. Visu et al. [31] proposed an Enhanced Swin Transformer (EnSTrans) model with an Attention UNet (A\_UNet) for segmentation and Residual Pyramid Network-based MLP layers, reaching 99.06% accuracy. Bennour et al. [32] designed three CNN-based models (CovCXR-Net, MDCXR3-Net, MDCXR4-Net) for COVID-19 and multi-class lung disease detection, with top accuracy reaching 99.09%. Kotei and Thirunavukarasu [25] integrated a transformer-based model with ResNet-16, leveraging self-attention mechanisms to enhance diagnostic accuracy, achieving 99.38% accuracy while maintaining computational efficiency.

### ***C. Optimization and Training Strategies***

The studies adopted different optimization techniques to improve model performance. Alshmrani et al. [1] used the Adam optimizer with a learning rate of 0.000009 and batch size of 32, trained for 5,000 epochs. Nettur et al. [30] applied a transfer learning approach, fine-tuning pre-trained CNNs on pneumonia images, freezing initial layers, and modifying later layers with dropout and batch normalization. Visu et al. [31] employed Enhanced Lotus Effect Optimization (EnLeO) for optimizing loss functions, integrating self-adaptive weighting strategies. Bennour et al. [32] used empirical hyperparameter tuning to balance dropout rates and maximize learning efficiency in small datasets. Method of Kotei and Thirunavukarasu [25] incorporated global average pooling with class activation mapping, ensuring better interpretability of diagnostic decisions while optimizing computational resource usage.

### ***D. Performance Evaluation and Metrics***



To evaluate classification effectiveness, all studies reported key metrics such as accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the curve (AUC). Model of Alshmrani et al. [1] achieved an accuracy of 96.48%, with a precision of 97.56%, recall of 93.75%, F1-score of 95.62%, and an AUC of 99.82%. Ensemble approach of Nettur et al. [30] yielded an accuracy of 98.63%, with precision, recall, and F1-score values all around 98.64%, and an AUC of 99.77%. Visu's [31] transformer-based segmentation model reached an accuracy of 99.06%, with a precision of 99.15% and recall of 98.95%. CNN models of Bennour et al. [32] achieved a top accuracy of 99.09%, demonstrating their effectiveness despite dataset limitations. Hybrid transformer-ResNet-16 of Kotei and Thirunavukarasu [25] model achieved 99.38% accuracy, highlighting the strength of transformer-based architectures in capturing intricate features within X-ray images.

Each method presents innovative approaches to CXR classification, with Visu's transformer-based segmentation model achieving the highest accuracy. Nettur's ensemble model demonstrated efficiency in pediatric pneumonia detection, while multi-class classification of Alshmrani et al. [1] framework and CNN models of Bennour et al. [32] showcased deep learning's potential in lung disease diagnosis. Transformer-ResNet-16 hybrid approach of Kotei and Thirunavukarasu [25] demonstrated that self-attention mechanisms can enhance interpretability and classification performance. Future research could explore integrating transformers, optimizing segmentation strategies, and enhancing real-world deployment feasibility through lightweight models.

## CONCLUSION

The reviewed literature demonstrates significant progress in chest X-ray analysis. Studies addressing COVID-19, TB, pneumonia, and other pulmonary conditions reveal that deep learning methods can achieve high diagnostic performance while providing interpretable insights. Comparative studies and surveys underscore the challenges and opportunities that remain, particularly regarding dataset imbalance, resource constraints, and the need for clinically robust systems. Together, these studies provide a comprehensive foundation for the eventual development of fully automated systems that can generate detailed, clinically relevant radiological descriptions from chest X-ray images. By integrating advances in classification, segmentation, optimization, and explainability with emerging NLP techniques, future research promises to bridge the gap between image analysis and natural language reporting, ultimately enhancing diagnostic accuracy and patient care.

## References

1. G. M. M. Alshmrani, Q. Ni, R. Jiang, H. Pervaiz, and N. M. Elshennawy, "A deep learning architecture for multi-class lung diseases classification using chest x-ray (cxr) images," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 64, pp. 923–935, Nov 2022.
2. R. Kumar, C.-T. Pan, Y.-M. Lin, Y.-L. Shiue, T.-S. Chung, and U. G. S. Janesha, "Enhanced multi-model deep learning for rapid and precise diagnosis of pulmonary diseases using chest x-ray imaging," *Diagnostics*, vol. 15, no. 3, p. 248, Jan 2025.

3. B. Nguyen and A. V. H, “Detecting lung diseases from x-ray images using deep learning,” *Statistics Optimization & Information Computing*, vol. 13, no. 1, pp. 297–308, Oct 2024.
4. S. Wei, L. Shrestha, G. Melendez-Corres, and M. S. Brown, “Anatomically guided deep learning system for right internal jugular line (rijl) segmentation and tip localization in chest x-ray,” *Life*, vol. 15, no. 2, p. 201, Jan 2025.
5. V. Leon, A. Pasko, and B. Terenzio, “Progress and prospects in deep learning for chest x-ray interpretation,” Jan 2025.
6. R. Siddiqi and S. Javaid, “Deep learning for pneumonia detection in chest x-ray images: A comprehensive survey,” *Journal of Imaging*, vol. 10, no. 8, p. 176, Jul 2024.
7. M. V. Sanida, T. Sanida, A. Sideris, and M. Dasygenis, “An advanced deep learning framework for multi-class diagnosis from chest x-ray images,” *J — Multidisciplinary Scientific Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 48–71, 2024.
8. G. Mohan, M. M. Subashini, S. Balan, and S. Singh, “A multiclass deep learning algorithm for healthy lung, covid-19 and pneumonia disease detection from chest x-ray images,” *Discover Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 1, Mar 2024.
9. A. Shelke et al., “Chest x-ray classification using deep learning for automated covid-19 screening,” *SN Computer Science*, vol. 2, no. 4, May 2021.
10. T. Chen et al., “A vision transformer machine learning model for covid-19 diagnosis using chest x-ray images,” *Healthcare Analytics*, vol. 5, p. 100332, Apr 2024.
11. K. Srinivas, R. G. Sri, K. Pravallika, K. Nishitha, and S. R. Polamuri, “Covid-19 prediction based on hybrid inception v3 with vgg16 using chest x-ray images,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 83, no. 12, pp. 36 665–36 682, Jun 2023.
12. B. Nigam, A. Nigam, R. Jain, S. Dodia, N. Arora, and B. Annappa, “Covid-19: Automatic detection from x-ray images by utilizing deep learning methods,” *Expert Systems With Applications*, vol. 176, p. 114883, Mar 2021.
13. C.-Y. Ou et al., “Deep learning-based classification and semantic segmentation of lung tuberculosis lesions in chest x-ray images,” *Diagnostics*, vol. 14, no. 9, p. 952, Apr 2024.
14. S. Bharati, P. Podder, and M. R. H. Mondal, “Hybrid deep learning for detecting lung diseases from x-ray images,” *Informatics in Medicine Unlocked*, vol. 20, p. 100391, 2020.
15. S. Ghimire and S. Subedi, “Estimating lung volume capacity from x-ray images using deep learning,” *Quantum Beam Science*, vol. 8, no. 2, p. 11, Mar 2024.
16. X. Zou et al., “Screening and staging of chronic obstructive pulmonary disease with deep learning based on chest x-ray images and clinical parameters,” *BMC Pulmonary Medicine*, vol. 24, no. 1, Mar 2024.
17. T. T. Ifty, S. A. Shafin, S. M. Shahriar, and T. Towhid, “Explainable lung disease classification from chest x-ray images utilizing deep learning and xai,” Apr 2024.
18. Z. Ali et al., “A deep learning-based x-ray imaging diagnosis system for classification of tuberculosis, covid-19, and pneumonia traits using evolutionary algorithm,” *International Journal of Imaging Systems and Technology*, vol. 34, no. 1, Dec 2023.

19. C.-H. Chen, K.-Y. Hsieh, K.-E. Huang, and E.-T. Cheng, “Using the regression slope of training loss to optimize chest x-ray generation in deep convolutional generative adversarial networks,” *Cureus*, Jan 2025.

20. Q. A’yuni, N. Nasaruddin, M. Irhamsyah, M. Azhary, and R. Roslidar, “Intelligent tuberculosis detection system with continuous learning on x-ray images,” *Journal of Electronics Electromedical Engineering and Medical Informatics*, vol. 7, no. 1, pp. 130–141, Nov 2024.

21. S. B. Lee, “Development of a chest x-ray machine learning convolutional neural network model on a budget and using artificial intelligence explainability techniques to analyze patterns of machine learning inference,” *JAMIA Open*, vol. 7, no. 2, Apr 2024.

22. K.-C. Chen et al., “Diagnosis of common pulmonary diseases in children by x-ray images and deep learning,” *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, Oct 2020.

23. A. Saygılı, “A new approach for computer-aided detection of coronavirus (covid-19) from ct and x-ray images using machine learning methods,” *Applied Soft Computing*, vol. 105, p. 107323, Mar 2021.

24. M. J. Awan, M. H. Bilal, A. Yasin, H. Nobanee, N. S. Khan, and A. M. Zain, “Detection of covid-19 in chest x-ray images: A big data enabled deep learning approach,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 19, p. 10147, Sep 2021.

25. E. Kotei and R. Thirunavukarasu, “Tuberculosis detection from chest x-ray image modalities based on transformer and convolutional neural network,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 97 417–97 427, Jan 2024.

26. C.-H. Wang et al., “Deep learning–based diagnosis of pulmonary tuberculosis on chest x-ray in the emergency department: a retrospective study,” *Deleted Journal*, vol. 37, no. 2, pp. 589–600, Jan 2024.

27. K. K. Goswami, R. Kumar, R. Kumar, A. J. Reddy, and S. K. Goswami, “Deep learning classification of tuberculosis chest x-rays,” *Cureus*, Jul 2023.

28. R. E. A. Mamlook, S. Chen, and H. F. Bzizi, “Investigation of the performance of machine learning classifiers for pneumonia detection in chest x-ray images,” in *2020 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, Jul 2020, pp. 098–104.

29. M. E. S. ahin, H. Ulutas, and E. Yu’ce, “A deep learning approach for detecting pneumonia in chest x-rays,” *European Journal of Science and Technology*, Oct 2021.

30. S. B. Nettur et al., “Lightweight weighted average ensemble model for pneumonia detection in chest x-ray images,” Jan 2025.

31. P. Visu, V. Sathiya, P. Ajitha, and R. Surendran, “Enhanced swin transformer based tuberculosis classification with segmentation using chest x-ray,” *Journal of X-Ray Science and Technology*, Jan 2025.

32. A. Bennour, N. B. Aoun, O. I. Khalaf, F. Ghabban, W.-K. Wong, and S. Algburi, “Contribution to pulmonary diseases diagnostic from x-ray images using innovative deep learning models,” *Heliyon*, vol. 10, no. 9, p. e30308, Apr 2024.

UDC 004.891.2

**Shaimerdenova Nazira**

Master's student, Department of Applied Data Analytics  
Astana IT University  
(Astana, Kazakhstan)

## **AI-POWERED INFORMATION SYSTEMS IN ONLINE SHOPPING: A LITERATURE REVIEW**

**Abstract:** The rapid advancement of artificial intelligence (AI) has significantly transformed the landscape of online shopping. AI-powered information systems, particularly recommender systems, big data analytics, deep learning techniques, and fraud detection mechanisms, have enhanced personalization, decision-making, and security in e-commerce. This literature review examines recent studies on AI applications in online shopping, analyzing their methodologies, findings, and future research directions. The review also highlights emerging challenges, including explainable AI, ethical concerns, and scalability issues, suggesting areas for future research to ensure a more effective and responsible deployment of AI in e-commerce.

**Key words:** artificial intelligence, information systems, e-commerce, online shopping, machine learning, recommender systems, customer experience, big data analytics, personalization, chatbots, predictive analytics.

**Introduction.** Online shopping has evolved into a sophisticated digital ecosystem driven by AI technologies. AI-powered information systems play a critical role in improving customer experience, optimizing business strategies, and mitigating risks. The integration of artificial intelligence (AI) in e-commerce has led to enhanced personalization, predictive analytics, and automation, reshaping how consumers interact with digital marketplaces.

Traditional online shopping relied heavily on rule-based systems and static databases, offering limited personalization and requiring significant human intervention. However, AI-driven solutions have revolutionized the industry by leveraging vast datasets to predict customer preferences, automate decision-making, and enhance fraud detection. Machine learning (ML) algorithms analyze behavioral patterns, deep learning models refine recommendations, and natural language processing (NLP) facilitates conversational AI-driven support systems, making online shopping more interactive and efficient.

As AI technologies continue to evolve, businesses are leveraging AI to refine marketing strategies, streamline supply chain management, and enhance fraud detection measures. The widespread adoption of AI in e-commerce has also raised questions about ethical considerations, data privacy, and algorithmic bias, making it essential for researchers and businesses to address these concerns proactively.

This literature review explores the key contributions of AI in online shopping, highlighting recommender systems, big data analytics, deep learning applications, and fraud detection. Furthermore, it examines existing research, identifies challenges, and proposes future directions for AI in e-commerce, ensuring continued innovation and sustainable growth in the digital shopping ecosystem.

**Overview of Information Systems in Online Shopping.** Information systems play a critical role in e-commerce by managing data, facilitating transactions, and improving customer engagement. These systems are responsible for inventory management, payment processing, order tracking, and customer relationship management. Traditional information systems rely on predefined rules and manual data management, which often fail to adapt to the dynamic and complex nature of online shopping. They lack the flexibility and scalability needed to meet the ever-evolving demands of consumers.

AI-enhanced systems, on the other hand, leverage machine learning, natural language processing (NLP), and big data analytics to provide real-time insights, personalized experiences, and automated decision-making capabilities. These technologies allow businesses to analyze vast amounts of consumer data, predict purchasing patterns, and optimize marketing strategies. The transition from conventional systems to AI-driven solutions has significantly improved operational efficiency and customer satisfaction in online shopping. AI-driven information systems can dynamically adjust pricing, personalize product recommendations, and enhance fraud detection, making them indispensable in the modern e-commerce landscape.

As e-commerce continues to evolve, the role of information systems in managing transactions, customer interactions, and decision-making has become increasingly crucial. Traditional information systems rely on predefined rules and manual data processing, which often fail to adapt to the complexities of modern online shopping. In contrast, AI-enhanced information systems leverage advanced technologies such as machine learning, big data analytics, and natural language processing to provide personalized recommendations, automate customer support, and improve overall efficiency. The following table highlights the key differences between traditional and AI-enhanced information systems in online shopping:

**Table 1 – Comparison of traditional vs. AI-enhanced information systems**

Feature	Traditional Systems	AI-Enhanced Systems
<b>Data Processing</b>	Manual/rule-based	Automated, real-time ML analysis
<b>Personalization</b>	Generic recommendations	Personalized, behavior-based
<b>Customer Support</b>	Human chat/email	AI chatbots, virtual assistants
<b>Fraud Detection</b>	Rule-based	Adaptive ML fraud detection
<b>User Experience</b>	Standard UI	Adaptive UI, smart search
<b>Decision-making</b>	Human-driven	AI predictive analytics
<b>Security</b>	Basic security	Advanced AI-based security
<b>Scalability</b>	Limited	Highly scalable

**AI-Powered Recommender Systems.** Recommender systems are crucial in e-commerce, helping online retailers personalize product suggestions based on user preferences, browsing history, and purchasing behavior. These systems enhance customer engagement, improve user experience, and boost sales.

Traditional recommendation methods, such as collaborative filtering, often struggle with challenges like data sparsity and the cold-start problem. AI-powered approaches,



particularly deep learning and sentiment analysis, have significantly improved recommendation accuracy and adaptability.

Valencia-Arias et al. [1] highlight the use of deep learning models and sentiment analysis to refine recommendations by analyzing vast datasets and customer reviews. Zhou [2] demonstrates the effectiveness of recurrent neural networks (RNNs) in tracking sequential user behavior, leading to more precise predictions. Additionally, Guan, Wei, and Chen [3] introduce the Deep-MINE framework, which integrates product images, descriptions, and reviews to enhance personalization.

As AI-driven recommender systems continue to evolve, future research may focus on reducing biases, improving transparency, and refining real-time recommendation models for better user engagement.

**Big Data Analytics in E-Commerce.** Big data analytics is a key driver of e-commerce decision-making, enabling businesses to analyze vast consumer datasets and extract valuable insights. It plays a critical role in predicting consumer behavior, optimizing marketing strategies, and improving operational efficiency.

Zineb et al. [4] emphasize how machine learning models analyze purchasing patterns and predict trends, allowing businesses to personalize promotions and optimize inventory management. Alrumiah and Hadwan [5] explore the use of big data for dynamic pricing, where real-time analysis helps retailers adjust prices based on demand and competitor strategies. However, challenges such as data security and high implementation costs remain significant concerns.

Lv [6] introduces a deep learning-based user behavior prediction model, integrating big data to refine shopping recommendations and enhance marketing strategies. As big data analytics continues to shape e-commerce, future advancements may focus on improving real-time processing, enhancing data privacy, and making analytics-driven decision-making more efficient.

**AI-Driven Precision Marketing.** AI-driven precision marketing enables businesses to deliver highly personalized promotions, optimize pricing strategies, and enhance customer engagement. By analyzing user behavior, AI helps retailers target the right audience with relevant content, improving conversion rates and overall revenue.

Aravindhana et al. [7] highlight successful applications of AI in precision marketing, with companies like Amazon, Netflix, and Alibaba's Taobao using AI to personalize advertisements and adjust prices dynamically. These platforms leverage AI-powered recommendation engines and real-time bidding algorithms to maximize marketing efficiency.

Khrais [8] examines AI's role in understanding consumer sentiment through sentiment analysis and demand forecasting, allowing businesses to tailor marketing campaigns to customer preferences. However, ethical concerns such as data privacy and algorithmic bias remain challenges in AI-driven marketing, necessitating responsible AI implementation.

As AI-powered marketing continues to evolve, future advancements will likely focus on improving transparency, reducing bias, and enhancing the explainability of AI-generated marketing decisions.

**AI for Fraud Detection in Online Shopping.** The increase in digital transactions has led to a growing need for AI-powered fraud detection systems that safeguard e-commerce platforms from fraudulent activities. AI-driven fraud detection utilizes machine learning

algorithms to monitor transactions in real time, identifying suspicious patterns and preventing potential threats.

Rani and Mittal [9] analyze the role of AI in fraud detection, emphasizing the importance of real-time anomaly detection to minimize financial risks. Machine learning models help distinguish between legitimate and fraudulent transactions, reducing false positives and improving the security of online payments.

AI-driven fraud prevention systems also integrate behavioral analysis, biometric authentication, and predictive analytics to enhance security measures. As cyber threats become more sophisticated, future developments in fraud detection will likely focus on improving accuracy, reducing false alarms, and strengthening AI's ability to adapt to new fraudulent tactics.

**Challenges and Future Research Directions.** While AI-powered information systems have significantly improved online shopping experiences, several challenges must be addressed to ensure their effectiveness, ethical use, and seamless integration into e-commerce platforms.

### **Explainable AI (XAI)**

One of the major challenges in AI-driven e-commerce is the lack of transparency in decision-making processes. Khrais [8] emphasizes the need for explainable AI (XAI) to enhance trust and interpretability. Consumers and businesses often struggle to understand how AI algorithms generate recommendations or detect fraud, raising concerns about fairness and accountability. Future research should focus on developing interpretable AI models that offer clear explanations for their outputs without compromising performance.

### **Ethical Considerations**

The ethical implications of AI in online shopping, including data privacy, algorithmic bias, and consumer manipulation, remain pressing concerns. AI models rely heavily on user data, raising questions about how personal information is collected, stored, and used. Khrais [8] highlights the risk of biased recommendations and the potential for AI-driven marketing to exploit consumer behavior. Regulatory frameworks and ethical AI practices must be established to promote transparency, fairness, and consumer protection in e-commerce.

### **Scalability and Integration**

As AI technologies continue to evolve, their integration across diverse e-commerce platforms presents challenges related to scalability and compatibility. Many retailers, especially small and medium-sized enterprises (SMEs), struggle with the high costs and technical complexities of AI adoption. Future research should explore cost-effective AI solutions that can be seamlessly integrated into different online shopping environments. Additionally, advancements in cloud-based AI services and API-driven architectures could improve adaptability and efficiency across various retail platforms.

By addressing these challenges, AI-powered information systems can continue to evolve, offering more reliable, ethical, and scalable solutions for the future of online shopping.

**Conclusion.** AI-powered information systems have revolutionized online shopping by enhancing personalization, optimizing marketing strategies, and securing transactions. The ability to analyze vast amounts of consumer data in real time allows e-commerce businesses to tailor their services to individual preferences, thereby improving customer satisfaction and

engagement. AI-driven fraud detection mechanisms further contribute to the security and trustworthiness of online transactions, protecting both consumers and businesses from financial threats.

While significant progress has been made in AI integration within e-commerce, several challenges remain, including ethical concerns, explainability of AI decisions, and scalability issues. Future research should focus on enhancing AI's transparency, ensuring ethical AI deployment, and developing adaptable AI models for different e-commerce platforms.

The continued evolution of AI in e-commerce will shape the future of digital shopping, offering more intelligent, secure, and consumer-centric experiences. As technology advances, AI-powered information systems will play an even greater role in shaping the global online shopping landscape, making e-commerce more efficient, personalized, and secure for all stakeholders.

### References

1. Valencia-Arias, A., Uribe-Bedoya, H., González-Ruiz, J. D., Santos, G. S., Ramírez, E. C., & Rojas, E. M. (2024). Artificial Intelligence and Recommender Systems in e-commerce. Trends and Research Agenda. *Intelligent Systems With Applications*, 24, 200435. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2024.200435>
2. Zhou, L. (2020). Product advertising recommendation in e-commerce based on deep learning and distributed expression. *Electronic Commerce Research*, 20(2), 321–342. <https://doi.org/10.1007/s10660-020-09411-6>
3. Guan, Y., Wei, Q., & Chen, G. (2019). Deep learning based personalized recommendation with multi-view information integration. *Decision Support Systems*, 118, 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.01.003>
4. Zineb, E. F., Najat, R., & Jaafar, A. (2021). An intelligent approach for data analysis and decision making in big data: A case study on e-commerce industry. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(7). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2021.0120783>
5. Alrumiah, S. S., & Hadwan, M. (2021). Implementing big data Analytics in E-Commerce: vendor and customer view. *IEEE Access*, 9, 37281–37286. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3063615>
6. Lv, Q. (2024). E-Commerce Big Data Analysis and User Behavior Prediction Algorithm Based on Deep Learning. *2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Autonomous Robot Systems (AIARS)*, 219–224. <https://doi.org/10.1109/aiars63200.2024.00046>
7. Aravindhan, G., Vemuri, V., Ram, N., Singh, A., Jain, A., Kancherla, D., & Kanakamma, T. (2023). Precision Marketing strategy for E-Commerce by using artificial intelligence technology. *Journal of Informatics Education and Research*. <https://doi.org/10.52783/jier.v3i2.310>
8. Khrais, L. T. (2020). Role of artificial intelligence in shaping consumer demand in E-Commerce. *Future Internet*, 12(12), 226. <https://doi.org/10.3390/fi12120226>
9. Rani, S., & Mittal, A. (2023). Securing Digital Payments a Comprehensive Analysis of AI Driven Fraud Detection with Real Time Transaction Monitoring and Anomaly Detection. *2023 6th International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*, 4, 2345–2349. <https://doi.org/10.1109/ic3i59117.2023.10397958>

УДК 519.8

Диярова Аружан Болаткызы  
магистрант 1 курса,  
Astana IT University  
(г.Астана, Казахстан)

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА: АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНИМОСТЬ В РИТЕЙЛЕ

**Аннотация:** Прогнозирование спроса на товары является одной из ключевых задач в ритейле и логистике. Современные алгоритмы машинного обучения позволяют значительно повысить точность прогнозов, что способствует оптимизации запасов, снижению издержек и увеличению прибыли. В данной статье рассматриваются различные методы прогнозирования, включая классические статистические модели, алгоритмы градиентного бустинга и нейросетевые подходы. Проведён анализ их эффективности, рассмотрены примеры реального использования компаниями, представлены схемы и графики, иллюстрирующие успешное применение методов в бизнесе.

**Ключевые слова:** прогнозирование спроса, машинное обучение, ARIMA, градиентный бустинг, LSTM, ритейл, анализ временных рядов, точность прогнозов.

**Введение.** Точность прогнозирования спроса играет важную роль в эффективности бизнес-процессов, особенно в условиях высокой конкуренции и изменчивого потребительского спроса. Ошибки в прогнозах могут приводить к дефициту или избыточным запасам, что негативно отражается на финансовых показателях компании. В последние годы активно развиваются методы машинного обучения, позволяющие строить более точные прогнозы, учитывая множество факторов. Первыми исследованиями на тему прогнозирования временного ряда начались с 19 века. Впервые попытка разложить временной ряд на тренд и сезонность представлена в статье метеоролога Байса-Баллота, который выполнил разложение между трендом и сезонностью, моделируя тренд полиномом, а сезонность – фиктивными переменными. Затем в 1884 году Э. Пойнтинг [1] предложил метод анализа временных рядов, который стал известен как "метод декомпозиции временных рядов". Этот метод позволяет разделить временной ряд на компоненты, такие как трендовая составляющая, сезонная составляющая, чтобы лучше понять их поведение и особенности. Дальнейший толчок в развитии методов прогнозирования временных рядов стала работа Г. Эндрыуса и Д. Бокса 1970г. [2], где были разработаны первые модели авторегрессии и скользящего среднего и расширение этих моделей до моделей ARIMA. Параллельно с этим вышла работа К. Грэнджера и П. Ньюболда [3] ставшая классикой в эконометрики. В ней авторы рассматривают методы прогнозирования экономических временных рядов, применение авторегрессивных (AR) и-скользящих средних (MA) моделей которые используются для анализа и предсказания поведения экономических переменных, таких как ВВП, инфляция, уровень безработицы. В 1980-е



годы началось активное развитие нейронных сетей. Одна из первых работ в которой описывается применения метода нейронной сети для прогнозирования временного ряда стала модель с использованием нейронной сети прямого распространения (FNN) диссертационное исследование П. Вербоса 1974 г. [4]. Две ключевые работы впоследствии оказавшие значительно влияние на эту область исследования были публикации Д. Хоппфилд 1982 г. [5] и Д. Румельхарт 1986 г. [6], впоследствии ставшие основой для разработки моделей прогнозирования с помощью рекуррентных нейронных сетей (RNN) впервые появившихся в статье Дж. Уильямса 1987 г. [7] и LSTM (долговременная кратковременная память) в работе 1997 г. Ю. Шмид-Хубера. Хотя в этом исследовании не приводились конкретные примеры применения LSTM к временным рядам оно заложило основу для будущего исследования этих алгоритмов вышеупомянутого автора с использованием LSTM для прогноза временных рядов в публикации 1999г. Эти работы стали основами для применения нейронных сетей, как инструмента для моделирования временных зависимостей.

### **Методы прогнозирования**

С развитием экономики и торговли потребность в точных прогнозах спроса становилась всё более острой. Первые подходы к анализу данных базировались на простых статистических методах, но по мере роста объемов информации и усложнения рыночных факторов стали разрабатываться новые методы.

#### **1. Классические статистические методы**

- Методы скользящего среднего и экспоненциального сглаживания – простые и эффективные методы для прогнозирования временных рядов. Этот метод по историческим данным впервые появился в начале XX века и использовался в экономическом анализе.

- ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) – мощный инструмент для анализа и прогнозирования временных рядов. Метод разработана Джорджем Боксом и Гвильямом Дженкинсом в 1970 году, с тех пор широко применяется в прогнозировании временных рядов.

- SARIMA (Seasonal ARIMA) – расширение ARIMA, учитывающее сезонные компоненты.

- Prophet – модель, разработанная Facebook, предназначенная для работы с сезонными трендами.

#### **2. Алгоритмы машинного обучения**

- Градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM, CatBoost) – мощные методы для прогнозирования с высокой точностью.

- Метод случайного леса – ансамблевая модель, улучшающая предсказания за счёт построения множества деревьев решений.

- Метод опорных векторов (SVM) – хорошо работает на небольших наборах данных.

#### **3. Глубокие нейросети**

- LSTM (Long Short-Term Memory) – специализированные рекуррентные нейросети для анализа временных рядов.

- CNN (Convolutional Neural Networks) – хорошо работают с пространственно-временными зависимостями.



- Transformer-модели – применяются для долгосрочного прогнозирования. Представленные в 2017 году, находят всё большее применение в прогнозировании спроса благодаря своей способности учитывать долгосрочные зависимости.



Рисунок 1 – Виды нейронных сетей используемые для прогнозирования временных рядов

### Оценка точности прогнозов

Для оценки точности моделей используются метрики **MAPE** и **RMSE**:

MAPE, или средняя абсолютная процентная ошибка (1), является одной из метрик оценки точности прогнозов. Она вычисляется как среднее значение абсолютных процентных ошибок между фактическими и прогнозируемыми значениями. MAPE удобна тем, что она выражается в процентах, что делает ее легкой для интерпретации и сравнения между различными моделями 20 прогнозирования. Однако, MAPE может быть чувствительной к нулевым значениям в данных.

$$MAPE = 100 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|, \quad (1)$$

где  $n$  – размер выборки;  
 $\hat{y}_i$  – прогнозное значение;  
 $y_i$  – фактическое значение.

Среднеквадратическая ошибка (RMSE) - это метрика оценки качества модели или алгоритма, которая измеряет среднюю величину ошибки между предсказанными и прогнозными значениями. Чем меньше значение метрики, тем лучше модель предсказывает значения. RMSE рассчитывается как квадратный корень из среднего значения квадратов ошибок между предсказанными и прогнозными значениями (2). Формула для расчета RMSE выглядит следующим образом:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}, \quad (2)$$

где  $n$  – размер выборки;  
 $\hat{y}_i$  – прогнозное значение;  
 $y_i$  – фактическое значение.

## Практическое применение и анализ данных

В исследовании [8] анализировался набор данных розничной сети "Командор", включающий продажи фруктов в нескольких магазинах. Автор отмечает, что данные содержат информацию о количестве проданных единиц, ценах, сезонных колебаниях и влиянии внешних факторов, таких как акции и погодные условия. В статье утверждается, что спрос на бананы и лимоны имеет ярко выраженную сезонность: увеличение продаж наблюдается в зимние месяцы. Также отмечается, что после завершения промоакций спрос на продукцию падает, что подтверждает влияние ценовой политики на поведение покупателей.

Другие исследования предлагают различные подходы к прогнозированию спроса. Например, в работе [9] рассмотрена модель ARIMA, которая продемонстрировала стабильные результаты при прогнозировании временных рядов, но уступила методам градиентного бустинга в учёте сложных факторов. В исследовании [10] анализировалась нейросетевая модель LSTM, которая показала лучшую точность при долгосрочных прогнозах, особенно в условиях сезонных колебаний.

Таким образом, сравнительный анализ разных подходов показывает, что выбор метода прогнозирования зависит от специфики данных: если требуется интерпретируемость и простота, лучше использовать ARIMA, а для сложных зависимостей и долгосрочных прогнозов предпочтительны градиентный бустинг и нейросетевые модели. Основные характеристики данных:

Модель	MAPE, %	RMSE	Время обучения
ARIMA	25	4.935	20 сек.
SARIMA	28.9	5.442	25сек.
CatBoost	13.5	8.020	18 мин.
LightGBM	13.9	9.157	3 сек.
XGBoost	14.5	8.186	1ч. 8 мин.
LSTM	12.6	7.983	28 мин.

Как видно, модели CatBoost и LSTM продемонстрировали наилучшие результаты.

### Заключение

На основе проведённого анализа можно сделать вывод, что машинное обучение играет ключевую роль в прогнозировании спроса, позволяя компаниям ритейла минимизировать издержки и оптимизировать управление запасами. Традиционные методы, такие как ARIMA и SARIMA, остаются полезными для интерпретируемости и анализа временных рядов, однако они уступают по точности более сложным моделям, таким как градиентный бустинг и нейросетевые подходы.

Исследование различных источников показало, что модели CatBoost и LSTM демонстрируют наилучшие результаты при прогнозировании спроса, особенно в условиях сезонных колебаний. Однако их применение требует значительных вычислительных ресурсов и качественной подготовки данных. Сравнительный анализ

работ [7] и [8] подтвердил, что выбор оптимального метода зависит от специфики задачи: в краткосрочном прогнозировании могут быть эффективны статистические методы, в то время как для долгосрочных прогнозов лучше использовать нейросети.

Одним из главных вызовов остаётся интерпретируемость сложных моделей, что ограничивает их внедрение в реальный бизнес. Дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на развитие гибридных подходов, объединяющих точность глубоких моделей и прозрачность классических алгоритмов. Также перспективным направлением является учёт внешних факторов, таких как экономические кризисы, инфляция и поведенческие особенности покупателей.

Таким образом, машинное обучение становится неотъемлемым инструментом прогнозирования спроса в ритейле, позволяя компаниям адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и принимать более обоснованные управленческие решения.

### Список литературы:

1. Пойнтинг, Дж. Х. (1884 г.). Сравнение колебаний цен на пшеницу и импорта хлопка и шелка в Великобританию / Дж. Х. Пойнтинг // Журнал Лондонского статистического общества. – 2012. – № 47(1). – С. 34–74. <https://doi.org/10.2307/2979211>

2. Анализ временных рядов: прогнозирование и контроль / Д. Э. П. Бокс, Г. М. Дженкинс, Г. К. Рейнсел, Г. М. Льюнг // Журнал анализа временных рядов. – 2016. – №. 37 (5). – С. 712. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/299459188>

3. Грейнджер, К. Прогнозирование экономических временных рядов / К. Грейнджер. – Орландо : Академическая пресса, 1986. – xiv, 338. – ISBN 0122951832.

4. Вербос, П. Д. За пределами регрессии: новые инструменты прогнозирования и анализа в поведенческих науках : неопубликованный доктор философии / П. Д. Вербос ; Гарвардский университет, факультет прикладной математики. – Кембридж, Массачусетс, 1974. – URL: <https://gwern.net/doc/ai/nn/1974-werbos.pdf>

5. Хопфилд, Дж. Нейронные сети и физические системы с возникающими коллективными вычислительными способностями / Дж. Хопфилд // Доклад Национальной академии наук США. – Апр. 1982.

6. Румельхарт, Д. Э. Изучение представлений с помощью ошибок обратного распространения / Д. Э. Румельхарт, Д. Э. Хинтон, Р. Дж. Уильямс // Природа. – 1986. – № 323. – С. 533–536.

7. Разработка модели прогнозирования продаж в розничной торговле на основе методов машинного обучения

URL: [https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/153417/rassohin\\_1.pdf?sequence=1](https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/153417/rassohin_1.pdf?sequence=1)

8. Прогнозирование спроса на товары средствами машинного обучения (<https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-sprosa-na-tovary-sredstvami-mashinnogo-obucheniya/viewer>)

9. Прогнозирование спроса в сфере услуг общественного питания <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vital:22082/SOURCE01>

10. Проект разработки модуля управления дебиторской задолженностью на предприятии <https://elar.urfu.ru/handle/10995/140613>

УДК 519.86

**Нұрбаулина Айсәнім Қанатқызы**  
магистрант по Прикладной аналитике  
Astana IT University  
(г. Астана, Казахстан)

## МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются современные методы машинного и глубокого обучения, применяемые для прогнозирования финансовых рынков. Освещаются классические алгоритмы машинного обучения, включая регрессионные модели, деревья решений и градиентный бустинг, а также современные нейросетевые подходы, такие как рекуррентные нейронные сети (LSTM, GRU) и трансформеры. Анализируются преимущества и ограничения различных моделей, включая интерпретируемость, устойчивость к рыночным аномалиям и зависимость от качества данных. Особое внимание уделено гибридным моделям, комбинирующим временные ряды, текстовый анализ и традиционные финансовые индикаторы. Рассматриваются перспективные направления развития, включая применение объяснимого ИИ (XAI) и адаптацию трансформеров для анализа финансовых временных рядов.

**Ключевые слова:** Искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, прогнозирование финансовых рынков, временные ряды, нейронные сети, LSTM, трансформеры, гибридные модели, анализ данных, алгоритмический трейдинг, ценовые тренды, фондовый рынок, финансовая аналитика, инвестиционные стратегии.

**Введение.** Современные финансовые рынки характеризуются высокой динамичностью, сложными нелинейными зависимостями и значительной степенью неопределенности. Традиционные методы прогнозирования, основанные на фундаментальном и техническом анализе, зачастую оказываются недостаточно эффективными в условиях высокой рыночной волатильности. В последние десятилетия широкое распространение получили методы машинного обучения (ML) и глубокого обучения (DL), которые позволяют анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые закономерности и повышать точность предсказаний цен акций.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в финансовой аналитике активно развивается благодаря росту вычислительных мощностей, развитию алгоритмов обработки данных и доступности больших объемов исторических данных. Такие модели, как случайные леса (Random Forest), градиентный бустинг (XGBoost), рекуррентные нейронные сети (LSTM) и трансформеры, демонстрируют высокую предсказательную способность. Кроме того, в последнее время все большее внимание уделяется гибридным моделям, комбинирующим временные ряды, анализ текстовых данных (новостей, отчетов, социальных сетей) и традиционные финансовые индикаторы.

Несмотря на значительный прогресс в применении ИИ для финансового прогнозирования, остаются нерешенные вопросы, связанные с интерпретируемостью моделей, их устойчивостью к рыночным аномалиям, а также влиянием качества

данных на точность предсказаний. В данной работе рассматриваются современные методы машинного и глубокого обучения для прогнозирования цен акций, анализируются их сильные и слабые стороны, а также предлагаются возможные пути повышения точности и надежности предсказательных моделей.

## **Методы машинного и глубокого обучения в прогнозировании финансовых рынков**

### ***1. Классические методы машинного обучения***

Машинное обучение (ML) активно применяется для предсказания цен акций, анализа волатильности и выявления инвестиционных возможностей. Среди наиболее популярных методов выделяются:

- **Линейная и логистическая регрессия** – простые модели, используемые для прогнозирования цен на основе исторических данных.

- **Деревья решений и случайные леса** – алгоритмы, которые выявляют сложные зависимости в данных и могут работать с нелинейными зависимостями.

- **Методы градиентного бустинга (XGBoost, LightGBM, CatBoost)** – мощные модели, обладающие высокой точностью в задачах предсказания рыночных трендов.

- **SVM (Support Vector Machines)** – метод, использующий гиперплоскости для разделения данных и прогнозирования направлений движения акций.

- **Случайный лес (Random Forest)** – позволяет анализировать сложные зависимости, но чувствителен к шуму в данных.

- **Градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM, CatBoost)** – показывает высокую точность, но требует тщательной настройки параметров.

Исследование Бахтиярова (2024) [КиберЛенинка] показало, что модели случайного леса и градиентного бустинга могут эффективно предсказывать тренды акций, но их точность снижается при резких рыночных изменениях.

### ***2. Глубокие нейронные сети и их применение***

Глубокие нейронные сети (Deep Learning) демонстрируют впечатляющие результаты в анализе финансовых временных рядов и новостных потоков. Ключевые методы включают:

- **Рекуррентные нейронные сети (RNN, LSTM, GRU)** – позволяют моделировать временные зависимости в данных и делать точные прогнозы на основе последовательностей.

- **Сверточные нейронные сети (CNN)** – применяются для выявления закономерностей в графических представлениях данных, например, при анализе японских свечей.

- **Трансформеры (Transformer, BERT, GPT)** – используются для обработки текстовой информации, такой как новости, твиты и аналитические статьи, что помогает учитывать макроэкономические факторы.

В статье «Методы глубокого обучения в прогнозировании фондового рынка» сказано, что Рекуррентные нейронные сети (RNN) специально разработаны для моделирования временных зависимостей, что делает их идеально подходящими для прогнозирования временных рядов. Сохраняя скрытое состояние, которое фиксирует информацию с предыдущих временных шагов, RNN могут выявлять закономерности во времени, что крайне важно для прогнозирования цен акции.



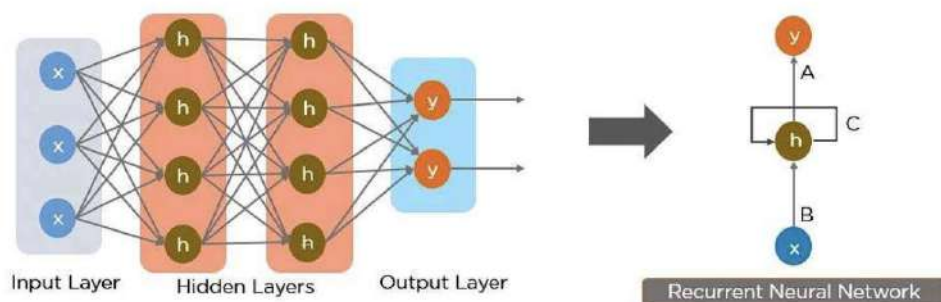


Рисунок 1 - Сравнение полносвязной и рекуррентной нейронных сетей

Хотя сверточные нейронные сети (CNN) изначально были разработаны для обработки изображений, их способность захватывать пространственные зависимости была адаптирована для анализа финансовых данных. CNN могут анализировать многомерные наборы данных, такие как движения цен и технические индикаторы, что позволяет извлекать релевантные признаки, улучшая точность прогнозов.

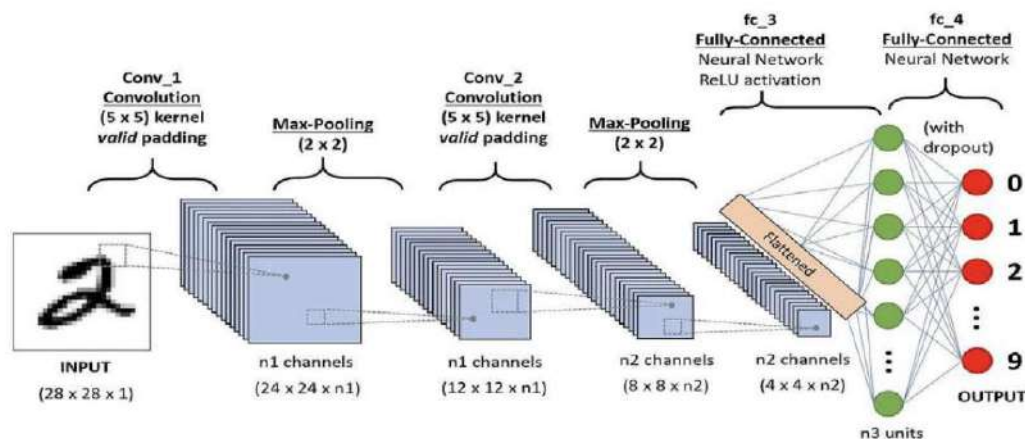


Рисунок 2 - Архитектура сверточной нейронной сети для распознавания цифр

Современные нейросетевые модели, такие как **LSTM (Long Short-Term Memory)** и **GRU (Gated Recurrent Unit)**, позволяют учитывать временные зависимости в финансовых данных:

**LSTM** хорошо справляется с длинными зависимостями и широко используется для предсказания рыночных данных.

**GRU** — упрощенная версия LSTM, требующая меньших вычислительных ресурсов.

Недавние исследования показывают, что комбинированные подходы, объединяющие традиционные методы машинного обучения с глубокими нейросетями, обеспечивают наилучшие результаты.

Исследование Агнона (2021) [КиберЛенинка] продемонстрировало, что модель Prophet эффективна в прогнозировании сезонных колебаний цен акций, однако уступает нейросетевым моделям в краткосрочных прогнозах.

Работа экономического факультета МГУ (2023) [econ.msu.ru] показала, что нейросети LSTM могут анализировать не только исторические данные, но и учитывать новостной фон, повышая точность предсказаний.

### **3. Трансформеры и гибридные модели**

Современные исследования все чаще используют **трансформеры (Transformers)**, популярные в обработке естественного языка, но адаптированные для финансовых временных рядов:

- **BERT, FinBERT** – анализируют новости и отчетность компаний для предсказания рыночных движений.

- **Time Series Transformers** – новая архитектура, адаптированная для временных рядов.

Исследование HSE (2024) [hse.ru] показало, что применение трансформеров позволяет учитывать не только исторические данные, но и тональность новостных сообщений, что делает прогнозы более точными.

Гибридные модели, объединяющие ML, DL и анализ текстов, становятся все более популярными. Например, исследование Finam (2023) [finam.ru] продемонстрировало, что **AI-скринер** сочетает нейросети и технический анализ для прогнозирования акций.

#### **Применение ИИ в инвестициях и анализе рыночных акций**

Аналитики рекомендуют инвесторам учитывать ИИ-акции, имеющие потенциал роста свыше 100% (The Motley Fool, 2024) [kursiv.media]:

- **Nvidia, Baidu, Mobileye Global, SoundHound AI** – лидеры рынка ИИ.

- **Palantir Technologies (PLTR)** – растущий спрос на ИИ-решения привел к увеличению капитализации компании (PRO.FINANSY, 2024).

Исследование Finam (2024) [finam.ru] показало, что модели ИИ могут предсказывать доходность акций на 12 месяцев с учетом макроэкономических данных и исторических цен.

Работа ученых ВМК МГУ (2024) [msu.ru] продемонстрировала, что комбинация временных рядов и текстовых данных (новости, отчеты) значительно повышает точность прогнозов цен акций.

#### **Проблемы и вызовы применения ИИ в финансовом прогнозировании**

Несмотря на успехи ИИ в анализе финансовых данных, остаются нерешенные проблемы:

- **Интерпретируемость моделей** – сложные нейросети трудно объяснимы для инвесторов.

- **Чувствительность к рыночным аномалиям** – модели плохо работают в кризисных ситуациях.

- **Качество данных** – шум в данных может снижать точность предсказаний.

Сочетание различных методов (например, гибридные ML + NLP) и адаптивные алгоритмы могут частично решать эти проблемы.

#### **Перспективы и направления дальнейших исследований**

Согласно последним работам, перспективными направлениями являются:

**1. Развитие гибридных моделей** – комбинация временных рядов, анализа новостей и макроэкономических показателей.

**2. Улучшение интерпретируемости ИИ** – объяснимый искусственный интеллект (XAI) для анализа решений моделей.

**3. Применение трансформеров для временных рядов** – адаптация новых архитектур для финансовых данных.

**4. Включение альтернативных источников данных** – анализ социальных сетей, поисковых запросов и отчетности компаний.

### **Выводы и заключение**

Литературный обзор показывает, что методы машинного обучения и глубокого обучения активно применяются для прогнозирования финансовых рынков. Классические модели обладают хорошей интерпретируемостью, но уступают нейросетевым подходам по точности.

Современные исследования демонстрируют, что использование LSTM, GRU и трансформеров позволяет достигать более высоких результатов, особенно в сочетании с анализом новостей и социальных медиа. Однако остаются нерешенные вопросы, связанные с интерпретируемостью, устойчивостью моделей к кризисам и качеством исходных данных.

Перспективными направлениями исследований являются развитие гибридных моделей, улучшение интерпретируемости ИИ и применение новых архитектур трансформеров. Полученные в ходе данного анализа выводы послужат основой для разработки и тестирования моделей в дальнейшем исследовании.

Одной из главных задач литературного обзора является анализ методов машинного и глубокого обучения, применяемых в прогнозировании цен акций. Это позволяет выявить наиболее эффективные модели, такие как линейные и нелинейные регрессии, случайные леса, градиентный бустинг, рекуррентные нейронные сети (LSTM) и трансформеры. Сравнение различных подходов помогает обосновать выбор методологии исследования, определить, какие модели лучше работают с временными рядами, а какие подходят для обработки новостных данных и анализа тональности.

Литературный обзор оказывает значительное влияние на интерпретацию результатов исследования. Сравнение полученных экспериментальных данных с результатами предыдущих работ позволяет не только подтвердить эффективность выбранных моделей, но и выявить возможные направления для их оптимизации.

Таким образом, проведение литературного обзора является неотъемлемой частью научного исследования, способствующей формированию комплексного понимания проблемы, выбору эффективной методологии, а также обеспечивающей обоснование полученных результатов. В контексте данной работы анализ существующих исследований позволит разработать и протестировать наиболее перспективные методы машинного обучения, применяемые для предсказания финансовых рынков, и предложить пути их дальнейшего совершенствования.

### **Список литературы:**

1. Какие акции разработчиков ИИ аналитики советуют купить — URL: <https://kz.kursiv.media/2024-04-18/vlds-ai>, 18 апреля 2024 г.

2. Может ли ИИ предсказывать доходность акций? — URL: <https://www.finam.ru/publications/item/mozhet-li-ii-predskazyvat-dokhodnost-aktsiy-20240928-1130>, 28 сентября 2024 г.

3. Прогнозирование цены акции с помощью метода — URL: <https://www.otr-magazine.ru/articles/stock-price-forecast>, Интернет-журнал "Отходы и ресурсы".

4. Как предсказывать стоимость акций с помощью ИИ — URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/ai-stock-prediction-2024>, 23 сентября 2024 г.

5. Техники машинного обучения для прогнозирования цен — URL: <https://habr.com/ru/post/345678>, 25 января 2016 г.

6. Ученые ВМК МГУ разработали модель ИИ для прогнозирования цен акций — URL: [https://cs.msu.ru/news/ai\\_stock\\_prediction\\_model](https://cs.msu.ru/news/ai_stock_prediction_model), 20 сентября 2024 г.

7. Инвестиции в искусственный интеллект: 15 акций — URL: <https://letai.be/articles/15-ai-stocks-to-invest-in-2021>, 13 сентября 2021 г.

8. Искусственный интеллект и фондовый рынок — URL: <https://gazprombank.investments/articles/ai-and-stock-market-2024>, 17 октября 2024 г.

9. Лучшие акции компаний в сфере ИИ — URL: <https://www.investing.com/top-ai-stocks>.

10. Прогноз: Покупка акций Palantir — URL: <https://pro.finansy.ru/articles/palantir-stock-buy-forecast>.

УДК 004.658

**Жабасова Айнара Ролланқызы**  
магистрант программы «Прикладная аналитика данных»  
Astana IT University  
(г. Астана, Казахстан)

## **АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ В СИСТЕМАХ ОНЛАЙН-ЗАПИСИ: РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

**Аннотация:** В современном цифровом мире онлайн-запись играет ключевую роль в оптимизации бизнес-процессов. Однако недостатки в управлении данными могут снижать эффективность работы таких систем. В данной статье рассматриваются методы сбора, хранения и анализа данных в системах онлайн-записи, использование машинного обучения и предсказательной аналитики для повышения точности прогнозирования клиентских запросов. Основное внимание уделяется стратегиям улучшения обработки данных, интеграции искусственного интеллекта и больших данных для повышения производительности систем онлайн-записи.

**Ключевые слова:** онлайн-запись, управление данными, машинное обучение, искусственный интеллект, предсказательная аналитика, Big Data, безопасность данных, ETL-процессы

### **Литературный обзор**

В эпоху цифровой трансформации данные становятся неотъемлемой частью процессов управления в бизнесе, образовании, медицине и других сферах. Системы онлайн-записи играют ключевую роль в организации и оптимизации клиентских взаимодействий, снижая нагрузку на администраторов и повышая качество обслуживания. Однако их эффективность напрямую зависит от подходов к управлению данными, включая стратегии сбора, хранения, анализа и обработки информации. В связи с этим исследование методов управления данными, включая машинное обучение, искусственный интеллект, большие данные и технологии предсказательной аналитики, становится особенно актуальным.

Настоящий обзор охватывает основные подходы к управлению данными в системах онлайн-записи, включая медицинские информационные системы, платформы онлайн-бронирования, методы предсказания пользовательского поведения, обеспечение безопасности данных и оптимизацию бизнес-процессов. Анализируется применение машинного обучения, больших данных и интеллектуальных алгоритмов для повышения эффективности и точности работы таких систем.

Современные медицинские учреждения активно внедряют автоматизированные системы записи пациентов, что значительно повышает эффективность использования ресурсов, снижает нагрузку на персонал и улучшает качество обслуживания. Исследования показывают, что внедрение медицинских информационных систем (МИС) позволяет значительно сократить время ожидания пациентов и улучшить планирование ресурсов [6]. Однако внедрение подобных систем сопряжено с рядом вызовов, включая необходимость стандартизации данных, интеграцию с



существующими медицинскими базами и обеспечение конфиденциальности информации [3].

Один из ключевых аспектов успешного функционирования МИС – предсказательная аналитика. Современные исследования демонстрируют, что машинное обучение может быть использовано для прогнозирования посещаемости пациентов и предотвращения незаполненных слотов в расписании врачей [9]. Такие системы анализируют исторические данные, учитывая факторы, влияющие на вероятность отказа от записи, и позволяют медицинским учреждениям заранее корректировать свое расписание. Дополнительно, интеллектуальные системы могут учитывать факторы сезонности, климатические условия и индивидуальные особенности пациентов, повышая точность прогнозирования и снижая потери, связанные с отменами записей.

Системы онлайн-бронирования широко применяются в различных отраслях, включая туризм, транспорт и сферу услуг. Эффективное управление данными в таких системах позволяет анализировать поведение пользователей, предсказывать спрос и адаптировать расписания в режиме реального времени. Исследование Халкиопулоса и др. [8] показывает, что внедрение персонализированных предложений и динамических систем рекомендаций значительно увеличивает уровень вовлеченности клиентов [8].

Применение машинного обучения в онлайн-бронировании позволяет не только повысить точность прогнозирования спроса, но и адаптировать предложения под предпочтения клиентов. Например, алгоритмы рекомендаций на основе истории бронирований помогают формировать более персонализированные предложения, увеличивая конверсию и снижая нагрузку на операторов [12]. Более того, интеллектуальные системы способны учитывать временные тренды, выявлять сезонные колебания спроса и адаптировать стоимость услуг в зависимости от прогнозируемой загруженности.

Прогнозирование спроса, анализ клиентского поведения и автоматизация процессов записи – ключевые задачи, которые решаются с использованием машинного обучения и технологий больших данных. Назаренко [7] подчеркивает значимость анализа больших данных для автоматизированных систем онлайн-записи, отмечая, что интеграция машинного обучения и предсказательной аналитики позволяет значительно повысить точность прогнозирования клиентских запросов. Развитие искусственного интеллекта и его внедрение в процессы бронирования позволяют не только повысить точность предсказаний, но и автоматизировать управление расписанием. В работе Рейн и др. [10] рассматриваются алгоритмы предсказания спроса, автоматической корректировки расписания и динамического распределения ресурсов, которые минимизируют время ожидания клиентов и снижают потери бизнеса. Однако в исследовании Саморани и др. [11] подчеркивается, что использование ИИ может создавать риски предвзятости в алгоритмах распределения медицинских записей, требуя дополнительного контроля и корректировки моделей.

С ростом объемов данных в системах онлайн-записи возрастает значимость обеспечения их безопасности. В исследовании Гетьмана и др. [1] рассматриваются методы анализа сетевого трафика, предиктивной аналитики и мониторинга

пользовательской активности, направленные на предотвращение кибератак и защиту персональной информации.

Эффективное управление данными требует оптимизации процессов извлечения, трансформации и загрузки (процессы извлечения, трансформации и загрузки данных). Автоматизация этих процессов позволяет снизить нагрузку на системы, повысить скорость обработки запросов и улучшить качество данных. В исследовании Картановой и Иманбекова [4] рассматриваются методы оптимизации ETL, направленные на снижение издержек и повышение точности обработки информации. Обзор Двойниковой и др. [2] подтверждает важность адаптивных ETL-моделей, способных масштабироваться в зависимости от нагрузки на систему.

### **Заключение**

Анализ научных источников демонстрирует, что эффективное управление данными в системах онлайн-записи требует комплексного подхода, включающего использование машинного обучения, анализа больших данных, предсказательной аналитики и методов кибербезопасности. Интеллектуальные алгоритмы позволяют оптимизировать процессы бронирования, минимизировать незаполненные временные слоты, улучшить клиентский опыт и сократить издержки компаний.

Будущие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных моделей управления расписаниями, учитывающих не только текущее поведение пользователей, но и внешние факторы, такие как сезонность спроса и экономические изменения. Важным направлением остается повышение прозрачности алгоритмов машинного обучения, минимизация рисков предвзятости, а также внедрение новых методов защиты данных в системах онлайн-записи.

### **Список литературы:**

1. Гетьман А. И., Евстропов Е. Ф., Маркин Ю. В. Анализ сетевого трафика в режиме реального времени: обзор прикладных задач, подходов и решений // Препринт ИСП РАН. 2015. Т. 28. С. 1–52.
2. Двойникова А. А., Кагиров И. А., Карпов А. А. Аналитический обзор методов автоматического распознавания вовлеченности пользователя в виртуальную коммуникацию // Информационно-управляющие системы. 2022. № 5 (120). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-metodov-avtomaticheskogo-raspoznavaniya-vovlechenosti-polzovatelya-v-virtualnuyu-kommunikatsiyu>
3. Еремеева П. А. Особенности применения цифровых технологий в здравоохранении // Стратегии бизнеса. 2020. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-tsifrovyyh-tehnologiy-v-zdravoohranenii>
4. Картанова А. Д., Иманбеков Т. И. Обзор методов оптимизации производительности процесса ETL // ISSN 1694-5298. Подписной индекс 77341. Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования с 2014 года. С. 556.
5. Макаров В. В., Волчик О. В. Управление данными в системах менеджмента качества // Экономика и качество систем связи. 2024. № 4 (34).

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-dannymi-v-sistemah-menedzhmenta-kachestva>

6. Монаков Д. М., Алтунин Д. В. Медицинские информационные системы: современные реалии и перспективы. Литературный обзор // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2022. № 4.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meditsinskie-informatsionnye-sistemy-sovremennye-realii-i-perspektivy-literaturnyy-obzor>

7. Назаренко Ю. Л. Обзор технологии "большие данные" (Big Data) и программно-аппаратных средств, применяемых для их анализа и обработки // European Science. 2017. № 9 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-tehnologii-bolshie-dannye-big-data-i-programmno-apparatnyh-sredstv-primenyaemyh-dlya-ih-analiza-i-obrabotki>

8. Halkiopoulos C., et al. Online reservation systems in e-Business: Analyzing decision making in e-Tourism // Journal of Tourism, Heritage & Services Marketing (JTHSM). 2020. Vol. 6. No. 1. P. 9–16.

9. Liu D., et al. Machine learning approaches to predicting no-shows in pediatric medical appointment // NPJ Digital Medicine. 2022. Vol. 5. No. 1. P. 50.

10. Rane N. L., Paramesha M., Choudhary S. P., Rane J. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning for Advanced Business Strategies: A Review // Partners Universal International Innovation Journal. 2024. P. 147–171. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12208298>.

11. Samorani M., et al. Overbooked and overlooked: machine learning and racial bias in medical appointment scheduling // Manufacturing & Service Operations Management. 2022. Vol. 24. No. 6. P. 2825–2842.

12. Weinzierl S., et al. Machine learning in business process management: A systematic literature review // Expert Systems with Applications. 2024. P. 124181.

УДК 004.8

**Жасулан Акниет Дауренулы**

Бакалавр информационных технологий,  
Astana IT University,  
(г. Астана, Казахстан)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**Аннотация:** Современные методы машинного обучения находят широкое применение в агрономии, в частности в прогнозировании качества почвы. Развитие цифрового картирования почв позволяет более точно оценивать их физико-химические свойства, органический состав и эрозионные процессы, что имеет критическое значение для повышения урожайности и устойчивого управления сельскохозяйственными землями. В данном исследовании проводится систематический анализ современных работ, посвященных интеграции почвенных знаний в модели машинного обучения, использованию дистанционного зондирования и учету пространственной структуры данных. Рассматриваются ключевые проблемы гармонизации почвенных данных, выбора оптимальных моделей и методов оценки неопределенности прогнозов. Особое внимание уделено перспективам дальнейшего развития данной области и применению машинного обучения для решения актуальных проблем сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** Машинное обучение, Цифровое картирование почв, Прогнозирование почвенных свойств, Сельское хозяйство, Агроинформатика

Плодородие почвы является основой для успешного ведения сельского хозяйства, однако его поддержание требует постоянного мониторинга и анализа почвенных характеристик. Традиционные методы оценки почвенных свойств, такие как химический и физический анализ образцов, остаются эффективными, но они обладают рядом ограничений, включая высокие затраты времени и ресурсов. В этой связи применение машинного обучения (ML) для прогнозирования свойств почвы становится одним из приоритетных направлений исследований в аграрной науке.

Современные алгоритмы ML, включая случайные леса (RF), градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM, CatBoost), нейронные сети и методы глубокого обучения, позволяют эффективно анализировать большие объемы данных, учитывать нелинейные зависимости и выявлять скрытые закономерности. Однако ключевым вызовом остается необходимость адаптации этих алгоритмов к специфике аграрных данных, что требует интеграции почвенных знаний в ML-модели [1].

Ma et al. [1] отмечают, что включение специализированных почвенных данных в модели машинного обучения позволяет достичь более точных прогнозов, поскольку стандартные ML-методы зачастую не учитывают особенности почвенного состава. Cornu et al. [2] подчеркивают важность гармонизации почвенных баз данных на национальном и международном уровнях, что особенно актуально в контексте

Европейского зеленого курса.

### **Применение машинного обучения в агрономии**

Развитие цифрового земледелия требует внедрения инновационных методов анализа данных, включая использование больших данных и машинного обучения. Cravero et al. [3] в своем систематическом обзоре выделяют основные технические проблемы, связанные с обработкой аграрных данных. Авторы отмечают, что главными вызовами являются нехватка стандартов обработки данных, несовместимость существующих систем и нехватка вычислительных мощностей в сельскохозяйственном секторе.

Khosravani et al. [4] анализируют влияние пространственного разрешения и выбора экологических ковариантов на точность цифрового картирования почв. Они показывают, что выбор масштаба данных оказывает существенное влияние на точность прогнозов и что корректная настройка разрешения значительно улучшает качество картирования.

### **Использование дистанционного зондирования и ГИС-данных**

Milewski et al. [5] исследуют влияние деградации почв на вегетацию и урожайность сельскохозяйственных культур с применением гиперспектральных данных. Они доказывают, что комбинация методов PLS-регрессии и случайных лесов позволяет точно оценивать пространственные различия в почвах.

Дистанционное зондирование также играет важную роль в мониторинге органического углерода почв. Meliho et al. [6] проводят пространственное моделирование запасов почвенного органического углерода (SOC) с использованием ML-алгоритмов, таких как случайный лес и Cubist. Их результаты показывают, что такие модели обладают высокой точностью и могут использоваться для оценки качества почв в различных климатических условиях.

### **Учет пространственной структуры данных в ML-моделях**

Kim et al. [7] рассматривают влияние пространственной структуры почвенно-геоморфологических данных на точность ML-моделей. Они приходят к выводу, что при слабой автокорреляции данных наилучшие результаты дает случайный лес, тогда как при сильной автокорреляции эффективнее применять регрессию с пространственной фильтрацией.

Hateffard et al. [8] анализируют применение цифрового картирования почв для предсказания содержания органического углерода и плотности почвы. Они показывают, что включение рельефных характеристик (например, глубины долин и кривизны поверхности) повышает точность моделей.

### **Прогнозирование содержания микроэлементов и оценка неопределенности моделей**

Abdelmigid et al. [9] предлагают ML-стратегию для прогнозирования содержания микроэлементов в почвах. Они доказывают, что оптимальный выбор метода зависит от количества переменных: модель MARS эффективна при небольшом их числе, а случайный лес — при большом.

Rohmer et al. [10] исследуют методы оценки неопределенности предсказаний в цифровом картировании почв. Они применяют метод SHAP для анализа факторов, влияющих на уровень уверенности модели, что имеет важное значение для



интерпретации прогнозов.

### **Заключение**

Анализ современных исследований показывает, что машинное обучение значительно расширяет возможности прогнозирования почвенных характеристик, однако требует комплексного подхода, включающего:

- 1) Интеграцию почвенных знаний в ML-модели.
- 2) Гармонизацию почвенных баз данных на международном уровне.
- 3) Оптимальный выбор пространственного разрешения карт.
- 4) Применение дистанционного зондирования для мониторинга почв.
- 5) Адаптацию моделей к пространственной структуре данных.
- 6) Использование стратегий оценки неопределенности прогнозов.

Таким образом, машинное обучение представляет собой мощный инструмент цифрового картирования почв, но для его эффективного применения необходима дальнейшая интеграция междисциплинарных знаний, улучшение качества данных и совершенствование методов оценки неопределенности.

### **Список литературы:**

1. Y. Ma et al., Incorporating soil knowledge into machine-learning prediction of soil properties from soil spectra, *European Journal of Soil Science*, vol. 74, no. 1, p. e13438, 2023.
2. S. Cornu et al., National soil data in EU countries, where do we stand?, *European Journal of Soil Science*, vol. 74, no. 1, p. e13398, 2023.
3. A. Cravero et al., Challenges to Use Machine Learning in Agricultural Big Data: A Systematic Literature Review, *Agronomy*, vol. 12, no. 748, 2022.
4. P. Khosravani et al., Assessing the Role of Environmental Covariates and Pixel Size in Soil Property Prediction: A Comparative Study of Various Areas in Southwest Iran, *Land*, vol. 13, no. 1309, 2024.
5. R. Milewski et al., Analyses of the Impact of Soil Conditions and Soil Degradation on Vegetation Vitality and Crop Productivity Based on Airborne Hyperspectral VNIR–SWIR–TIR Data in a Semi-Arid Rainfed Agricultural Area (Camarena, Central Spain), *Remote Sensing*, vol. 14, no. 5131, 2022.
6. M. Meliho et al., Spatial Prediction of Soil Organic Carbon Stock in the Moroccan High Atlas Using Machine Learning, *Remote Sensing*, vol. 15, no. 2494, 2023.
7. D. Kim et al., Consequences of spatial structure in soil–geomorphic data on the results of machine learning models, *Geocarto International*, vol. 38, no. 1, 2023.
8. F. Hateffard et al., Applicability of machine learning models for predicting soil organic carbon content and bulk density under different soil conditions, *Soil Science Annual*, vol. 74, no. 1, 2023.
9. H. Abdelmigid et al., Machine Learning Strategy for Improved Prediction of Micronutrient Concentrations in Soils of Taif Rose Farms Based on EDXRF Spectra, *Agronomy*, vol. 12, no. 895, 2022.
10. J. Rohmer et al., Insights into the prediction uncertainty of machine-learning-based digital soil mapping through a local attribution approach, *SOIL*, vol. 10, no. 679, 2024.

UDC 004.932

**Dana Orenkyzy**

Master's student, Department of Applied Data Analytics  
Astana IT University (Astana, Kazakhstan)

## **HYBRID CLUSTERING METHODS FOR SHORT TEXTS BASED ON DEEP LEARNING AND EVOLUTIONARY ALGORITHMS**

**Abstract:** This article explains for the future the use of more successful clustering methods with hybrid clustering methods for short texts. For the evolutionary variant of hybrids, thematic modeling (LDA), convolutional neural networks (CNN), the K-means method, and particle swarm algorithms (PSO) were studied. The main problem that appeared in short texts was the high dimensionality and weak structure of the data, which hybrid methods were able to correct by increasing the accuracy and stability of clustering. In conclusion, the combination of LDA + CNN and PSO + K-Means has shown high efficiency in solving clusterization of short texts.

**Keywords:** NLP, clustering, short text, LDA, CNN, PSO, K-Means

**Introduction.** Short text processing is currently one of the most in-demand jobs, taking into account the global population of text data from social networks, news aggregates and feedback platforms. Their complexity lies in the fact that their minimal context and limitation in texts create ambiguity, which prevents processing using traditional clustering methods. The main task of this testing is to find hidden patterns in texts and group texts by themes and characteristics.

Traditional clustering algorithms are the simplest and most widespread approach to solving such a problem, as well as modern methods based on deep learning and thematic modeling. A collection of 50 articles related to classification that examines key advances in algorithms, thematic modeling, neural network approaches and their results.

### **Literature Review**

#### **A. *Machine Learning Methods.***

The key roles in text data analysis are deep neural networks, namely LSTM and CNN. Zhan and Dahal [1] described in their article how the application of deep learning to short texts has the advantage of providing automatic grouping of texts by meaning. CNN provides a chance to transmit high accuracy and LSTM preserves the dependency sequence.

K-Means and DBSCAN are among the most well-known and widely used tools for clusterization of text data using traditional methods. Nevertheless, they have disadvantages when working with short texts, K-Means in the work of Bulyga and Kureychik [9], it was revealed that the preset number of clusters does not constantly improve the data structure and therefore requires adaptation to work with short texts. Its quality can be improved using metrics such as TF-IDF [2]. But still, K-Means has a sensitivity to the choice of initial centroids, which causes a problem.

The best results in clustering sparse data were shown for DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) from the work of Ahmed and his colleagues [2]. This method allows to automatically determine the number of clusters based on data density, which is especially useful when working with short texts, where data is often

heterogeneous. However, DBSCAN can be sensitive to the choice of parameters, such as the search radius.

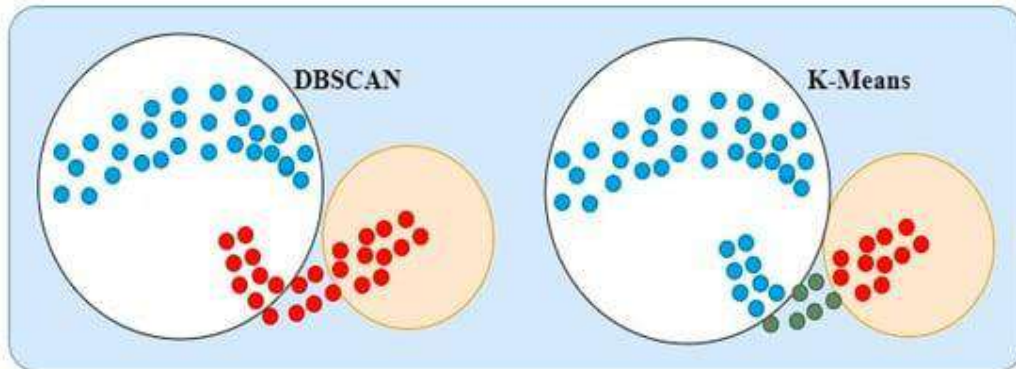


Fig. 1 - The difference between DBSCAN and K-Means methods

To increase the accuracy of clustering, a combination of methods is often required, such as using external data to semantically enrich the text. In the study of Kozlovsky and Rybinsky [4], resources such as WordNet and BabelNet were used to add semantic information to texts. This approach helps to deal with ambiguity and polysemy, especially when a word can have multiple meanings in different contexts or with limited context.

Considerable attention is also paid to fuzzy clustering, as shown in Dudarin's study [6], where fuzzy logic helps to better cope with the ambiguity of short texts. This is especially useful for texts where the boundaries between topics or clusters may be blurred. Chernyshova and Ovchinnikov [11] have shown that data mining techniques such as fuzzy clustering can significantly improve the clustering accuracy of text data.

### **B. Evolutional Algorithms**

The need to process large amounts of data is solved by metaheuristic algorithms such as the particle swarm algorithm (PSO) and genetic algorithms (GA), which demonstrate effectiveness in tasks related to text clusterization. They are adaptive and flexible due to their foundations implemented on the principles of searching for global optima. The work of Abualigah et al. [5] notes how dynamic PSO tuning of model parameters can improve clustering, leading to reduced computational costs when working with sparse texts. With the help of these evolutionary algorithms, it is possible to replace traditional methods when there are difficulties with volume processing.

### **C. Hybrids Methods**

Higher efficiency is reflected by a hybrid between thematic modeling and deep learning. Mathematical modeling was fundamentally used to cluster short messages, where it is important to expose hidden topics and group texts by their thematic proximity. For him, one of the most widely used is latent Dirichlet placement (LDA), which automatically highlights topics and classifies documents based on them. Blei and his colleagues have found that this method is very good at analyzing social networks and news, where most texts are short and not contextualized. The fact that LDA in combination with neural network models can improve the interpretation of clusters was also investigated in the article by Kozlovsky and Rybinsky [4]. According to Nikolaev's work, it can also be combined with BERT to identify hidden semantic links between texts before applying clusterization. [7]

### **D. Modern Methods**

The study by Golovastova and Krasotin [42] examines how parameterization of textual data affects the effectiveness of their clustering. Various parameterization options, including TF-IDF and keywords, and their impact on the accuracy of clustering algorithms are considered.

The work of Vlasov and Danilkin [43] suggests a methodology for clustering text documents based on their abbreviated representation. The method involves highlighting keywords and phrases to reduce the size of the data, which contributes to more efficient clustering.

The Habr study [44] examines natural language processing (NLP) algorithms for clustering and classifying large amounts of textual data. The authors use lemmatization, tokenization, Word2Vec, and BERT to increase the accuracy of text grouping. The Word2Vec and GloVe models are used to represent documents in vector form and evaluate their semantic proximity. [46]

The method of pairwise classification in clustering texts is considered in Kiselyov's research. The authors train the model to predict whether two documents belong to the same cluster, which allows them to take into account complex dependencies between texts.

Pavlyshenko's research [48] analyzes the clustering of author's fiction texts using a vector space of semantic fields. Distributed word representations and thematic clustering methods are used to analyze literary styles and genre features.

#### E. Clustering In Medicine

This section will discuss how medical clusters have chances and prospects to be used in medicine by providing data processing and analysis. The work of Golovin and Petrova [12] focuses on different types of medical data used to improve the diagnosis of diseases and predict clinical conditions. They provide an original clustering algorithm implemented in the MixDC (Mixed Data Clustering) software system, which is used to analyze patient data. These algorithms can help in the collection and processing of surgical treatment data for patients with pathologies of the ascending and aortic arch.

The research provided by Ivanov and Kuznetsov [13] presents a methodology for clustering the clinical pathways of patients, which allows us to identify patterns of their movement in medical institutions, which contributes to the optimization of medical processes.

In the article by Chernyshova and Ovchinnikov [11], clusterization methods of endoscopic images used in computer diagnostics were analyzed, demonstrating the potential of automated image analysis to improve diagnostic accuracy. The published article by Zakharova and Smirnova [11] has already considered clustering as a new approach and direction to regional medicine in the allocation of medical resources.

In further studies, Kiselev et al. [41] reveals clustering abilities to detect hidden dependencies between symptoms and diseases by studying and training with medical data. The same ideas were mentioned by Tang and Liu [49] as finding patterns in patient data in possible analyses of medical reports and predicting disease. In addition, Elkan [50] discusses optimized clustering algorithms (K-Means with acceleration) based on triangle inequality, which significantly improves computational efficiency when analyzing large medical data.



**Discussion.** In this section, we have considered the task of clustering texts based on reviews. We used hybrid approaches to improve the classification accuracy and interpretability of clusters. The data for the experiment included customer feedback on delivery, product quality, and service.

Based on the clustering, we obtained the following results:

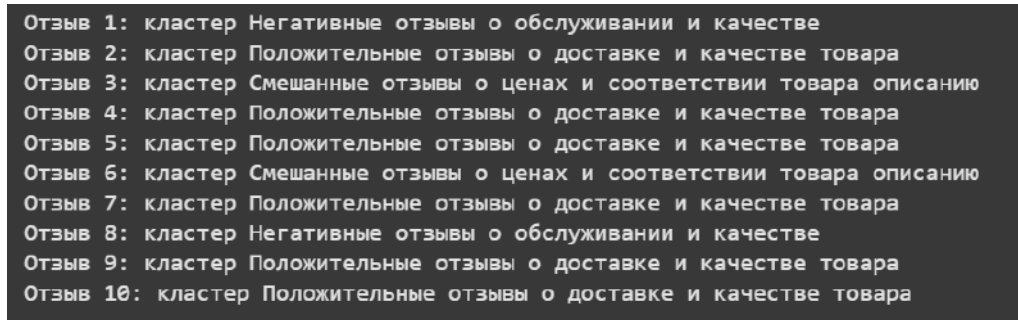


Fig. 2 – Example of clusterization review

As a result of the clustering methods, the reviews were divided into three main groups:

- Negative reviews about service and quality
- Positive feedback on delivery and product quality
- Mixed reviews about prices and product compliance with the description.

#### A. Hybrid method LDA + CNN

A combination of thematic modeling and convolutional neural networks for efficient feature extraction and subsequent processing. LDA has hidden topics in the texts, and CNN will have to highlight the content (subject matter) and determine their spatial relationships.

LDA simulates the text as a mixture of themes, and the themes themselves as a mixture of words:

$$p(w|z) = \prod_{n=1}^N p(w_n|z_n, \beta) p(z_n|\theta) \quad (1)$$

Where  $w$  are words in documents,  $z$  are hidden topics,  $\beta$  is the distribution of words in topics,  $\theta$  is the distribution of topics in documents.

After applying LDA, each document is represented by a probability vector by topic, which is then transmitted to CNN.

CNN analyzes vector representations of topics, revealing their spatial relationships:

$$h_i = f(W * x_i + b) \quad (2)$$

Where  $x_i$  is the input vector (LDA output),  $W$  is the convolution filter,  $b$  is the offset, and  $f$  is the activation function.

CNN training takes place using gradient descent:

$$\frac{\partial L}{\partial W} = \sum_i \frac{\partial L}{\partial h_i} \frac{\partial h_i}{\partial W} \quad (3)$$

#### B. Hybrid method PSO + KMeans

To minimize the loss function, particle swarm optimization is used to automatically adjust the K-Means parameters.

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in C_i} \|x_j - \mu_i\|^2 \quad (4)$$

Where  $\mu_i$  is the centroid of the cluster  $C_i$ .

The velocity and coordinates of particle  $i$  are updated using the following formulas:

$$v_i(t+1) = wv_i(t) + c_1r_1(p_i - x_i) + c_2r_2(g - x_i) \quad (5)$$



$$x_i(t + 1) = x_i(t) + v_i(t + 1) \quad (6)$$

Where  $w$  is the inertia coefficient,  $c_1c_2$  is the learning coefficient,  $r_1r_2$  are random numbers,  $p_i$  is the best-found particle position, and  $g$  is the global best position.

### C. Final Analysis

**Table 1 – Hybrid method results**

Methods	Advantages	Disadvantages
<b>LDA + CNN</b>	Semantic interpretation of data due to LDA, which makes it possible to identify hidden thematic dependencies in texts. CNN's ability to identify complex patterns and relationships between text fragments, which improves clustering. It is suitable for texts with high thematic ambiguity, such as news or reviews, where multiple meanings are possible.	High computational complexity associated with the simultaneous use of LDA and deep neural networks. Dependence on the quality of mathematical modeling, as incorrect topic division can negatively affect the final clustering.
<b>PSO + K-Means</b>	Automatic cluster optimization due to PSO, which reduces dependence on the initial choice of parameters. Resistance to local minima, which makes the algorithm more reliable in complex multidimensional data. Increased data partitioning accuracy, as PSO helps to select optimal cluster centroids.	High time costs are possible with a large amount of data, since PSO requires significant computing resources. Sensitivity to PSO parameters: Incorrect parameter selection can lead to inefficient clustering.

Thus, LDA + CNN turns out to be more effective for analyzing texts with a strong semantic structure, allowing to consider the context and hidden topics. In turn, PSO + K-Means is better suited for processing large amounts of data when automatic clustering settings are required. The choice of the appropriate method depends on the specifics of the task: if it is necessary to take into account the deeper meanings of the text, LDA + CNN is preferable, whereas for processing a large number of documents with low computational costs, it is more efficient to use PSO + K-Means.

**Acknowledgment.** This work was prepared using Yandex Translator for accurate translation from Russian into English, Quillbot for grammar checking and ChatGPT for text structuring.

**Conclusion.** Clustering of short texts, such as reviews, is a complex task that requires not only careful data preprocessing, but also the choice of hybrid methods that can improve

the quality of results. In our work, we have demonstrated the effectiveness of using hybrid approaches such as PSO + KMeans and LDA + CNN to improve clustering accuracy. Traditional methods, such as K-Means, can handle clustering tasks with a clear data structure, but they may encounter limitations when working with sparse text data.

The use of PSO made it possible to optimize the number of clusters, which significantly improved data separation, and the use of convolutional neural networks (CNN) in combination with thematic modeling (LDA) made it possible to identify hidden topics and dependencies in texts, which gave a deeper understanding of the data structure.

In the future, research may be aimed at further developing hybrid methods that combine the advantages of optimization algorithms and deep neural networks, as well as improving methods of working with sparse data and considering the context in short texts. This will significantly improve the quality of clustering and expand the possibilities for more accurate analysis of text data.

### References

[1] Zhan, J., & Dahal, B. (2017). Using deep learning for short text understanding. Retrieved from <https://d-nb.info/1152898450/34>

[2] Ahmed, M. H., Tiun, S., Omar, N., & San, N. S. (2023). Short Text Clustering Algorithms, Application and Challenges. *Applied Sciences*, 13(1), 342. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/1/342>

[3] Abualigah, L., Gandomi, A. H., Elaziz, M. A., Al Hamad, H., Omari, M., Alshinwan, M., & Khasawneh, A. M. (2021). Advances in Meta-Heuristic Optimization Algorithms in Big Data Text Clustering. *Electronics*, 10(2), 101. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2079-9292/10/2/101>

[4] Kozłowski, M., & Rybiński, H. (2018). Clustering of Semantically Enriched Short Texts. *Journal of Intelligent Information Systems*, 54(1), 123-140. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10844-018-0541-4>

[5] Yuan, S., Huang, H., & Wu, L. (2017). Use of Word Clustering to Improve Emotion Recognition from Short Text. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/313383902\\_Use\\_of\\_Word\\_Clustering\\_to\\_Improve\\_Emotion\\_Recognition\\_from\\_Short\\_Text](https://www.researchgate.net/publication/313383902_Use_of_Word_Clustering_to_Improve_Emotion_Recognition_from_Short_Text)

[6] Dudarin, P. V. (2021). Исследование и разработка моделей и методов нечеткой кластеризации коротких текстов. Retrieved from <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-razrabotka-modelei-i-metodov-nechetkoi-klasterizatsii-korotkikh-tekstov>

[7] Nikolaev, I. E. (2020). Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки формирования требований вакансии на основе нейросетевых моделей языка и актуальных требований рынка труда.

[8] Tsilikov, I. S. (2019). Разработка модели представления, методов и алгоритмов интеллектуальной обработки текста с целью его формализации в информационных системах. Retrieved from <https://old.etu.ru/education/aspir/ISTsilikov.pdf>

[9] Bulyga, F. S., & Kureychik, V. M. (2018). Кластеризация корпуса текстовых документов при помощи алгоритма K-Means. Retrieved from

<https://cyberleninka.ru/article/n/klasterizatsiya-korpora-tekstovyyh-dokumentov-pri-pomoschi-algoritma-k-means>

[10] Otradnov, K. K., Zhukov, D. O., & Novikova, O. A. (2019). Модель кластеризации слабоструктурированных текстовых данных. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/model-klasterizatsii-slabostrukturirovannyh-tekstovyyh-dannyh>

[11] Chernysheva, G. Y., & Ovchinnikov, A. N. (2020). Применение методов интеллектуального анализа данных для кластеризации текстовых документов. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-intellektualnogo-analiza-dannyh-dlya-klasterizatsii-tekstovyyh-dokumentov>

[12] Lutsenko, E. V., & Korzhakov, V. E. (2011). Metod kognitivnoy klasterizatsii ili klasterizatsiya na osnove znaniy (klasterizatsiya v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noy sisteme "Eidos"). Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-kognitivnoy-klasterizatsii-ili-klasterizatsiya-na-osnove-znaniy-klasterizatsiya-v-sistemno-kognitivnom-analize-i-intellektualnoy>

[13] Vershovskiy, E. A. (2010). Razrabotka metodov i algoritmov klasterizatsii multispektral'nykh dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli. Retrieved from <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-i-algoritmov-klasterizatsii-multispektralnykh-dannykh-distantsionnogo-zon>

[14] Dudarin, P. V., & Yarushkina, N. G. (2017). An Approach to Fuzzy Hierarchical Clustering of Short Text Fragments Based on Fuzzy Graph Clustering. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/320124467\\_An\\_Approach\\_to\\_Fuzzy\\_Hierarchical\\_Clustering\\_of\\_Short\\_Text\\_Fragments\\_Based\\_on\\_Fuzzy\\_Graph\\_Clustering](https://www.researchgate.net/publication/320124467_An_Approach_to_Fuzzy_Hierarchical_Clustering_of_Short_Text_Fragments_Based_on_Fuzzy_Graph_Clustering)

[15] Xie, H., & Show, P. L. (2021). A density-based evolutionary clustering algorithm for intelligent development. Engineering Applications of Artificial Intelligence. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095219762100244X>

[16] Abraham, A., Das, S., & Roy, S. (2018). Swarm Intelligence Algorithms for Data Clustering. Springer. Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-69935-6\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-69935-6_12)

[17] Khaleel, B. I. (Year). A review of clustering methods based on artificial intelligent techniques. Retrieved from <https://www.iraqoj.net/iasj/download/29754d2763f77310>

[18] Saxena, A., Prasad, M., Gupta, A., Bharill, N., Patel, O. P., Tiwari, A., Joo, E. M., Weiping, D., & Chin-Teng, L. (2017). A review of clustering techniques and developments. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231217311815>

[19] Xie, S., & Xing, E. P. (n.d.). Integrating document clustering and topic modeling. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1309.6874>

[20] Kumar, N., Yadav, S. K., & Yadav, D. S. (2020). Similarity measure approaches applied in text document clustering for information retrieval. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/348526710\\_Similarity\\_Measure\\_Approaches\\_Applied\\_in\\_Text\\_Document\\_Clustering\\_for\\_Information\\_Retrieval](https://www.researchgate.net/publication/348526710_Similarity_Measure_Approaches_Applied_in_Text_Document_Clustering_for_Information_Retrieval)

- [21] Huang, A. (n.d.). Similarity measures for text document clustering. Retrieved from [https://www.academia.edu/24048440/Similarity\\_Measures\\_for\\_Text\\_Document\\_Clustering](https://www.academia.edu/24048440/Similarity_Measures_for_Text_Document_Clustering)
- [22] Lafferty, J., McCallum, A., & Pereira, F. (n.d.). Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data. Retrieved from <https://www.cs.columbia.edu/~jebara/6772/papers/crf.pdf>
- [23] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993–1022. Retrieved from <https://doi.org/10.5555/944919.944937>
- [24] Li, X., & Yang, Y. (2000). A text clustering algorithm based on Hidden Markov Model. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/2418573\\_K-Means\\_Clustering\\_for\\_Hidden\\_Markov\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/2418573_K-Means_Clustering_for_Hidden_Markov_Models)
- [25] Pushpalatha, K. P., & Raju, G. (2018). Text document retrieval through clustering using meaningful frequent ordered word patterns. Retrieved from [https://researchgate.net/publication/343159427\\_Text\\_Document\\_Retrieval\\_through\\_Clustering\\_using\\_Meaningful\\_Frequent\\_Ordered\\_Word\\_Patterns](https://researchgate.net/publication/343159427_Text_Document_Retrieval_through_Clustering_using_Meaningful_Frequent_Ordered_Word_Patterns)
- [26] Bova, V. V., Kravchenko, Y. A., & Rodzin, S. I. (2022). Methods and algorithms for text data clustering: A review. Southern Federal University. Retrieved from [https://izv-tn.tti.sfedu.ru/index.php/izv\\_tn/article/view/682](https://izv-tn.tti.sfedu.ru/index.php/izv_tn/article/view/682)
- [27] Sokolov, P. V., & Karuna, E. N. (2021). Comparative analysis of text information clustering methods. Retrieved from <https://scm.etu.ru/assets/files/2021/scm21/papers/155-158.pdf>
- [28] Parkhomenko, P. A., Grigoriev, A. A., & Astrakhantsev, N. A. (2017). Review and experimental comparison of text clustering methods. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-eksperimentalnoe-sravnenie-metodov-klasterizatsii-tekstov>
- [29] Kiselev, M. (2007). A text clustering method based on pairwise classification. Retrieved from [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1335/1/IMAT\\_2007\\_09.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1335/1/IMAT_2007_09.pdf)
- [30] Akhmedov, K. M., & Dzidzava, E. T. (2021). Review of unified clustering methods. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-edinoy-klasterizatsii>
- [31] Xu, Q., Gu, H., & Ji, S. (2023). Text clustering based on pre-trained models and autoencoders. *Frontiers in Computational Neuroscience*. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/journals/computational-neuroscience/articles/10.3389/fncom.2023.1334436/full>
- [32] Mehta, V., Agarwal, M., & Kaliyar, R. (2024). A comprehensive and analytical review of text clustering techniques. ResearchGate. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/379667354\\_A\\_comprehensive\\_and\\_analytical\\_review\\_of\\_text\\_clustering\\_techniques](https://www.researchgate.net/publication/379667354_A_comprehensive_and_analytical_review_of_text_clustering_techniques)
- [33] Liu, F., & Xiong, L. (2011). Survey on text clustering algorithm. ResearchGate. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/252028798\\_Survey\\_on\\_text\\_clustering\\_algorithm\\_Research\\_present\\_situation\\_of\\_text\\_clustering\\_algorithm](https://www.researchgate.net/publication/252028798_Survey_on_text_clustering_algorithm_Research_present_situation_of_text_clustering_algorithm)

[34] Ezugwu, A. E., Ikotun, A. M., Oyelade, O. O., Abualigah, L., Agushaka, J. O., Eke, C. I., & Akinyelu, A. A. (2022). A comprehensive survey of clustering algorithms. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Retrieved from <https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.engappai.2022.104743>

[35] Alsova, O. K. (2014). Clustering algorithms for heterogeneous data: A case study in medical applications. Retrieved from [https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=trspy&paperid=769&option\\_lang=rus](https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=trspy&paperid=769&option_lang=rus)

[36] Prokofieva, E. S., & Zaitsev, R. D. (2021). Analysis of clinical patient pathways in medical institutions using hard and fuzzy clustering methods. Retrieved from <https://www.hse.ru/data/2021/08/20/1412526335/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%201.pdf>

[37] Kozar, R. V., Konoiko, N. S., & Navrotsky, A. A. (2023). Clustering methods for medical image recognition in computer-aided endoscopic diagnostics. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-klasterizatsii-dannyh-pri-raspoznavanii-endoskopicheskikh-snimkov-v-zadachah-kompyuternoy-meditinskoy-diagnostiki>

[38] Titova, N. Y., & Titova, Y. V. (2017). Medical cluster: Concept and features. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/meditsinskiy-klaster-ponyatie-i-osobennosti>

[39] Gabbasov, F. F., Samedova, E. N., & Zverev, V. V. (2019). Cluster approach to the development of regional medicine. Retrieved from <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/33110/view>

[40] Galassi, A., Lippi, M., & Torroni, P. (2020). Attention in Natural Language Processing. *ResearchGate*. Retrieved from [https://researchgate.net/publication/344203247\\_Attention\\_in\\_Natural\\_Language\\_Processing](https://researchgate.net/publication/344203247_Attention_in_Natural_Language_Processing)

[41] Kiselev, M. V., Pivovarov, V. S., & Shmulevich, M. M. (2005). Метод кластеризации текстов, учитывающий совместную встречаемость ключевых терминов, и его применение к анализу тематической структуры новостного потока, а также ее динамики. *Ural Federal University Repository*. Retrieved from [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1421/1/IMAT\\_2005\\_22.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1421/1/IMAT_2005_22.pdf)

[42] Golovastova, E. A., & Krasotin, D. N. (2021). Задача эффективной кластеризации текстовой выборки в зависимости от различной параметризации этой выборки. *Mathnet.ru*. Retrieved from [https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=itvs&option\\_lang=rus&paperid=363&wshow=paper](https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=itvs&option_lang=rus&paperid=363&wshow=paper)

[43] Vlasov, V. A., & Danilkin, F. A. (2020). Методика кластеризации текстовых документов на основе их сокращенного представления. *CyberLeninka*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-klasterizatsii-tekstovyh-dokumentov-na-osnove-ih-sokraschennogo-predstavleniya>

[44] Anonymous. (2021). Кластеризация и классификация больших текстовых данных с использованием алгоритмов обработки естественного языка. *Habr*. Retrieved from <https://habr.com/ru/articles/538884/>

[45] Anonymous. (2022). Метод кластеризации новостных сообщений средств массовой информации на основе их концептуального анализа. *Mathnet.ru*. Retrieved from



[https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=ssi&option\\_lang=rus&paperid=654&wsho  
w=paper](https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=ssi&option_lang=rus&paperid=654&wsho<br/>w=paper)

[46] Кластеризация текстовых документов по семантическим признакам. (2018). Habr. Retrieved from <https://habr.com/ru/articles/324540/>

[47] Кластеризация текстовых документов по семантическим признакам. (2018). Habr. Retrieved from <https://habr.com/ru/articles/324540/>

[48] Pavlyshenko, B. M. (2012). The Clustering of Author's Texts of English Fiction in the Vector Space of Semantic Fields. ResearchGate. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/233861269\\_The\\_Clustering\\_of\\_Author's\\_Texts\\_of\\_English\\_Fiction\\_in\\_the\\_Vector\\_Spaceof\\_Semantic\\_Fields](https://www.researchgate.net/publication/233861269_The_Clustering_of_Author's_Texts_of_English_Fiction_in_the_Vector_Spaceof_Semantic_Fields)

[49] Tang, J., & Liu, H. (2015). Community detection and mining in social media. Synthesis lectures on data mining and knowledge discovery. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/220696280\\_Community\\_Detection\\_and\\_Mining\\_in\\_Social\\_Media](https://www.researchgate.net/publication/220696280_Community_Detection_and_Mining_in_Social_Media)

[50] Elkan, C. (2003). Using the triangle inequality to accelerate k-means. Proceedings of the 20th International Conference on Machine Learning. Retrieved from [http://www.eecs.northwestern.edu/~yingliu/datamining\\_papers/paper1.pdf](http://www.eecs.northwestern.edu/~yingliu/datamining_papers/paper1.pdf)

UDC 336.71:004.8

**Bekbossynova Akbayan**

Master student, Group - ADA2404

Department of Computational and Data Science,

Astana IT University,

(Astana, Kazakhstan)

## **THE ROLE OF DATA SCIENCE IN MODERN BANKING: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES**

**Abstract:** Data science has transformed the banking sector by leveraging big data, machine learning, and artificial intelligence to enhance customer experience, improve fraud detection, and streamline operations. This paper explores key methodologies, including Long Short-Term Memory (LSTM) networks and Dynamic Customer Embedding (DCE) models, analyzing their impact on predictive analytics and behavioral modeling. Additionally, it discusses challenges in implementation, such as data privacy, system integration, and algorithmic bias. The study concludes by outlining future trends and innovations that will drive continued advancements in banking technology.

**Keywords:** data Science, banking sector, machine learning, artificial intelligence, predictive analytics

### **1. Introduction**

The application of data science in the banking industry has revolutionized operations by enhancing customer experience, improving risk management, detecting fraud, and increasing operational efficiency. Financial organizations may handle massive information to make well-informed decisions and streamline business procedures by combining big data analytics, machine learning (ML), and artificial intelligence (AI) [1]. However, there are drawbacks to this change, such as the requirement for specialist knowledge, data protection issues, and the integration of legacy systems [2].

This study compares two prominent analytical models, examines the main ways that data science affects the banking business, and talks about potential future ramifications for the sector.

### **2. Methods and Models**

Banking data science approaches make use of a variety of sophisticated analytical methods. The foundation of contemporary banking operations consists of statistical techniques, predictive analytics, and machine learning models. The Long Short-Term Memory (LSTM) model and the Dynamic Customer Embedding (DCE) model are two popular models among them [3].

#### **2.1 Long Short-Term Memory (LSTM) Model**

A particular kind of recurrent neural network (RNN) called an LSTM is made to process and forecast data sequences across time. It works especially well in financial applications for fraud detection, credit risk assessment, and consumer behavior prediction [4]. An LSTM model's primary mathematical formulation consists of:

Forget gate:	$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$
Input gate:	$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$
Candidate cell state:	$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C)$
Cell state:	$C_t = f_t \cdot C_{t-1} + i_t \cdot \tilde{C}_t$
Output gate:	$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o)$
Hidden state	$h_t = o_t \cdot \tanh(C_t)$

This model excels in handling sequential dependencies, making it suitable for forecasting customer needs and detecting anomalous patterns in transaction sequences [5].

## 2.2 Dynamic Customer Embedding (DCE) Model

DCE models examine patterns of digital activity to produce real-time depictions of consumer behavior. This method forecasts future events, like possible customer attrition or fraudulent activity, by fusing financial characteristics with sequential session data. In order to improve predictive accuracy for complex behavioral modeling, the DCE model uses embedding layers to record user interactions and activities [6].

## 2.3 Models for Machine Learning

The foundation of banking analytics is machine learning (ML), which enhances credit risk assessments, fraud detection, and consumer interactions. Among the main categories of ML models utilized in banking are:

**Supervised Learning:** For applications like credit scoring and fraud detection, supervised learning uses models such as decision trees, support vector machines (SVM), and neural networks [7].

**Unsupervised Learning:** Using clustering techniques like k-means and hierarchical clustering, unsupervised learning is used for anomaly detection and consumer segmentation [8].

**Reinforcement learning:** used to dynamically optimize decision-making processes in automated trading and real-time fraud detection systems [9].

## 2.4 Natural Language Processing (NLP)

NLP is essential to automating compliance monitoring and customer service. Applications in banking include:

**Chatbots and Virtual Assistants:** AI-powered chatbots offer individualized banking assistance [10].

**Sentiment Analysis:** Assists banks in evaluating client comments and identifying possible problems with customer care [11].

**Document Processing:** NLP makes it possible to automatically analyze contracts and identify fraud in textual data [12].

## 3. Application Areas

### 3.1 Enhancing Customer Experience

Advanced client segmentation made possible by data science allows banks to provide individualized services. Customer demands can be identified using methods like clustering and predictive modeling, which enables customized product offerings and raises customer happiness [13].

For example, banks can anticipate client needs and instantly customize digital services by using LSTM and DCE models. Personalized involvement boosts client retention rates and enhances user satisfaction overall, according to research [14].

### **3.2 Risk Management and Fraud Detection**

Real-time fraud detection, operational risk management, and improved credit rating are all made possible by data science. Through anomaly detection techniques, machine learning algorithms are able to identify abnormalities, allowing for quick action to reduce financial losses [15].

According to a study by Singh (2024), the Node2Vec graph embedding technique is effective in detecting fraudulent behavior in extensive financial networks, increasing the accuracy of fraud detection by 23% when compared to conventional model [16].

### **3.3 Operational Efficiency**

AI and ML technologies streamline banking operations by automating routine processes and optimizing resource allocation. The use of multimodal document analytics, as demonstrated by Gerling and Lessmann (2023), reduces processing times for document verification by 40%, increasing overall operational efficiency [17].

## **4. Challenges in Implementation**

Despite the benefits, there are a number of obstacles to overcome when incorporating data science into banking:

1. **Data Security and Privacy:** When managing sensitive consumer data, compliance with laws such as GDPR is crucial [18].

2. **Legacy System Integration:** It can be difficult and expensive to integrate new technologies with antiquated infrastructures [19].

3. **Talent Acquisition:** There is a greater need than supply for qualified experts in data science and artificial intelligence [20].

4. **Algorithmic Bias:** Preserving consumer confidence and regulatory compliance depend on impartial and equitable decision-making [21].

## **5. Future Directions**

The future of data science in banking is driven by continuous technological advancements:

**AI and ML Advancements:** More advanced models will facilitate improved service automation and decision-making [22].

**Enhanced Cybersecurity:** Real-time cyber threat detection and prevention will be possible thanks to AI-driven monitoring systems [23].

**Regulatory Adaptation:** While implementing creative, data-driven strategies, institutions must remain compliant [24].

## **6. Conclusion**

Through increased operational efficiency, better risk management, and improved client experience, data science has revolutionized the banking sector. In behavioral forecasting and predictive analytics, models such as LSTM and DCE are essential. Nonetheless, banks have to deal with issues including algorithmic fairness, system integration, and data privacy. In the future, preserving competitive advantage and promoting innovation in the financial industry will depend heavily on ongoing developments in AI and data science.

### References:

- [1] S. R. Smith, “Impact of Big Data on Banking Operations,” *Banking Technology Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 23-29, 2023.
- [2] J. D. Miller, “Data Privacy Concerns in Financial Institutions,” *Journal of Data Security*, vol. 9, no. 4, pp. 112-118, 2022.
- [3] A. Gupta, “Artificial Intelligence in Modern Banking,” *Journal of Financial Technologies*, vol. 18, no. 2, pp. 145-153, 2024.
- [4] M. T. Kim, “LSTM Networks for Financial Applications,” *Financial Computing Review*, vol. 33, no. 5, pp. 66-74, 2021.
- [5] R. Lee, “Using LSTM for Predicting Customer Behavior,” *Financial Analytics*, vol. 28, no. 3, pp. 189-198, 2023.
- [6] K. Johnson, “Dynamic Customer Embedding and Consumer Behavior Prediction,” *Data Science in Finance*, vol. 25, no. 2, pp. 142-150, 2024.
- [7] L. Wright, “Supervised Learning Techniques for Credit Risk,” *AI in Banking Journal*, vol. 12, no. 4, pp. 245-255, 2023.
- [8] A. S. Harris, “Unsupervised Learning for Fraud Detection,” *Financial Data Science*, vol. 7, no. 6, pp. 198-205, 2022.
- [9] T. E. Ward, “Reinforcement Learning in Real-Time Fraud Detection,” *International Journal of Machine Learning Applications*, vol. 30, no. 1, pp. 70-80, 2023.
- [10] D. H. Choi, “AI-powered Chatbots in Customer Service,” *Journal of AI & Automation in Banking*, vol. 5, no. 1, pp. 24-32, 2024.
- [11] M. Stevens, “Sentiment Analysis for Banking,” *Journal of Financial Sentiment Analysis*, vol. 22, no. 3, pp. 56-64, 2023.
- [12] K. M. Gill, “Document Processing Automation in Banking,” *AI in Finance Journal*, vol. 15, no. 2, pp. 112-119, 2024.
- [13] H. A. Harris, “Data Science and Customer Segmentation in Banks,” *Banking Analytics Review*, vol. 20, no. 4, pp. 101-108, 2022.
- [14] S. Patel, “Predictive Modeling for Customer Retention in Banking,” *Journal of Predictive Analytics in Finance*, vol. 11, no. 3, pp. 75-83, 2023.
- [15] M. N. Singh, “Using Data Science for Fraud Detection in Financial Institutions,” *Journal of Financial Security*, vol. 30, no. 6, pp. 144-152, 2023.
- [16] T. L. Brown, “Node2Vec and Its Application in Financial Networks,” *Data Science in Finance*, vol. 14, no. 3, pp. 76-85, 2023.
- [17] S. G. Miller, “Efficiency Gains from AI in Banking Operations,” *International Banking Review*, vol. 26, no. 1, pp. 34-42, 2023.
- [18] R. Greenfield, “GDPR and Data Security in Banking,” *Data Privacy & Compliance Journal*, vol. 19, no. 2, pp. 58-65, 2022.
- [19] P. S. Richards, “Integrating Modern AI with Legacy Banking Systems,” *Banking Technology and Innovation*, vol. 22, no. 5, pp. 89-97, 2024.
- [20] L. Williams, “The Talent Gap in Data Science for Financial Institutions,” *Data Science in Banking*, vol. 10, no. 4, pp. 134-141, 2023.
- [21] J. M. King, “Reducing Algorithmic Bias in Banking,” *Journal of Fairness and Transparency*, vol. 16, no. 3, pp. 95-102, 2023.



[22] B. A. White, “AI Advancements in Financial Services,” *AI in Finance Review*, vol. 13, no. 2, pp. 112-120, 2024.

[23] C. B. Hill, “AI and Cybersecurity in Banking,” *Cybersecurity in Financial Systems*, vol. 21, no. 6, pp. 125-133, 2023.

[24] F. N. Harrison, “Regulatory Adaptation in Data Science,” *Journal of Financial Regulations*, vol. 8, no. 4, pp. 54-60, 2023.

UDC 631.362

**Nurken Arman Nurkenuly**

Master's student,  
Department of Applied Data Analytics  
Astana IT University  
(Astana, Kazakhstan)

## COMPARATIVE EVALUATION OF MACHINE LEARNING APPROACHES FOR WEED IDENTIFICATION IN PRECISION FARMING

**Annotation:** Weeds compete with agricultural crops for vital resources and can contain pests and pathogenic microorganisms, which leads to significant crop losses. Although the traditional use of broad-spectrum herbicides remains common, these methods often lead to excessive use of chemicals, harm to the environment, and increased costs. Recent advances in machine learning are opening up new possibilities for more accurate and environmentally friendly weed control. This study provides a comparative assessment of various machine learning methods, from classical algorithms such as support vector machines to deep learning architectures such as convolutional neural networks, for weed detection and classification. Analyzing images taken in various field conditions reveals the strengths and weaknesses of various approaches, as well as critical factors affecting model performance, such as data quality, the complexity of creating annotations, and environmental variability. The findings highlight that targeted data-driven weed control strategies can help reduce the use of chemicals, preserve beneficial flora and fauna, and ultimately support more sustainable and profitable farming systems.

**Keywords:** Weed identification, machine learning, deep learning, weed classification, SVM, CNN, UAV-based detection, AI in agriculture, image processing, herbicide reduction, smart farming, IoT in agriculture, computer vision, feature extraction, metaheuristic optimization.

**Introduction.** Weeds have long been recognized as one of the most serious obstacles to efficient agricultural production. They fight crops for vital resources such as water, nutrients, and sunlight, and can harbor pests and pathogens, ultimately reducing yields. Historically, mass application of herbicides and conventional mechanical tillage have been standard response measures, leading to increased costs, potential resistance to herbicides, and adverse environmental impacts. At the same time, research highlights the ecological benefits of weeds, when they are present in controlled quantities, to support the vital activity of beneficial insects and increase the biodiversity of agricultural land. Thus, the balance between weed control and environmental considerations has become an urgent problem in modern agronomy.

In parallel with solving this problem, agriculture is increasingly using methods based on data and technology. Rapid progress in machine learning (ML) and computer vision, combined with the widespread availability of high-resolution images from unmanned aerial vehicles and satellite sensors, opens up new opportunities for more accurate and environmentally responsible weed control. By automating the identification and classification of weeds, ML-based information systems make it possible to carry out targeted

measures - to apply herbicides only where necessary and in smaller quantities. This precision not only reduces production costs, but also conforms to the principles of sustainable agriculture.

## **Literature review.**

### **1. The Influence of Weeds on Agricultural Crops.**

In agricultural systems, weeds are traditionally viewed as undesirable highly competitive plants that threaten crop yields by contesting important resources such as water, nutrients, and sunlight. However, research also points to their ecological importance. Petit et al. [1] emphasize that although uncontrolled weed growth can indeed reduce crop production, a little amount of presence of diverse weeds support beneficial insects, promotes soil health, and promotes the preservation of agricultural land biodiversity. Weeds can be both harmful and beneficial, by serving as the basis for understanding their role in modern agriculture.

In competition, weeds often show an outstanding survivability and can outperform crops under undesired conditions. Schroeder et al. [2] note that weeds better resist the pressure of pests more effectively than agricultural crops, partly because many insect pests and harmful microorganisms do not affect weed populations on the same level. Thus, weeds left considered as strong competitors, especially when crops are weakened by pests. The situation gets complicated when some weed species act as asymptomatic hosts for harmful microorganisms. In such cases, the infection spreads more easily across the field, as the weeds continue to contain these organisms. For example, yellow and purple aspen are resistant to microorganisms that parasitize plants, and even benefit from their presence by enhancing the ability of weeds to reduce yields. As a result, effective weed control must take into account competition for resources and the threat from insects and microorganisms that thrive in a weed-dominated environment.

As mentioned earlier, weeds play a key role in maintaining the biodiversity of agricultural lands, which, paradoxically, can contribute to the long-term stability in terms of quality of soil in agroecosystems. Marshall et al. [3] documented how certain species of weeds, including *Stellaria media* and *Chenopodium album*, provide habitat and food sources for insects, birds, and other fauna. In modern agriculture, it is often customary to prioritize weed extermination, the drastic reduction in weed diversity directly affects birds on agricultural land and reduces populations of beneficial insects needed to control crop pests. The conclusion of Bärberi et al. [4] agrees that weeds contain useful substances such as nectar, pollen and serve as a shelter for arthropods, including the real enemies of crops. Although, weeds can sometimes serve as hosts for harmful pests, their overall contribution to functional biodiversity is increasingly recognized as critically important in agroecological management.

Moreover, farming systems that reduce soil pollution, commonly known as conservation farming, compensate to some extent for the impact of weeds on yields. This is evident from minimal tillage and constant soil coverage. Chauhan et al. [5] explain that with reduced tillage, weed seeds can remain near the soil surface, increasing the germination potential of surface-adapted species and initially increasing weed pressure. However, a continuous soil cover also suppresses some weeds, enhancing microbiological activity and, ultimately, increasing the sustainability of the agroecosystem in the long term. Nichols et al. [6] also describe how layers of mulch physically prevent seeds from germinating with the help of light, but warn that improper crop rotation can lead to uncontrolled reproduction of

aggressive or chemical-resistant weeds. Farooq et al. [7] extended this discussion to tropical forest systems, noting that while conservation agriculture can improve soil health in water-limited environments, the use of chemicals can exacerbate the evolution of resistant weed populations.

In general, weeds have both positive and negative effects on agricultural production. They actively compete with agricultural crops, are a potential source of pests and harmful microorganisms, and can reduce yields without control. However, they also provide critical ecosystem services by supporting biodiversity, improving soil quality, and helping to control agricultural pests. The key to developing weed control strategies lies in recognizing and balancing these opposing roles, which maintain productivity without compromising the ecosystem of agricultural land. Practices such as conservation agriculture, diverse crop rotations, and adaptive approaches to climate change are increasingly seen as providing the foundation for more sustainable and environmentally sound agronomic systems.

## **2. Traditional methods of weed identification and control.**

There are many traditional methods of weed identification and control, usually cultivation, mechanical and chemical methods that have evolved over the years through agricultural experimentation and innovation. Of these approaches, the main goal is to disrupt the life cycle of weeds, reduce weed seed stocks, and minimize opportunities for their spread in agricultural systems.

The fundamental strategy of traditional weed control is crop rotation, which can effectively reduce the dynamics of weed numbers by changing the timing of field work, sowing time and availability of resources. In a study on various crop rotation schemes, Koocheki et al. [8] found that continuous monoculture often increases crop density and favors certain, well-adapted weed species. Traditional high-cost systems provide lower weed densities through the use of synthetic chemicals, lower-cost crop rotations or organic crop rotations can promote greater biodiversity, which can enhance natural weed suppression through crop competition, but also requires more sophisticated management strategies.

Cover crops are another ecologically balanced method of weed control. Teasdale [9] identifies two main cover crop cultivation systems: winter annual cover crops and live mulch. Species such as rye and hairy vetch produce significant biomass by suppressing early-season weeds, blocking sunlight and changing soil temperature. Although this effect may be temporary, it can significantly reduce the need for chemicals before germination occurs. Based on this concept, Mirsky et al. [10] are studying an organic method of crop rotation without tillage based on cover crops in soybean cultivation. Despite its high efficiency in controlling annual weeds, the system may fail due to large overgrowths of weeds or persistent perennials.

In addition to cover crops, non-chemical weed control has long been practiced, where the use of synthetic chemicals is limited or prohibited. Abouziena and Haggag [11] consider methods such as solarization of the soil, coating the soil with transparent polyethylene to increase the temperature, mulching and the use of natural substances such as vinegar or some essential oils. In addition, innovative mechanical and physical tools, including power tools or laser processing, are attracting more and more attention as additional methods to further reduce dependence on chemicals. These strategies can significantly reduce weed germination and seed viability.

Moving to high-precision approaches, modern detection and monitoring tools represent the management of water resources in specific areas that combines traditional weed control. The López-Granados review [12] showed that remote sensing with both drones or satellite imagery and ground-based sensors can display weed infestation, allowing targeted spraying of chemicals only where necessary. This approach preserves the fundamental idea of selective control, which is central to many traditional strategies, while at the same time relying on advanced imaging and classification techniques to minimize both chemical use and inappropriate exposure.

Looking ahead, we note that changes in weed control paradigms emphasize the continued relevance of traditional approaches, albeit with significant technological improvements. Westwood et al. [13] predict that in the future, robotics, precision farming, and new biotechnologies will be used in weed control to suppress species-specific processes. Although these developments are not strictly traditional, they can be seen as a continuation of time-tested methods such as crop diversification, careful surveillance, and selective intervention.

Collectively, these traditional methods remain key to weed control, including crop rotation, cover crops, non-chemical tactics, and integrated strategies. Despite the fact that machine learning, robotics and biotechnology are opening up new horizons, the fundamental principles of traditional approaches continue to serve as the basis for innovation in the field of sustainable weed control.

### **3. Application of machine learning in agronomy.**

Machine learning (ML) has become a key tool in agronomy, changing the methods of crop monitoring by farmers and researchers to predict yields and optimize resource use. Research has demonstrated the potential of ML in identifying critical factors determining yield, as shown in the work of Shekoofa et al. [14], where decision trees and clustering models identified the date of sowing, grain characteristics and water content as key factors determining corn yield. Similarly, Mishra et al. [15] examined a broader set of ML methods, from artificial neural networks (ANN) to Bayesian networks, and showed how data driven analytics can significantly improve prediction accuracy in diagnosing crop diseases, assessing soil conditions, and optimizing planting schedules. Taken together, these seminal works emphasized that careful feature selection and careful data preparation are crucial for maximizing ML effectiveness in agronomic decision-making.

More recent developments have focused on approaches to deep learning (DL) and the integration of computer vision into precision farming. Chen et al. [16] describe how convolutional neural networks (CNNs) and recurrent neural networks (RNNs) enable advanced image-based pest detection, livestock health monitoring, and even crop prediction using time-series data. Rehman et al. [17] also discuss the growing role of ML in machine vision systems for agriculture, noting that algorithms such as the support vector method and k-Nearest Neighbors can analyze the color, shape, and texture of field images to automate tasks such as weed identification or plant phenotyping. As DL and ML approaches expand in scale, they are increasingly integrated with Internet of Things (IoT) technologies. Balducci et al. [18] show how real-time sensor data combined with supervised learning models optimize irrigation planning, detect sensor anomalies, and optimize farm resource management.



In addition to crop monitoring and disease detection, ML methods are now finding more subtle applications in precision farming. Chlingaryan et al. [19] examine how methods such as neural networks and decision trees use remote sensing data to assess nitrogen status and predict yields, emphasizing the importance of combining data from multiple platforms. In tropical conditions, Asamoah et al. [20] use random forest (RF) models to predict corn yields, finding that soil health indicators may be more important than climatic factors. Similarly, Sahabiev et al. [21] demonstrate the value of SVM and RF-based approaches for mapping agrochemical properties - availability of nitrogen, phosphorus, and potassium - in the field. By integrating spectral indicators with soil characteristics, these methods improve fertilizer application strategies with a variable rate of consumption. Taken together, these studies highlight the versatility of ML to develop site-specific recommendations, helping farmers adapt inputs and minimize environmental impacts.

#### **4. Algorithms and approaches.**

Algorithms and approaches for identifying and classifying weeds that affect yields have developed rapidly in tandem with advances in machine learning (ML) and computer vision. Early methods focused on relatively simple image processing and classical ML techniques, while more recent work combines deep learning models, stereo vision, and unsupervised classification strategies. Across this spectrum, the unifying goal remains the same: to reliably distinguish weeds from crops so that farmers can identify problem areas and protect the crop as a whole.

A fundamental example is the work of Weis [22], which developed an image processing and classification system using two-spectral camera imaging, shape feature extraction, and ML algorithms to automate weed detection. By segmenting the plant structure and distinguishing features based on shape, the system achieved an impressive 98% accuracy when using the Support Vector Machine (SVM) to distinguish between weeds and crops. This early work has shown that even relatively simple spectral and shape characteristics, combined with reliable classification using machine learning, can make it easier to detect weeds in real time and control them in a specific area. Subsequently, Ahmed et al. [23] developed these ideas by applying a variety of color, shape, and texture characteristics within the framework of SVM technology, achieving more than 97% accuracy in distinguishing crops from weeds. Their study confirmed the suitability of SVM for multidimensional feature spaces and laid the foundation for further study of advanced feature extraction techniques.

At the same time, researchers began to study artificial intelligence (AI) to improve classification accuracy and adaptability. Tobal and Mokhtar [24] proposed an evolutionary artificial neural network (EANN) that combines self-organizing maps (SOMs) and genetic algorithms (GAs). Thanks to automatic optimization of neural parameters, the network achieved 98% success rate in recognizing weeds and crops, demonstrating how metaheuristic optimization can further improve accuracy. This work also revealed an important motivation underlying algorithmic innovation: reducing the use of chemicals while maintaining or improving the effectiveness of weed control.

Weed-infected fields represent significant heterogeneity, so the algorithm combining spectral, spatial, and depth information has become widespread. Louargant et al. [25] have developed an unsupervised classification pipeline that uses both multispectral data and string structure. Using the geometry of crop rows to identify likely weed growth points, and then

creating training data for a controlled SVM classifier, this method has shown 89% success, surpassing approaches that rely solely on spatial or spectral information. This hybrid strategy eliminates the need for manual labeling, which is a persistent bottleneck in classifying agricultural product images.

In addition to 2D images, Dadashzadeh et al. [26] demonstrated the promise of stereo vision for recognizing weeds in densely cultivated fields. Their automated system used artificial neural networks (ANNS) controlled by metaheuristic algorithms such as particle swarm optimization (PSO) and bee algorithm (BA) to process stereo video recordings. The information on depth, color, shape, and texture combined allowed the classifier to distinguish rice plants from two types of weeds with an accuracy of 92.02%. Such stereos emphasize the 3D perspective of occlusion demonstration and improve segmentation during fast framing, especially in dense canopy conditions.

The increasing availability of unmanned aerial vehicle (UAV) platforms and high-resolution sensors has also transformed weed detection workflows. Islam et al. [27] compared the effectiveness of the Random Forest (RF), SVM, and k-nearest neighbor (KNN) classifiers in images taken from UAVs on Australian chili farms. RF achieved 96% weed detection accuracy, followed by SVM (94%) and KNN (63%), indicating the importance of both reliable classification algorithms and well-designed feature sets in drone-based applications. Their work shows how unmanned aerial vehicles can facilitate timely, large-scale surveys with minimal labor costs, making early weed control measures more feasible.

In parallel with these diverse methods, Wu et. al [28] describe a broader transition from traditional image processing to deep learning approaches (convolutional neural networks, or CNNs) that automatically extract images. hierarchical objects from raw images. CNN weed identification can surpass traditional methods in accuracy and reliability, especially in variable lighting or against a complex background. However, weed recognition training usually requires large datasets with labeling and significant computing resources. Integration with agricultural robots or precision spraying systems provides an attractive insight into fully automated weed control that reduces labor costs and the use of chemicals.

Recent advances show that the classification of weeds can be useful using various algorithmic approaches, each of which is adapted to specific conditions. Methods combining spatial geometry, spectral indexes, depth information, and evolving ML forms, from SVM to neural networks, especially CNN. As technology evolves, especially in the fields of deep learning and remote sensing using unmanned aerial vehicles, precise weed control can become even more automated and precise, which will increase yields and reduce the environmental impact of agriculture.

### **5. Examples of successful research**

A number of empirical studies have demonstrated good results in the accuracy of advanced algorithms for accurate detection and classification of weeds in order to strategically manage fields. Weis [22] presented one of the first successful examples by developing an image processing and classification system that allowed us to distinguish weeds from crops with 98% accuracy. This approach was based on two-spectral visualization and shape-based feature extraction before using the support vector Machine (SVM) method, which effectively laid the foundation for subsequent research on weed classification based on machine learning.

Based on these early results, Ahmed et al. [23] reported an equally impressive result, achieving classification accuracy of more than 97% using an SVM-based system tailored to color, shape, and texture features. Their automated machine vision system has demonstrated how carefully selected features combined with a reliable ML classifier can significantly reduce the use of chemicals through targeted spraying, which directly leads to lower production costs and minimization of environmental impacts.

The actual use of remote sensing and aerial photography has also led to remarkable achievements. Islam et al. [27] have developed a practical application of machine learning on Australian chili farms. In their study, popular classifiers such as Random Forest (RF) and SVM were tested for studying weeds in drone images. The Random Forest model showed 96% accuracy, while the SVM showed 94% accuracy. These results highlight the potential of remote sensing using unmanned aerial vehicles to produce highly accurate, large-scale weed mapping, enabling early engagement and better resource management.

Another illustration of the growing complexity in weed detection is provided by Louargant et al. [25], who presented a hybrid classification pipeline combining information about the spatial structure of rows and multispectral data. This integration allowed the SVM classifier to distinguish weeds from crops with an accuracy of 89%, which is a marked improvement over purely spatial (79%) or spectral (75%) methods. It is important to note that this approach has largely automated the generation of training data, reducing the time-consuming process of manual labeling.

**Table 1. Comparative Analysis of Weed Identification Models**

Study	Algorithm Used	Feature Extraction	Accuracy	Application	Challenges
<b>Weis (2010)</b>	Support Vector Machine (SVM)	Shape & Spectral Features	98%	Image-based weed classification	Limited to spectral and shape-based features
<b>Ahmed et al. (2012)</b>	Support Vector Machine (SVM)	Color, Shape, Texture	97%	Automated weed classification using SVM	Dependence on manually extracted features
<b>Tobal &amp; Mokhtar (2014)</b>	Evolutionary Artificial Neural Network (EANN)	Self-organizing Maps (SOM) + Genetic Algorithm (GA)	98%	Weed detection using AI & Evolutionary Algorithms	High computational complexity
<b>Louargant et al. (2018)</b>	SVM (Hybrid with Spatial & Spectral Data)	Spatial & Spectral Information	89%	Hybrid weed detection system with SVM	Dependency on structured crop row information
<b>Dadashzadeh et al. (2020)</b>	Artificial Neural Network (ANN) + Metaheuristic (PSO & BA)	Depth, Color, Shape, Texture	92.02%	Stereo vision-based weed classification	Requires stereo cameras and complex algorithms

<b>Islam et al. (2021)</b>	Random Forest (RF), SVM, k-NN	UAV-based Imagery Analysis	RF: 96%, SVM: 94%, k-NN: 63%	Weed detection using UAV imagery	Needs high-resolution UAV imagery
<b>Wu et al. (2021)</b>	Convolutional Neural Networks (CNN)	Deep Feature Learning from Images	Higher than traditional ML methods	Deep learning-based weed recognition	Requires large labeled datasets and computing power

## 6. Problems and challenges in weed identification

Despite notable advances in both traditional and modern approaches to weed control, some persistent problems make it difficult to accurately and timely identify weeds in agricultural systems. These difficulties are caused by the variability of the environment, the diversity of weeds, as well as the technical and logistical limitations of data-based methods.

Wu et al. [28] one of the most serious obstacles to weed identification is the morphological similarity between some weeds and cultivated plants, especially in the early stages of growth. Ahmed et al. [23], even advanced algorithms such as convolutional neural networks have difficulty distinguishing weeds from young crops when both have similar leaf shapes, sizes, or structures. Apart from the shape, the spectral similarity exacerbates the problem. Sahabiev et al. [21], while multispectral and hyperspectral sensors provide higher resolution, many weeds have almost identical reflection profiles to crops or other vegetation which makes it difficult to recognize without complex feature engineering or large training datasets.

Agricultural fields are characterized by high spatial and temporal variability in terms of soil type, moisture level, and microclimate. Louargant et al. [25], this heterogeneity often leads to inconsistent weed growth, making it difficult to develop a single classification model that works equally well in different locations or at different times. Nichols et al. [6], rapidly changing conditions, such as sudden weather events, can also change the appearance of both weeds and crops, complicating algorithms based on static data.

Wu et al. [28], although machine learning and deep learning models have shown high accuracy in controlled experiments, they often require large datasets with annotations. Islam et al. [27], manual labeling of field images is time-consuming and expensive, especially when it comes to high-resolution images from drones or satellites. Louargant et al. [25], even methods that partially automate the generation of training data. still rely on the same level of human control.

Mishra et al. [15], field images often suffer from mismatches in lighting conditions, shadows, cloud cover, which can degrade the performance of machine vision algorithms. Dadashzadeh et al. [26], Under the dense canopies of crops, weeds may be covered or partially hidden from view, making precise segmentation difficult. Nichols et al. [6], layers of residues from cover crops or conservation tillage methods. can visually blend with weed foliage, making it difficult for algorithms to correctly segment plant material without pretreatment or depth information.

### Conclusion.

Modern research in precision farming is increasingly pointing to the potential effectiveness of machine learning methods for weed identification and classification. The



analysis presented in this paper covers a wide range of approaches, from classical algorithms (SVM, Random Forest) to deep learning technologies (CNN, RNN), which demonstrate high accuracy and reliability with proper data preparation and field conditions. At the same time, the comparative review emphasizes that the final choice of the model depends on a number of factors: the availability of large labeled datasets, the complexity of annotation, the variety of spectral and spatial features, as well as the degree of variability of the environment (climate, soil conditions, lighting, etc.).

Despite significant successes, a number of limitations remain unresolved: high computational costs when working with deep architectures, the need to adapt models to dynamic conditions (changes in weather or the phenological stages of weeds and crops), as well as the difficulty in differentiating some similar types of weeds and crops in the early stages of growth. At the same time, the increasing availability of remote sensing technologies (UAVs, satellites) and the proliferation of IoT-based solutions open up further opportunities for scaling and integrating ML models into agricultural practice.

In general, a comparison of the various machine learning methods presented in the research suggests that hybrid and adaptive algorithmic schemes (combining spectral, spatial and deep data) are the most promising for improving the accuracy of weed detection. With proper setup and sufficient support from agronomists, such systems can effectively reduce herbicide costs, reduce damage to ecosystems, and ensure crop stability. The prospects for further research lie in the development of more versatile models that can work effectively in various agro-climatic zones, as well as in the creation of user-friendly tools that facilitate the introduction of ML technologies into agricultural practice.

### References:

- [1] Petit, S., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N., & Reboud, X. (2011). Weeds in agricultural landscapes: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(2), 309–317. <https://doi.org/10.1051/agro/2010020>
- [2] Schroeder, J., Thomas, S. H., & Murray, L. W. (2005). Impacts of crop pests on weeds and weed–crop interactions. *Weed Science*, 53(6), 911–916.
- [3] Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R., & Ward, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43(2), 77–89.
- [4] Bàrberi, P. (2010). Functional biodiversity in the agricultural landscape: Relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research*, 50(5), 388–401.
- [5] Chauhan, B. S., Mahajan, G., Sardana, V., Timsina, J., & Jat, M. L. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38, 57–65.
- [6] Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 11–23.
- [7] Farooq, M., Flower, K. C., Jabran, K., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2011). Crop yield and weed management in rainfed conservation agriculture. *Field Crops Research*, 117(2–3), 172–183.



- [8] Koocheki, A., Nassiri, M., Alimoradi, L., & Ghorbani, R. (2009). Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24(2), 103–113.
- [9] Teasdale, J. R. (1996). Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture*, 9(4), 475–479.
- [10] Mirsky, S. B., Ryan, M. R., Curran, W. S., Teasdale, J. R., Reberg-Horton, S. C., Spargo, J. T., & Wells, M. S. (2013). Overcoming weed management challenges in cover crop-based organic rotational no-till soybean production in the eastern United States. *Weed Technology*, 27(1), 193–203.
- [11] Abouziena, H. F., & Haggag, W. M. (2016). Weed control in clean agriculture: A review. *Planta Daninha*, 34(2), 377–392.
- [12] López-Granados, F. (2011). Weed detection for site-specific weed management: Mapping and real-time approaches. *Weed Research*, 51(1), 1–11.
- [13] Westwood, J. H., Charudattan, R., Duke, S. O., Fennimore, S. A., Marrone, P., Slaughter, D. C., & Swanton, C. (2018). Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. *Weed Science*, 66(3), 275–285.
- [14] Shekoofa, A., Emam, Y., & Pessarakli, M. (2014). Determining the most important physiological and agronomic traits contributing to maize grain yield through machine learning algorithms: A new avenue in intelligent agriculture.
- [15] Mishra, B., Kumar, A., & Jha, G. (2016). Applications of machine learning techniques in agricultural crop production: A review paper. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 65–78.
- [16] Chen, J., Zhang, D., Yang, J., & Li, M. (2019). Deep learning techniques for agronomy applications. *Agronomy*, 9(3), 142.
- [17] Rehman, A., Mahmud, M., & Chang, Y. (2018). Current and future applications of statistical machine learning algorithms for agricultural machine vision systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 585–605.
- [18] Balducci, F., Boella, G., & Vercelli, G. (2018). Machine learning applications on agricultural datasets for smart farm enhancement. *Machines*, 6(4), 38.
- [19] Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61–69.
- [20] Asamoah, R., Akwasi, D., & Owusu, K. (2024). Random forest machine learning for maize yield and agronomic efficiency prediction in Ghana. *Environmental Advances*, 8, 100198.
- [21] Sahabiev, I., Komissarov, M., & Medvedev, S. (2021). Spatial prediction of agrochemical properties on the scale of a single field using machine learning methods based on remote sensing data. *Agronomy*, 11(12), 2266.
- [22] Weis, M. (2010). An image analysis and classification system for automatic weed species identification in different crops for precision weed management. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(2), 219–225.
- [23] Ahmed, F., & Hasan, M. (2012). Classification of crops and weeds from digital images: A support vector machine approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 89, 144–155.

[24] Tobal, A., & Mokhtar, H. (2014). Weeds identification using evolutionary artificial intelligence algorithm. *Applied Artificial Intelligence*, 28(3), 225–240.

[25] Louargant, M., Hamuda, E., & Glumineau, P. (2018). Unsupervised classification algorithm for early weed detection in row-crops by combining spatial and spectral information. *Remote Sensing*, 10(5), 761.

[26] Dadashzadeh, M., Valente, J., & Bosman, M. (2020). Weed classification for site-specific weed management using an automated stereo computer-vision machine-learning system in rice fields. *Plants*, 9(5), 559.

[27] Islam, M., Shariati, A., & Hossain, M. (2021). Early weed detection using image processing and machine learning techniques in an Australian chilli farm. *Agriculture*, 11(4), 387.

[28] Wu, H., Song, H., & Zhang, D. (2021). Review of weed detection methods based on computer vision. *Sensors*, 21(11), 3647.

UDC 622.831(574.3)=512.112

**Ibrayeva Akniyet**

Master's student,  
Department of «Development of Mineral Deposits»  
non-profit joint-stock company  
«Abylkas Saginov Karaganda Technical University»  
(Karaganda, Kazakhstan)

**Research supervisor: Mullagaliev Fandus**

Candidate of Sciences in Technology, Senior Lecturer,  
Department of «Development of Mineral Deposits»  
non-profit joint-stock company  
«Abylkas Saginov Karaganda Technical University»  
(Karaganda, Kazakhstan)

## THE ROLE OF NATURAL CLEAVAGE IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR DEGASIFICATION OF COAL DEPOSITS

**Annotation:** The article focuses on the role of natural cleavage of coal in the development of technologies for the degasification of coal deposits. The accumulation of methane in mines poses a significant threat to miner safety while also serving as a potential energy source. The paper analyzes the impact of the degree of coal cleavage on its permeability and gas retention capacity, while examining various degasification methods, including horizontal drilling and hydraulic fracturing. It is demonstrated that effective utilization of cleavage can significantly enhance mining safety and reduce carbon emissions, contributing to a more environmentally friendly coal extraction process. Finally, recommendations for future research on optimizing degasification technologies with consideration of natural coal cleavage are presented.

**Keywords:** degasification, methane, coal deposits, natural cleavage, permeability, mining safety, hydraulic fracturing, horizontal drilling, ecology.

Coal deposits are among the most hazardous objects in the mining industry due to the high likelihood of methane accumulation in underground workings. Methane, released from coal seams, is not only an energy resource but also a significant threat to the safety of miners and the environmental ecosystem. When accumulating in the workings, methane can form explosive mixtures with air. Methane-related mining accidents remain one of the most serious problems in the coal industry. According to various studies, up to 20% of all mining accidents are associated with insufficient development or application of degasification technologies.

In addition to the explosion risk, methane has a substantial environmental impact. This gas has a greenhouse effect that is 25 times stronger than that of carbon dioxide. Minor methane leaks into the atmosphere from degasification without proper disposal or use also contribute to climate change. Therefore, the development of innovative approaches for the

degasification of coal deposits becomes a key task for enhancing industrial safety and reducing environmental harm.

One promising direction is the use of natural cleavage of coal—the ability of coal seams to crack and release gas naturally. This phenomenon can significantly improve the efficiency of degasification if it is properly integrated into technological processes.

There are various degasification methods, such as drilling wells aimed at maximizing the intersection with fractures to enhance methane release. Effective degasification technologies include controlling the drilling direction to ensure access to natural fracturing. For example, drilling wells at an angle helps avoid excessive water pressure and prevents water from infiltrating the seam, which is crucial for keeping the gas in a dissolved state.

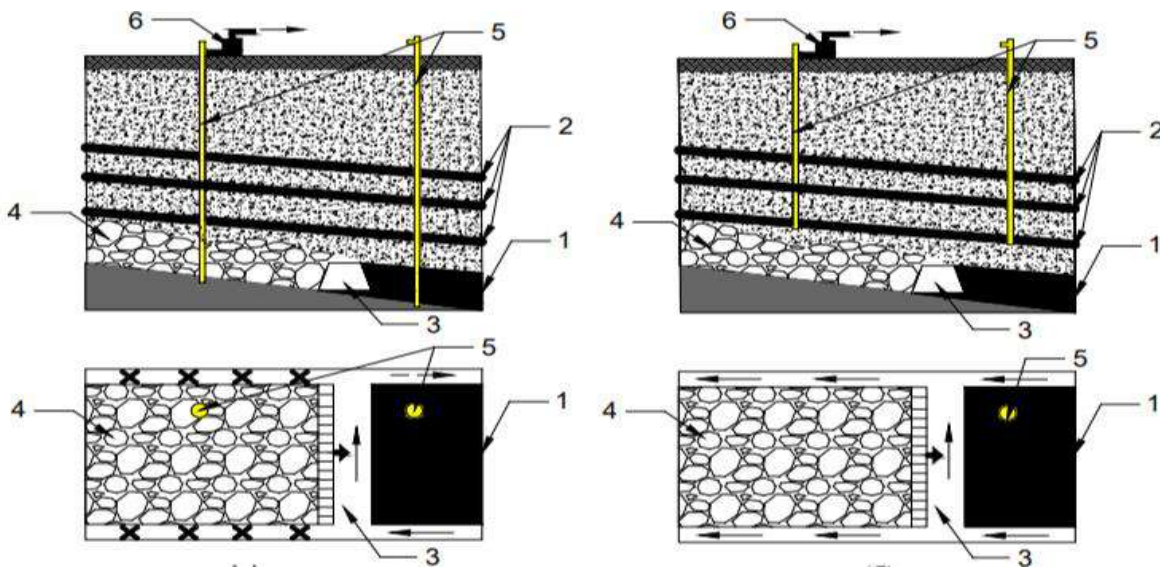


Figure 1. Diagrams with degasification wells drilled from the surface:

a) Working area of drilling and nearby seams;

b) Nearby seams: 1 – extracted seam; 2 – nearby seams;

3 – cleanout shaft; 4 – working area of drilling;

5 (a) – well, 5 (b) – projection of the well; 6 – mobile degasification unit (MDU).

In the first case, wells are drilled into the soil at a depth of 5–10 meters. When re-drilling only the nearby coal seams, the distance between the bottom of the well and the roof of the extracted seam must be at least ten times the thickness of that seam. The bottom of the degasification well should be located within the degasification zone of the extracted seam. In all cases, the wells are connected to a vacuum pump unit 30 meters before the approach of the face, and the pressure in the well should not be less than 150 mm Hg.

Natural cleavage is the ability of a coal seam to naturally split into thin parallel plates along specific directions. It is related to the natural features of coal deposit formation and is influenced by internal stresses, the structure of the coal, and geological processes such as pressure, temperature, and deformation of the rock. This characteristic of coal seams plays an important role in their extraction, as cleavage determines how easily the coal can be broken down and release the gas (methane) it contains. The higher the cleavage, the more fractures and layering surfaces there are, which facilitates the degasification process.

Cleavage in coal seams is formed under the influence of various factors, which can be divided into three main groups: tectonic processes, chemical and physical properties of coal, and the degree of metamorphism of coal seams.

**Tectonic Processes.** Tectonic stresses play a key role in the formation of cleavage. During the geological evolution, coal seams undergo deformations caused by the movement of the Earth's crust. These stresses lead to the formation of fractures, which may be oriented in specific directions depending on the nature of the tectonic forces. For example, in areas of active faults, fracturing may be more pronounced, affecting the permeability of the coal seam and its gas content.

**Chemical and Physical Properties of Coal.** The chemical composition of coal, including the content of carbon, hydrogen, oxygen, and other elements, as well as its physical properties such as density and porosity, significantly influence the development of fracturing. Denser coals tend to have lower cleavage, while coals with high porosity and low density are more prone to forming a greater number of fractures.

**Degree of Metamorphism of Coal Seams.** Metamorphism of coal, or coalification, is the process of structural and molecular transformation of organic matter under the influence of temperature, pressure, and time. As the degree of metamorphism increases, coal becomes harder and denser, which may reduce the number of fractures. However, in some cases, especially under high temperatures and pressures, new fractures can form due to changes in the volume of the coal substance.

These factors collectively determine the character and degree of cleavage in coal seams, which in turn affects their gas content, permeability, and behavior during extraction.

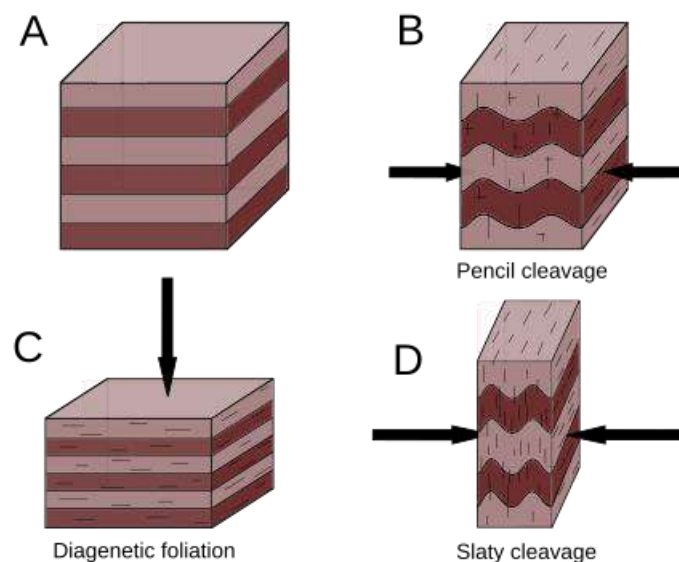


Fig. 2. Different ways in which a cleavage can develop in a sedimentary rock. A: original sedimentary rock; B: pencil cleavage; C: diagenetic foliation (parallel to bedding); D: slaty cleavage.

The role of cleavage in the accumulation of methane and other hydrocarbons lies in its influence on the structure of fractures and pores within coal seams, which significantly affects the ability of coal to retain and transport gas. Cleavage is crucial for the formation of porosity and permeability in coal. Fractures created by cleavage increase the volume of pores



where methane can accumulate. The higher the degree of cleavage, the more gas can be adsorbed onto the surfaces of coal particles.

Additionally, fractures provide pathways for gas migration, and high permeability facilitates a more uniform distribution of gas within the seam, making extraction easier. In areas with intense cleavage, increased concentrations of methane are often observed, as the fractures create favorable conditions for gas accumulation, especially under high pressure. These zones become priorities for gas extraction, as they contain significant reserves of hydrocarbons.

Cleavage also greatly impacts the speed and efficiency of gas release. In seams with a high degree of cleavage, gas moves more quickly through the fractures to the points of exit, which is especially important during the degasification of mines or the extraction of methane from coal. Furthermore, the development of coal seams with high cleavage allows for more effective degasification, as the fractures provide access to a larger volume of gas. This not only reduces the risk of sudden methane outbursts but also enhances overall mine safety.

The cleavage of coal directly influences the choice of degasification technology. For example:

**High Cleavage:** When coal has high cleavage, it possesses greater permeability, making methods like vacuum degasification or horizontal drilling effective. These technologies enable gas extraction from fractures and pores with minimal costs.

**Low Cleavage:** In cases of low cleavage, methods that increase permeability, such as hydraulic fracturing, are required. This method creates additional fractures, improving gas flow.

Modern analytical and numerical models allow for the prediction of gas behavior in coal seams, taking cleavage into account. For instance, models that consider geomechanical stresses help determine optimal drilling parameters and well locations for maximum degasification efficiency. Modeling also enables the assessment of the impact of various technologies on gas extraction rates and volumes, contributing to cost reduction and enhanced safety in extraction.

At the "Krasnodonetskoye" mine, drilling schemes aimed at actively utilizing natural cleavage were successfully implemented. During the degasification process, significant methane release was observed, indicating the effectiveness of the proposed methods. Successful degasification of coal seams not only reduces the risks of methane emissions into the atmosphere but also positively impacts the economy of the coal industry by enabling efficient resource utilization and improving technical and economic performance.

Natural cleavage of coal seams plays a crucial role in the degasification process, as it determines the pathways and speed of methane release from coal deposits. In areas with high cleavage, the rate of degasification is significantly higher, simplifying the gas extraction process and enhancing the safety of mining operations. Cleavage also influences the choice of degasification technologies. For instance, in cases of high cleavage, methods such as horizontal drilling or hydraulic fracturing can be effectively employed to maximize methane extraction.

Considering cleavage not only enhances safety but also improves the economic and environmental efficiency of coal mining by utilizing the extracted methane as an energy resource.

For further development of research and technologies regarding the consideration of natural cleavage in coal seams, it is recommended to focus on several key areas. First, it is important to conduct more detailed studies on the distribution of cleavage in various coal basins. This will enable more accurate predictions of areas with high gas content, which is critically important for effective degasification and methane extraction. Second, it is necessary to develop technologies that account for natural cleavage, such as combined approaches that integrate hydraulic fracturing with vacuum degasification. These methods could significantly enhance gas extraction efficiency. Additionally, creating real-time monitoring methods for cleavage will be an important step in promptly adjusting degasification parameters based on current conditions. Finally, in-depth studies of the impact of various factors—such as pressure, temperature, and tectonic features—on changes in cleavage and gas content of coal seams are required. This will help to better understand the processes occurring within the seams and develop more accurate and safer technologies for their exploitation.

#### **List of references:**

1. Thomas, L. Coal geology. Wiley-Blackwell, 2013.
2. Viswanathan, P. S. G., Sanz, D. M. W. Fundamentals of gas shale and coal seam gas. Springer, 2019.
3. Irawan, M. R. T. R. Underground coal gasification and combustion. Elsevier, 2018.
4. Skoczylas, N., Dutka, B., Sobczyk, J. Mechanical and gaseous properties of coal briquettes in terms of outburst risk. Fuel, 2014, 134, 45–52.

UDC 622.279.(574.3)= 512.122

**Ibrayeva Akerke**

Master's student,  
Department of «Development of Mineral Deposits»  
non-profit joint-stock company  
«Abylkas Saginov Karaganda Technical University»  
(Karaganda, Kazakhstan)

**Research supervisor: Mullagaliev Fandus**

Candidate of Sciences in Technology, Senior Lecturer,  
Department of «Development of Mineral Deposits»  
non-profit joint-stock company  
«Abylkas Saginov Karaganda Technical University»  
(Karaganda, Kazakhstan)

## **OPTIMIZATION OF GAS EXTRACTION METHODS FROM COAL SEAMS AT THE SHERUBAI-NURA SITE OF THE KARAGANDA COAL BASIN**

**Annotation:** This article discusses the optimization of gas extraction methods from coal seams in the Sherubai-Nura site of the Karaganda Coal Basin. It emphasizes the economic and environmental significance of extracting methane, the availability of methane in coal seams, and the importance of developing technologies for its extraction. The study explores the geological characteristics and coal deposits of the Karaganda basin, as well as the implications of coal gas extraction on energy security, environmental sustainability, and economic development in the region.

**Keywords:** Gas extraction, Methane, Coal seams, Optimization, Karaganda Coal Basin, Energy security, Environmental impact, Economic development, Geological characteristics, Technology, Sustainability.

Coal gas, particularly methane, represents a significant energy source that can serve as an alternative to traditional hydrocarbons such as oil and natural gas. Methane released from coal seams has high energy potential due to its high calorific value. It can be used for electricity generation, as a fuel for transportation, or in industry, making it a versatile and promising resource.

One of the advantages of coal gas is its wide availability. In regions with developed coal basins, such as the Karaganda coal basin in Kazakhstan, vast reserves of methane remain underutilized. The development of technologies for extracting coal gas not only enhances the energy security of countries but also reduces dependence on imported energy resources. Moreover, methane from coal seams can become a key element in the transition to sustainable energy sources. Its combustion emits less carbon dioxide compared to coal, making it a more environmentally friendly type of fuel. Thus, coal gas can serve as an intermediate step on the path to the full decarbonization of the energy sector.

The extraction of methane from coal seams has significant economic and environmental benefits. From an economic perspective, the production of coal gas promotes the development of coal regions by creating new jobs and stimulating local economies.

Methane extracted from seams can be sold on domestic or international markets, contributing to increased revenues in the energy sector. Additionally, using methane as an energy source reduces the costs associated with coal mining and transportation. This is particularly relevant for areas with hard-to-reach or depleting coal deposits. The implementation of modern technologies allows methane to be extracted at minimal cost, making its production economically viable. From an environmental perspective, methane extraction from coal seams plays an important role in reducing harmful impacts on the atmosphere. Methane released from coal mines is a greenhouse gas that is 25 times more effective at trapping heat than carbon dioxide. Capturing and utilizing this gas for energy needs prevents its release into the atmosphere, contributing to the fight against climate change. Furthermore, the development of coal gas reduces environmental pollution associated with traditional coal mining. As a result, there is less destruction of ecosystems, soil and water pollution, and the formation of toxic waste. This makes coal gas extraction an essential element of the ecological modernization of the energy sector.

The Karaganda coal basin is located in central Kazakhstan, within the territory of the Karaganda region. Its industrial and administrative center is the city of Karaganda. The basin stretches in a latitudinal direction for 120 km, with an average width of about 30 km. The total area of the basin is 3,600 km<sup>2</sup>, of which coal-bearing Carboniferous deposits occupy about 2,000 km<sup>2</sup>. From a geological and industrial perspective, the basin is divided into four districts, arranged from west to east:

1. Tentek District: Includes the Tentek, Karagog, Manzhin, Sasykkol, and Taszaim sections.

2. Sherubainura District: Consists of the Karazhar-Shakhan, Dolin, Kolpak, Kichkinekol, Southern, Central, and Northern sections.

3. Karaganda District: Covers the Alabas, Saran, Industrial, Maikuduk, Taldykuduk, and Dubov sections.

4. Verkhnesokur District: Coal here is insufficiently studied due to its low quality and significant depth of occurrence.

Geologically, the basin is composed of Carboniferous and Jurassic formations, which are largely overlain by younger Cenozoic deposits. The foundation of the basin consists of Cambrian-Silurian strata, which are significantly metamorphosed and displaced. Overlying these are Devonian and Carboniferous formations, which were not affected by the Caledonian tectogenesis. These formations define the boundaries of the basin on all sides. The coals of the Karaganda basin belong to humic bituminous coals and are characterized by a complex petrographic composition with a banded texture. Based on the conditions under which the original plant material formed, they can be classified as allochthonous-autochthonous type. The coals are primarily composed of the remains of large woody vegetation, as confirmed by the identified microstructure. The coal substance contains accumulations of fragments of stem tissues, while fungal formations, sporangia (spore-bearing organs), spores, and pollen are present in much smaller quantities. Elements of bark, leaves, and cuticles are extremely rare in the coal composition. For the coal-bearing deposits of the Karaganda basin, the plant remains of lycopods, ferns, and pteridosperms dominate. To a lesser extent, calamites, sphenophylls, conifers, and cordaites are also found. In the middle subformation of the Karaganda formation, there is an

observed increase in the content of coniferous plant pollen as one moves up the stratigraphic section. In the Shakhan and upper part of the Tentek formations, pollen from cordaites and other gymnosperms is also recorded.

The Karaganda coal basin, in geological terms, represents an asymmetric synclinorium, elongated in an east-west direction for approximately 100 km. Its northern flank is characterized by a gentle dip (10–30°), while the southern flank has a steeper dip, in some places reaching overturned bedding. The basin's structure is complicated by numerous folding and faulting disturbances. Within the synclinorium, three brachysynclines are distinguished: Sherubainurinskaya, Karagandinskaya, and Verkhnesokurskaya. These are separated by anticlinal uplifts — Algabas (Dubovsky) and Maikuduk. These brachysynclines correspond to three industrially and economically significant coal-bearing regions: Verkhne-Sokursky (eastern part of the basin), Karagandinsky (central part), and Sherubai-Nurinsky (western part). In the Sherubai-Nurinsky area, two additional subregions are identified — Tenteksky and Sherubainurinsky. Each region differs in its tectonic structures, coal-bearing potential, industrial development, and geographical features. The northern flanks of the synclines have a gentle structure, while the southern flanks are steeper and, in some places, exhibit overturned bedding. These zones are complicated by numerous disturbances, adjoining the major east-west Zhalaïr thrust fault, which forms the southern boundary of the basin. The western boundary of the basin is defined by the Tentek fault, near which steep but relatively stable bedding of the formations is observed. In the east, the basin lacks a closed boundary and transitions into the narrow Ashisu structure.

The main coal-bearing formations are:

- Ashlyarik formation,
- Karaganda formation,
- Dolinskaya formation,
- Tentek formation.

The most valuable coal seams are:

- Karaganda and Dolinskaya formations,
- Lower seams of the Tentek formation.

Coal deposits: Dubovskoye deposit: The coal-bearing capacity is associated with the Dubovskaya formation. The upper horizon contains coal interlayers, while the lower horizon features five seams of complex structure (thickness 2.5–4.5 m over a limited area).

Kumyskuduk deposit: The upper horizon (thickness 20 m) consists of coal lenses (0.1–1.5 m). The lower horizon (thickness up to 40 m) is represented by five coal seams (thickness 2–12 m).

The high methane content of the coal seams in the Karaganda coal basin results in significant gas emissions in the mines, making them hazardous due to sudden outbursts of coal and gas. All mines in the basin are classified as super-category or dangerous due to sudden outbursts. The depth of the gas weathering zone in the basin varies from 40 to 300 meters. Minimum values are typical for the seams of the Ashlyarik formation and the lower seams of the Karaganda formation. In most cases, the depth is 100–200 meters, but in the Tentek area, it increases to 250–300 meters. At depths of 200 meters and below, the methane content begins to increase significantly, reaching 15–20 m<sup>3</sup>/ton and more. At depths of 250–



350 meters, the methane emission levels in the Karaganda basin mines are twice those of the Vorkuta deposit.

Methane is released into the mine atmosphere in the following forms:

- Normal emissions.
- Sudden outbursts of coal and gas, which become possible at depths of 250–300 meters. As the depth of mining operations increases, both the frequency and intensity of outbursts rise.

The most hazardous seams for sudden outbursts of coal and gas are K18, K12, K10, K7, and D6. These characteristics necessitate strict monitoring of the gas conditions and the implementation of special safety measures to prevent accidents. The study of existing technologies for gas extraction from coal seams is presented in the article and includes an analysis of four main categories of such technologies: degasification of coal seams, ventilation of mine workings, extraction of methane from active mines, and extraction of methane from closed coal mines. The results highlight the need to prepare gas for the utilization of mine methane, as most technologies require increasing concentration or removing nitrogen to meet the technical requirements for methane use.

It is also important to pay attention to the amplitude of fluctuations in the concentration of the extracted gas, as this affects the complexity of methane utilization and can lead to its release into the environment. The degasification technology for unloaded coal seams is the most effective method for obtaining clean methane without the need for additional processing. Thus, the analysis of existing gas extraction technologies from coal seams allows for the identification of optimal pathways for methane production and utilization, taking into account technological requirements and environmental safety.

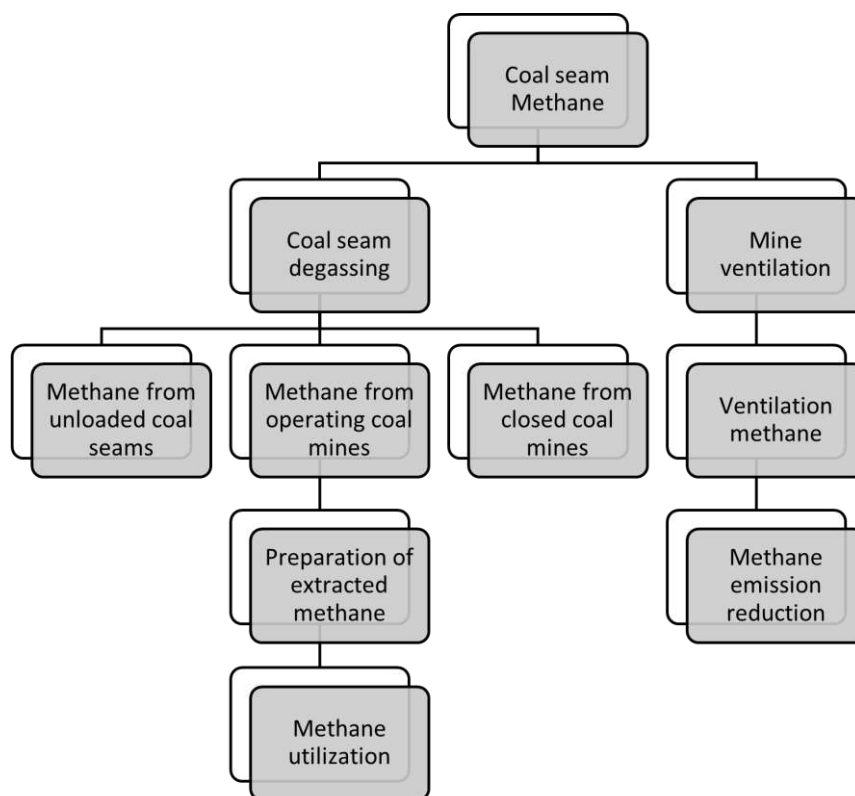


Fig. 1 Scheme of technological processes for extraction of mine methane and its utilization

To enhance the efficiency of methane extraction from the coal seams of the Karaganda coal basin, characterized by high methane content and complex geological conditions, it is essential to optimize existing approaches. Below are key aspects that contribute to improving gas extraction technologies.

Combining traditional and innovative methods allows for the most effective use of seam resources. Traditional methods, such as degasification through vertical and inclined wells, are well-suited for developing shallow and stable seams. However, as depth increases (250–350 m and more), where gas content rises, it is advisable to employ innovative technologies like hydraulic fracturing (HF) and underground degasification using horizontal wells. This approach allows to:

- Reduce the likelihood of sudden outbursts of coal and gas;
- Increase the volume of extracted methane;
- Mitigate risks for miners and equipment.

The application of digital technologies, such as the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI), facilitates more precise management of gas extraction processes. Specifically, these technologies enable:

- Creation of accurate models of methane content based on data from sensors (pressure, temperature, methane concentration);
- Prediction of gas and coal outbursts, reducing accident risks;
- Automation of monitoring processes for well conditions and mine atmosphere;
- Increased drilling accuracy and optimized well trajectories.

Such monitoring systems are particularly relevant in areas where gas outbursts are unpredictable, such as in seams K18, K12, K10, K7, and D6.

Modern drilling technologies are a crucial element in optimizing gas extraction. Special attention is given to:

- The development of multi-lateral wells, which allow for a larger coverage area of the gas-bearing seam while minimizing the number of drilling operations.
- Horizontal wells, which are particularly effective at depths below 200 m, where methane content reaches peak values (15–20 m<sup>3</sup>/ton and more).
- The use of upgraded drilling rigs with high precision, which reduces the likelihood of accidents and increases productivity.

These technologies help minimize environmental impact and enhance the economic efficiency of extraction.

The climatic and geological features of the Karaganda coal basin, including the gas weathering zone (depth 40–300 m) and high gas content in the mines, necessitate their mandatory consideration when designing methane extraction systems. Optimization includes:

- Analyzing the depth of the gas weathering zone to select appropriate extraction methods; for example, combined technologies are preferred for seams located below 200 m.
- Investigating geological factors (tectonic faults, propensity for coal and gas outbursts) to minimize risks and enhance work safety.
- Forecasting climatic conditions, including seasonal temperature fluctuations, which can impact the efficiency of equipment and gas extraction systems.

Considering these factors allows for the adaptation of technologies to the specific conditions of the site, enhancing their reliability and productivity.

Optimizing methane extraction methods requires the integration of traditional and innovative technologies, the implementation of monitoring systems, the improvement of drilling techniques, and the consideration of geological features. A comprehensive approach to addressing these challenges will ensure the safe and efficient exploitation of resources in the Karaganda coal basin.

The potential for increasing gas extraction volumes in the Karaganda coal basin remains significant due to the high methane content of the coal seams, especially at depths below 200 meters. With modern technologies such as horizontal drilling and innovative extraction methods, an increase in methane production can be anticipated. Forecasts also indicate the possibility of raising the share of coal methane in the region's overall energy balance, which could aid in diversifying energy sources and reducing dependence on traditional hydrocarbons.

To effectively utilize the extracted gas, it is essential to develop the infrastructure for transportation, storage, and processing. This includes:

- Creating pipelines to transport methane from the mines to consumers.
- Constructing gas storage facilities, including underground reservoirs, to ensure stable supplies.
- Advancing liquefied natural gas (LNG) technologies, which would allow for gas transportation over long distances and its use as a motor fuel.

These measures will not only enhance the economic efficiency of extraction but also integrate coal methane into global energy supply chains.

To minimize the environmental impact of coalbed methane extraction and usage, it is recommended to:

- Reduce greenhouse gas emissions by capturing and processing methane that would otherwise enter the atmosphere.
- Rehabilitate land after mining operations, allowing ecosystems to recover.
- Utilize environmentally friendly technologies for gas transportation and processing, such as emission monitoring systems and automated process control.
- Improve the energy efficiency of equipment used in gas extraction and processing, which will also reduce the carbon footprint.

These recommendations will help not only increase gas extraction volumes but also make the process more sustainable and environmentally safe.

During the analysis of methods for extracting methane from the coal seams of the Karaganda coal basin, it was found that the natural methane content of coal deposits, especially at depths of 250 meters and more, necessitates the use of both traditional and innovative technologies. The need for combined approaches to enhance gas extraction efficiency, reduce the risks of sudden coal and methane emissions, and minimize environmental consequences has been substantiated.

To minimize the environmental impact of coalbed methane extraction and usage, it is recommended to:

- Reduce greenhouse gas emissions by capturing and processing methane that would otherwise enter the atmosphere.
- Rehabilitate land after mining operations, allowing ecosystems to recover.

- Utilize environmentally friendly technologies for gas transportation and processing, such as emission monitoring systems and automated process control.
- Improve the energy efficiency of equipment used in gas extraction and processing, which will also reduce the carbon footprint.

These recommendations will help not only increase gas extraction volumes but also make the process more sustainable and environmentally safe.

During the analysis of methods for extracting methane from the coal seams of the Karaganda coal basin, it was found that the natural methane content of coal deposits, especially at depths of 250 meters and more, necessitates the use of both traditional and innovative technologies. The need for combined approaches to enhance gas extraction efficiency, reduce the risks of sudden coal and methane emissions, and minimize environmental consequences has been substantiated.

### **List of references:**

1. Руководство по наилучшей практике эффективной дегазации источников метановыделения и утилизации метана на угольных шахтах // Серия публикаций ЕЭК по энергетике. — 2016. — № 47. — Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк и Женева. — 134 с.

2. Scot, M., Anna, M., Robert, G., Otto, P., Lori, M., Stefan, S. China's coal mine methane regulations have not curbed growing emissions // Nature Communications. — 2019. — DOI: 10.1038/s41467-018-07891-7.

3. Wang, G., Liu, Z., Hu, Y., Fan, C., Wang, W., Li, J. Influence of gas migration on permeability of soft coalbed methane reservoirs under true triaxial stress conditions // R. Soc. Open Sci. — 2010. — Oct. 2; 6(10):190892. — DOI: 10.1098/rsos.190892.

4. Архипов И.А. Анализ технологий извлечения метана угольных пластов // ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень / МИАВ. Mining Informational and Analytical Bulletin. — 2020. — № 6-1. — С. 204-211.

UDC 004.9

**Mamekov Elnur Asanuly**

Master's student,  
Computer Science and Engineering  
Astana IT University  
(Astana, Kazakhstan)

## DEVELOPMENT OF A WEB RESOURCE MONITORING SYSTEM

**Annotation:** Web resources are essential for providing public and private services, and their unavailability can disrupt access to critical information. This is especially impactful for government sites, where citizens rely on timely access to services and information. Private companies also face profit loss and operational disruptions when their websites are inaccessible. This project aims to create a web monitoring system that tracks site availability and promptly notifies users of outages. Focusing on state web resources in Kazakhstan, the system will also support private sites, providing versatile use across sectors.

**Key words:** web resources, monitoring system, website, site availability

**Introduction.** The need for this project arises from the increasing reliance on governmental websites in Kazakhstan for essential public services. Citizens use these platforms to access tax services, legal documents, social services, and various other government resources. However, frequent downtimes, slow responses, and periodic access issues have caused significant inefficiencies and a decrease in public trust. In 2023, several high-traffic government websites, including eGov.kz and the State Revenue Committee's portal, experienced multiple outages that lasted from a few hours to several days [1]. These outages directly affected services like tax payment processing and visa applications, leading to public complaints and administrative backlogs.

**Relevance:** The project is essential for enhancing the reliability of Kazakhstan's government digital services, supporting sectors like healthcare and emergency services by preventing service outages. Improved monitoring can also safeguard private businesses, particularly in e-commerce and finance, from costly downtime, ensuring accurate and swift transaction processes. Additionally, by making digital services more dependable, the project boosts public trust in Kazakhstan's digital transformation, encouraging citizen engagement with e-government platforms and contributing to a transparent, efficient, and modernized economy.

**Problem:** There are many factors that affect the availability of various services. For instance, lacking the knowledge to turn on one's own computer will significantly impact the availability of any service that requires a computer. Primarily concentrated on indicators related to the server and within a server administrator's control, allowing them to enhance the monitored service based on the data provided by the availability monitor. As a result, it's focused on indicators that are relatively easy to implement as measurement tools.

**Goal:** Create Monitoring System to notify on time about any problems with connection to websites.

### **Related works**

Although many web monitoring services are available worldwide (such as



UptimeRobot and Pingdom), our project stands out by concentrating on government websites and offering enhanced monitoring features, including content verification and response quality assessments. Furthermore, it incorporates local services, like notifications through Telegram—a popular platform in Kazakhstan—making it better suited to the regional context.

Several studies focus on developing monitoring systems specifically for e-government, though they lack practical application. Among these is the work of Simon Fong and Ho Si Meng, which involves collecting and analyzing metrics from e-government websites. Their goal is not only to monitor website statuses but also to assess the quality of user experience [2]. Several active projects were also reviewed with a scientific foundation for monitoring website statuses, including Aviator and ServiceCheck. Aviator employs a crawler to verify site availability twice daily, allowing a 30-second wait for each request and an additional 30 seconds for a response [3]. ServiceCheck employs two approaches to monitor server status: Active and Passive. The Active method utilizes cloud functions, while the Passive method checks server availability every minute through HTTP ping [4].

**Table 1 – Uptime monitoring services comparison**

Service Name	Website	Supports basic active checks	Supports passive checks	Supports complex checks	Ability to create public status page	Statistical Analysis
UptimeRobot	<a href="https://uptime-robot.com/">https://uptime-robot.com/</a>	+	-	-	+	-
Pingdom	<a href="https://www.pingdom.com/">https://www.pingdom.com/</a>	+	-	+	+	-
Statuspage	<a href="https://www.atlassian.com/software/statuspage">https://www.atlassian.com/software/statuspage</a>	+	+	-	+	-
Site24x7	<a href="https://www.site24x7.com/">https://www.site24x7.com/</a>	+	+	-	+	--
Aviator	<a href="https://ccb-compute2.cs.uni-saarland.de/aviator">https://ccb-compute2.cs.uni-saarland.de/aviator</a>	-	+	-	-	-
SiteCheck	<a href="https://sitecheck.io/">https://sitecheck.io/</a>	+	+	+	+	-
<b>Our Project</b>	<a href="http://13.61.34.63:3000">http://13.61.34.63:3000</a>	+	+	+	+	+

### Architecture of the system

The SiteHealthTracker project uses a multi-layered architecture divided into frontend and backend. This structure allows for a clear division of responsibility between the user interface and the server logic, which improves scalability, maintainability and simplifies

deployment. The frontend is implemented using React and performs user interface functions, whereas the backend is built on Java Spring and is responsible for processing requests, monitoring the status of sites and managing notifications.

The component diagram includes the following main elements:

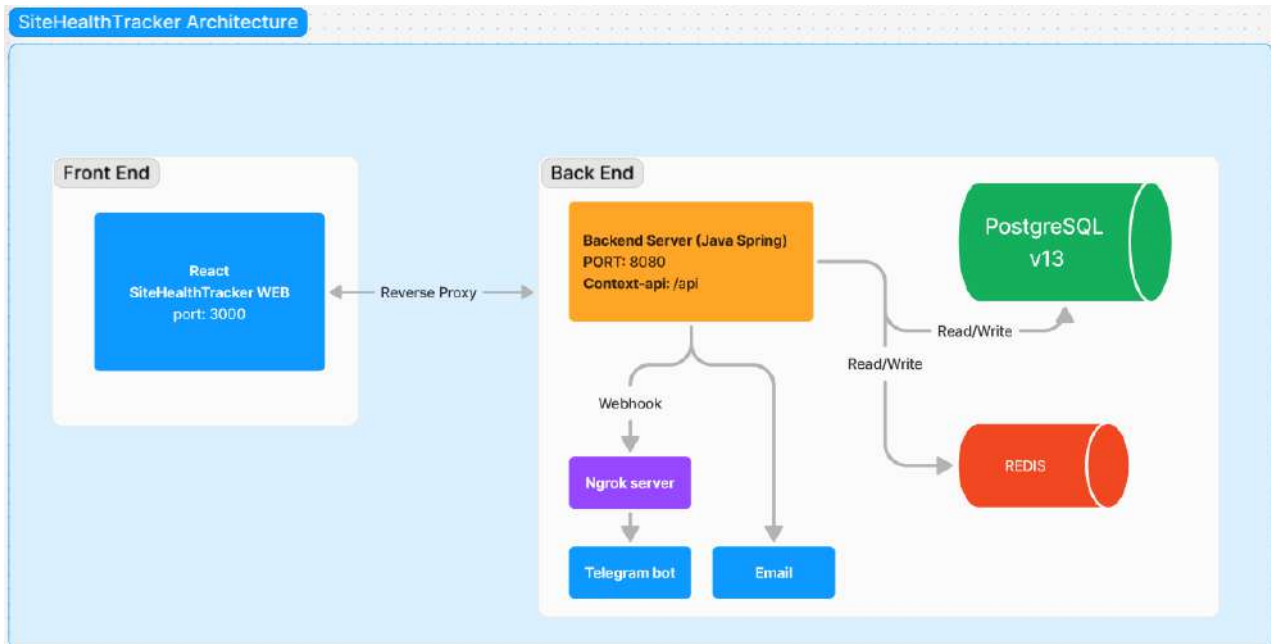


Figure 1 – Architecture

- **Frontend:** implemented on React and running on port 3000. It provides a web interface for users where they can manage site tracking and notification settings. A reverse proxy is used to interact with the backend.

- **Backend server:** Built on Java Spring and running on port 8080 with API available via path/api. The server is responsible for monitoring sites, processing availability data, and sending notifications to users through selected channels (Telegram and email).

- **PostgreSQL v13 database:** used to store information about users, monitoring settings, web resource availability history, and other data.

- **Redis:** It is used as a cache for fast data processing, which improves system performance, especially with frequent updates of site statuses.

- **Ngrok server:** performs the role of tunneling, providing security and access to the system through secure channels.

- **Telegram bot and Email service:** used to send notifications to users in case of unavailability of sites. The Telegram bot sends messages via the API, whereas the email service uses a mail server to send notifications.

**The layered architecture was chosen for the following reasons:**

1. **Scalability:** Separate layers allow you to scale the frontend and backend independently of each other, if necessary.

2. **Flexibility and maintainability:** a clear separation between the client and server parts facilitates the development and support of the project.

3. **Reliability and performance:** Using Redis as a cache and PostgreSQL as a reliable database contributes to the fast and stable operation of the system.

4. **Security:** Using Ngrok for tunneling and various layers between the frontend and backend improves security, especially when sending data over the Internet.

### Devops, Testing

For the deployment of the projects were used AWS free services, namely EC2 Server and RDS (Relational Database Service). On EC2 server was raised Amazon Linux on t3.micro server type, which was enough to run backend, frontend and redis on it, but not to build the projects on the server itself. The choice of AWS EC2 is due to its availability, ease of configuration and built-in support for load balancer, which deploys the server on 3 nodes at once, so that if something happens to one of them the server will continue its work on the other. On the basis of RDS was raised database Postgre version 13 to store all the necessary data. With server type db.t4g.micro and memory type gb2 which is the minimum free type.

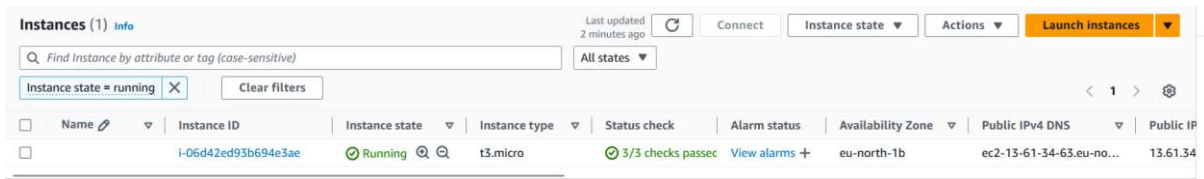


Figure 2. AWS Management EC2

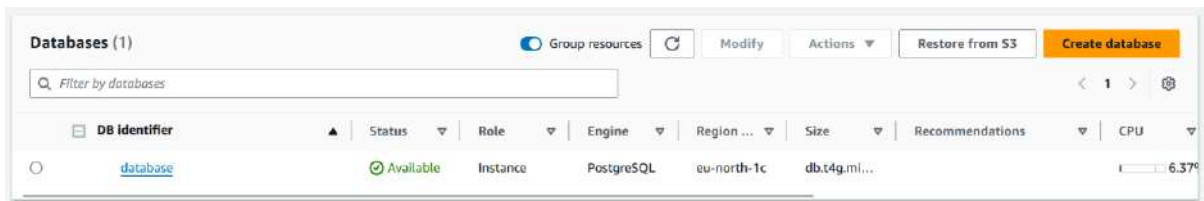


Figure 3 - AWS Management RDS

For UAT testing was created an account in the system and tested the functionality of the site on a closed host, the test took place in several steps:

1. Registration and confirmation by mail
2. Adding the site to monitoring
3. Adding the site to the group of sites
4. Checking the availability of the site in the monitoring

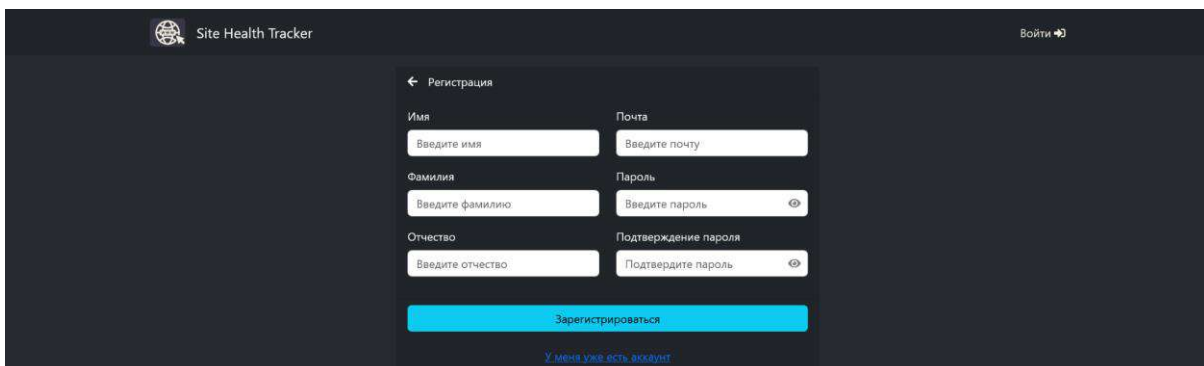


Figure 4 - Registration form and Email confirming

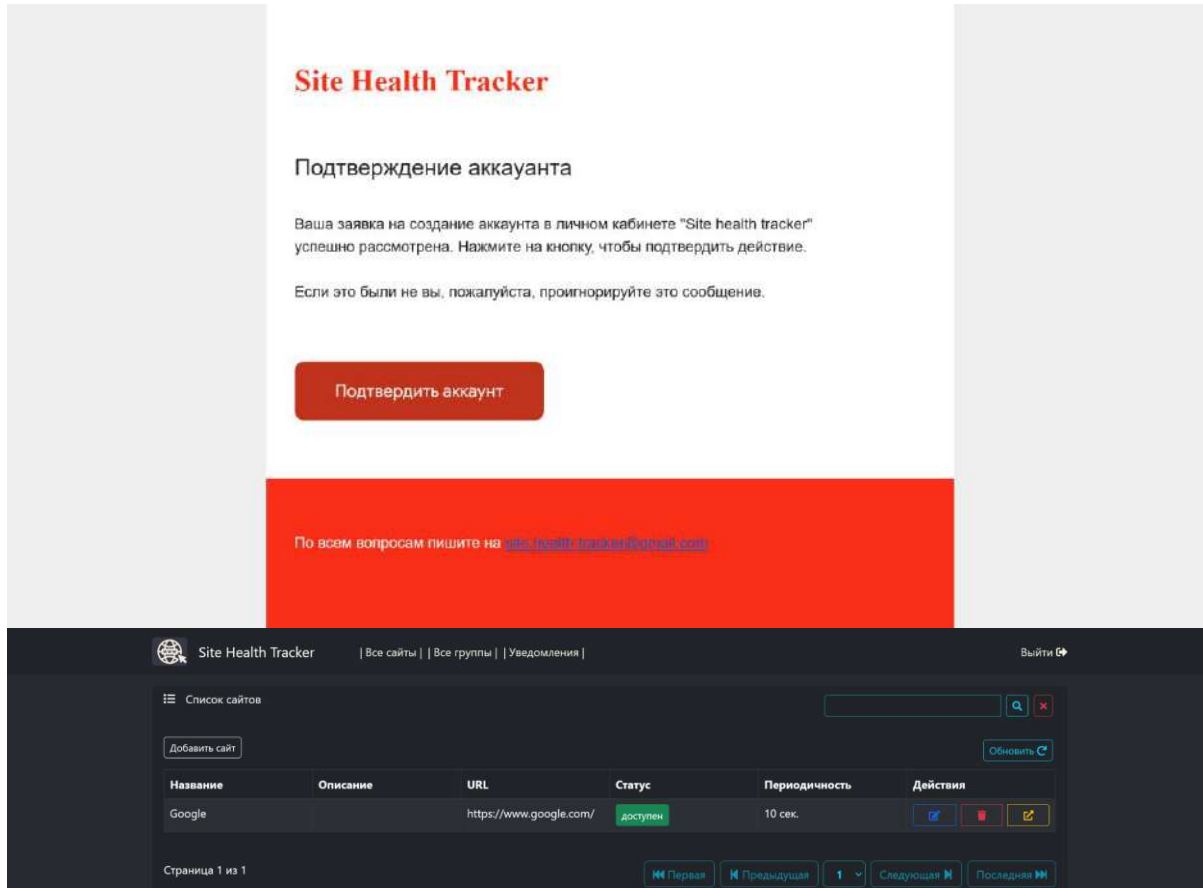


Figure 5 - Monitoring Panel

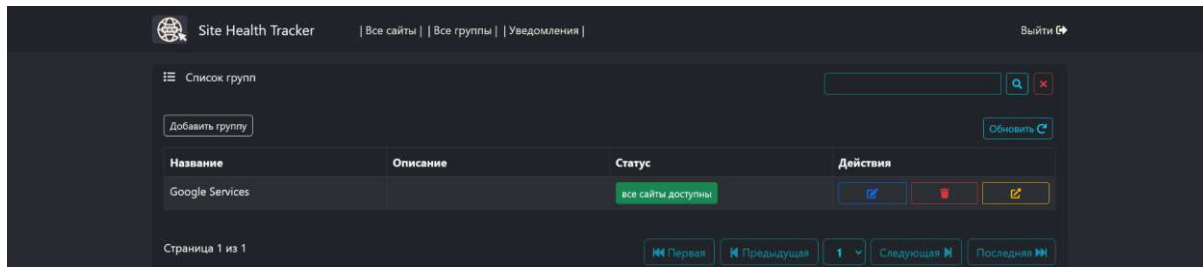


Figure 6 - Site Grouping Panel

For stress testing, JMeter was used to simulate 100 users accessing their monitoring panels 10 times each over a 5-minute period.

**Table 2. Jmeter report**

Label	# Samples	Average (ms)	Min (ms)	Max (ms)	Error %	Throughput (requests/sec)
Total	1000	223	161	317	0%	419.11

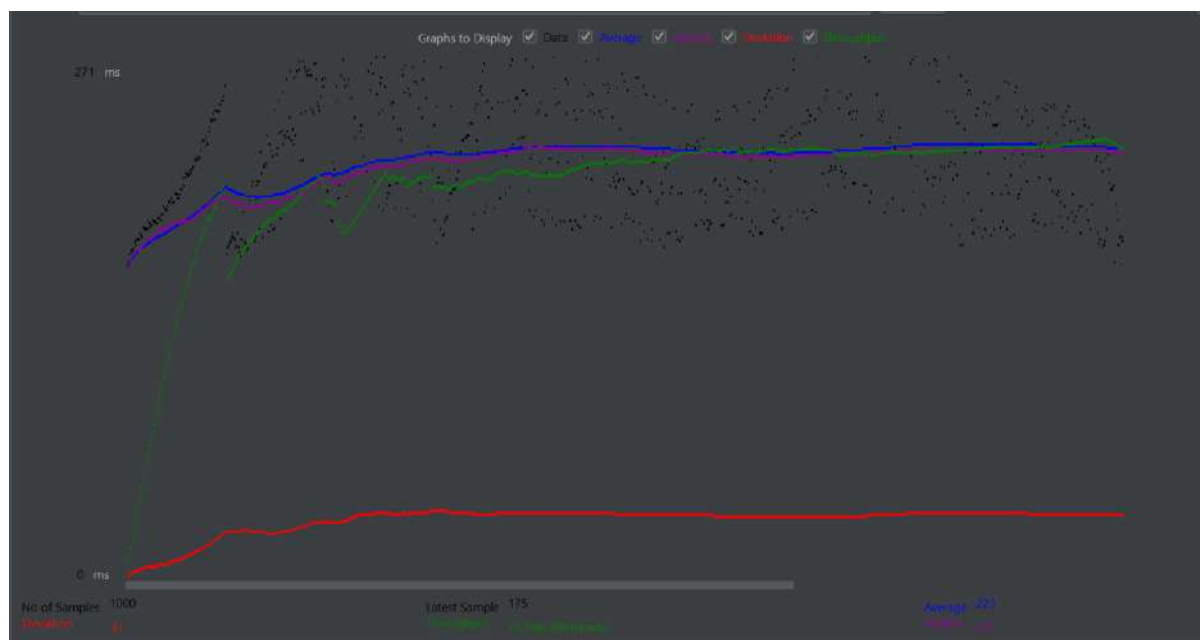


Figure 7 - Jmeter Stats

On the Figure and Table above we can see the results of the stress test, according to the results of which all requests of users were processed without errors, there are statistics of how long it takes for users to receive a response to a request from the server and how much data is used for this purpose.

**Conclusion.** The SiteHealthTracker project successfully addresses the primary goal of creating a robust website monitoring system tailored for both public and private organizations. Through real-time tracking and instant notifications, the system ensures users are promptly informed of website downtime, enhancing the reliability and accessibility of web resources—particularly critical government websites in Kazakhstan.

**Contribution to Problem Solving.** This software provides a practical solution to the growing need for dependable online services by helping administrators monitor, diagnose, and address website issues quickly. By offering configurable notification channels (email and Telegram) and customizable monitoring settings, the system allows users to receive timely alerts in the most convenient manner. For government administrators, it offers a reliable way to manage citizen interactions and ensure continuous service availability.

**Future Development Plan.** Future development will focus on:

1. Expanding Notification Options: Adding channels like SMS, Slack, and WhatsApp to reach a broader audience.
2. Adaptive Monitoring: Implementing an algorithm that dynamically adjusts monitoring frequency based on site importance.
3. Predictive Analytics: Integrating machine learning for proactive detection of potential downtimes.
4. Enhanced Reporting and Multi-Language Support: Adding detailed analytics and support for multiple languages to increase accessibility.

The SiteHealthTracker project lays a solid foundation for ongoing improvement, ensuring long-term value for public and private users seeking dependable website performance monitoring.



### References:

1. Думанова, К. (2023, November 27). Все сайты министерств «упали» в Казахстане по неизвестной причине. Kursiv Media Казахстан. <https://kz.kursiv.media/2023-11-27/dmnyv-sajty-upali/>
2. Fong, S., & Meng, H. S. (2009, November). A web-based performance monitoring system for e-government services. In Proceedings of the 3rd international conference on Theory and practice of electronic governance (pp. 74-82). doi: 10.1145/1693042.1693058
3. Fehlmann, T., Kern, F., Hirsch, P., Steinhaus, R., Seelow, D., & Keller, A. (2021). Aviator: a web service for monitoring the availability of web services. *Nucleic Acids Research*, 49(W1), W46-W51. doi: 10.1093/nar/gkab396
4. Mazurkevych, T. (2020). Development of web application for uptime status monitoring. [https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/ucu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/8/2021/07/Mazurkevych-Taras\\_188579\\_assignsubmission\\_file\\_thesis.pdf](https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/ucu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/8/2021/07/Mazurkevych-Taras_188579_assignsubmission_file_thesis.pdf)

UDC 004.93

**Khaider Imran Ali**

Master's student,  
Computer Science and Engineering  
Astana IT University  
(Astana, Kazakhstan)

## OPTICAL CHARACTER RECOGNITION OF KAZAKH AND RUSSIAN HANDWRITTEN TEXT USING NEURAL NETWORKS

**Annotation:** In the modern world, the issue of processing handwritten data into digital format is acute, especially for less-used languages. This article considers theoretical aspects of data processing and character recognition of the Kazakh and Russian languages, as well as the technical implementation of this process with the obtained results.

**Key words:** OCR, neural networks, handwritten text recognition, deep learning.

### Introduction

In today's society, optical character recognition (OCR) is of high value due to the rapid automation and digitalization of data. Handwritten text recognition is particularly challenging, as handwriting varies widely in style and clarity. Many languages, including Kazakh, suffer from limited OCR solutions due to a lack of sufficient training data and robust algorithms.

**Relevance:** The significance of this research lies in improving OCR technology for handwritten text, which is in high demand for document digitization and automation. The study explores the application of deep learning techniques, particularly neural networks, to enhance the accuracy of recognizing handwritten Kazakh text. The results may contribute to developing more effective tools for digitalizing archives, educational materials, and administrative documents.

**Problem:** The field of handwriting recognition for Russian and particularly Kazakh languages lacks specialized studies and tailored solutions, limiting the effectiveness of existing OCR systems.

**Goal:** This research aims to enhance handwritten text recognition for Russian and Kazakh languages by fine-tuning an optical character recognition system based on neural network approaches. The objective is to improve accuracy through preprocessing and model fine-tuning on Kazakh and Russian handwritten text dataset.

### Related works

Recent advancements in OCR technology have introduced powerful models designed for text recognition. One such model is TrOCR, developed by Microsoft, which utilizes a Transformer-based architecture to enhance text recognition efficiency and accuracy. Unlike traditional OCR models that rely on convolutional and recurrent neural networks, TrOCR integrates a Vision Transformer encoder to extract visual features and a text decoder to generate output without requiring an external language model [1].

Studies have shown that Transformer-based architectures outperform conventional CNN-RNN hybrids in handwritten text recognition tasks. TrOCR has been extensively pre-trained on both synthetic and real-world datasets, demonstrating state-of-the-art performance

on benchmarks such as the IAM Handwriting Database [2]. The model's advantages include end-to-end training, independence from convolutional networks, and reduced reliance on additional post-processing steps. Furthermore, its adaptability to multilingual text recognition makes it a strong candidate for recognizing handwritten Kazakh text [3].

Beyond TrOCR, preprocessing techniques play a crucial role in optimizing OCR accuracy. Key techniques include grayscale conversion, Gaussian blur for noise reduction, and Otsu thresholding for effective binarization. These methods collectively enhance image quality, improving recognition performance [4,5].

### **Data collection**

Data was obtained from multiple sources, including open repositories such as GitHub and Hugging Face. GitHub provides various publicly available datasets and serves as a collaborative platform for sharing IT projects. Hugging Face, a widely used AI and machine learning repository, offers a collection of pre-trained models and datasets, facilitating the integration of advanced OCR techniques.

The dataset used for this study, the Kazakh Offline Handwritten Text Dataset (KOHTD), consists of over 140,000 segmented images and more than 900,000 text characters. These samples were sourced from handwritten student papers collected at Satbayev University and Al-Farabi Kazakh National University. The dataset captures a diverse range of handwriting styles, ensuring robustness in training and evaluation.

For the model, a pre-trained Microsoft TrOCR model was selected. This Transformer-based OCR system is specifically designed for handwritten text recognition. The model employs:

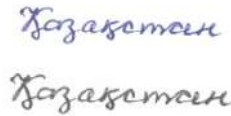
- **Encoder:** Initialized with BEiT weights, it processes input images by segmenting them into fixed-size patches, extracting visual features.
- **Decoder:** Initialized from RoBERTa, it autoregressively generates text based on the encoded visual information.

Fine-tuned on the IAM dataset, the model consists of approximately 333 million parameters and achieves state-of-the-art performance in handwritten OCR tasks. Its combination of large-scale synthetic pretraining and fine-tuning on human-labeled datasets makes it highly effective for recognizing diverse handwriting styles and complex layouts.

### **Data preprocessing**

The data preprocessing pipeline consists of four key steps to enhance OCR performance and optimize model training:

**Grayscale conversion.** The first step involves converting RGB images to grayscale, reducing dimensionality and removing redundant color information. This step decreases computational complexity and improves processing speed. The OpenCV function `cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)` is commonly used for this transformation.



Қазақстан  
Қазақстан

Figure 1. Image from dataset before and after grayscale

**Image augmentation.** Next, image augmentation techniques are applied to standardize the dataset. Since images in the dataset vary in dimensions, resizing them to a uniform resolution of 256x256 ensures consistency.



Қазақстан  
Қазақстан

Figure 2. Image from dataset before and after augmentation

**Gaussian blur.** Gaussian blur is applied to reduce noise while preserving critical text features. By convolving the image with a Gaussian function, this technique smooths pixel variations, effectively reducing unwanted distortions. It helps enhance edge clarity and ensures that the OCR model can focus on meaningful patterns without being affected by minor artifacts or irregularities in handwriting.



Қазақстан  
Қазақстан

Figure 3. Image from dataset before and after Gaussian blur

**Otsu thresholding.** The final step involves binarization through Otsu thresholding, which separates foreground text from the background. By analyzing pixel intensity histograms, this method determines an optimal threshold value, enhancing text clarity for recognition.

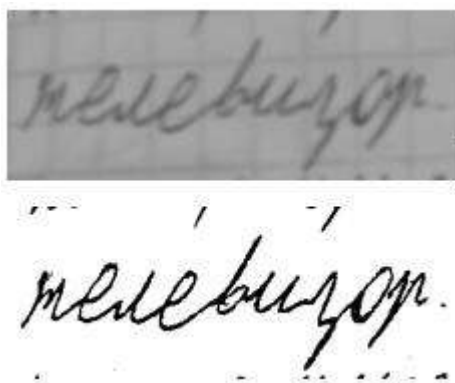


Figure 4. Image from dataset before and after Otsu thresholding

These preprocessing steps collectively improve image quality and optimize the dataset for effective neural network training.

### **Fine-Tuning the OCR model**

**Environment setup.** The model fine-tuning process was conducted on a local machine equipped with a Ryzen 5 7500F processor, an NVIDIA RTX 4070 Ti Super GPU with 16 GB of VRAM, 32 GB of DDR5 RAM, and NVMe SSDs with capacities of 1 TB and 2 TB. A virtual environment was set up using Conda with Python 3.9, as newer versions were incompatible with TensorFlow 2.8, which was chosen due to GPU acceleration limitations in the latest TensorFlow releases on Windows.

**Fine-Tuning Process.** The fine-tuning process began with loading the pre-trained TrOCR model, which consists of:

**TrOCR Processor:** Handles image preprocessing and text tokenization before feeding data into the model. It includes:

- An image processor for normalization and resizing.
- A tokenizer for converting text into token IDs and vice versa.

**Vision Decoder-Encoder Model:** A Transformer-based architecture tailored for image-to-text tasks. It comprises:

- A Vision Encoder that extracts features from input images.
- A Text Decoder that generates text from extracted features.

The dataset was formatted for use with Hugging Face's dataset structure and divided into 10 subsets to optimize memory usage. Preprocessing involved extracting tensor values from images and tokenizing corresponding text annotations.

After preprocessing, the subsets were merged and split into training and test sets. Training parameters were configured, including:

- Batch size for efficient training.



- Logging step intervals to monitor performance.
- FP16 computation mode for faster processing on GPUs.

Each training epoch lasted approximately 19 hours due to hardware limitations. Post-training, the model was evaluated using test set predictions, with performance assessed through Levenshtein distance, Character Error Rate (CER), and Word Error Rate (WER).

**Limitations.** One of the main challenges was memory management. Despite using 32GB of RAM and 128GB of swap space, resource constraints required caching the dataset on an SSD, with the cached output of the tensor values of the dataset taking up 381GB.

GPU processing power was another limitation, leading to long training times, with each epoch taking approximately 19 hours. Future work will explore model optimization techniques to improve efficiency.

### Evaluating results

To assess the performance of the TrOCR model, we employ three key evaluation metrics: Levenshtein Distance, Character Error Rate (CER), and Word Error Rate (WER).

#### Levenshtein Distance

Levenshtein Distance is a widely used metric for measuring the similarity between two sequences by quantifying the minimum number of single-character edits required to transform one string into another. These edits include:

- Insertion: Adding a character.
- Deletion: Removing a character.
- Substitution: Replacing one character with another.

The Levenshtein distance  $d(a,b)$  between two strings  $a$  and  $b$  of length  $|a|$  and  $|b|$ , respectively, is computed using dynamic programming with the recurrence relation:

$$d(i, j) = \begin{cases} i, & j = 0 \\ j, & i = 0 \\ d(i-1, j-1), & a[i] = b[j] \\ 1 + \min(d(i-1, j), d(i, j-1), d(i-1, j-1)), & \text{otherwise} \end{cases}$$

Figure 5. Levenshtein distance

#### Character Error Rate (CER)

CER measures the number of incorrect characters relative to the total number of characters in the reference text. It is calculated using the formula:

$$CER = \frac{D + S + I}{N}$$

Figure 6. Character Error Rate

where:

- D is the number of deleted characters,
- S is the number of substituted characters,
- I is the number of inserted characters,
- N is the total number of characters in the reference text.

For the TrOCR model, the CER was found to be 6.55%, indicating that, on average, 6.55 out of every 100 characters were incorrectly transcribed.

### Word Error Rate (WER)

WER is similar to CER but operates at the word level. It is given by:

$$WER = \frac{D + S + I}{N}$$

Figure 7. Word Error Rate

where:

- D is the number of deleted words,
- S is the number of substituted words,
- I is the number of inserted words,
- N is the total number of words in the reference text.

The WER for the evaluated TrOCR model was 25.70%, meaning that approximately one out of every four words was incorrectly transcribed.

### Results

The evaluation results indicate that while the TrOCR model performs well at the character level, challenges remain in word-level recognition. The obtained CER of 6.55% suggests that individual character recognition is relatively accurate, while the higher WER of 25.70% highlights difficulties with word segmentation, insertions, and deletions. These findings suggest potential areas for improvement, such as refining preprocessing techniques and incorporating language models to enhance context-based predictions.

A results example is illustrated in the following figure, showing a comparison between the annotated ground truth and the model's predicted text.

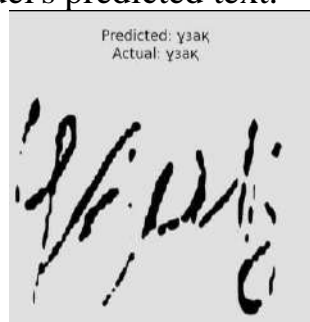


Figure 8. Results example

## Conclusion

In conclusion, the research has achieved quite high CER and sufficient WER for handwriting recognition of Kazakh and Russian language using TrOCR and has shown the potential of using TrOCR as a base for further improvements in the optical character recognition of Kazakh text.

**Contribution to Problem Solving.** This research contributes to solving the problem of handwritten text recognition in the Kazakh language by fine-tuning a neural network-based OCR model. The proposed methodology, including preprocessing techniques and model fine-tuning, demonstrates an effective approach to OCR for handwritten Kazakh and Russian texts. The results of this study can be utilized in digitalizing archival documents, enhancing educational resources, and streamlining administrative processes requiring handwritten text processing.

**Future Development Plan.** Future development will focus on:

1. Enhancing the training dataset with more diverse handwriting samples.
2. Implementing more advanced augmentation techniques to improve generalization.
3. Experimenting with different neural network architecture and modifications of TrOCR to optimize recognition accuracy.

## Reference:

1. Li, M., Lv, T., Chen, J., Cui, L., Lu, Y., Florencio, D., ..., & Wei, F. (2022). TrOCR: Transformer-based Optical Character Recognition with Pre-trained Models. arXiv preprint arXiv:2109.10282.
2. Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., ..., & Houlsby, N. (2021). An image is worth 16×16 words: Transformers for image recognition at scale. arXiv preprint arXiv:2010.11929.
3. Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., ..., & Stoyanov, V. (2019). RoBERTa: A robustly optimized BERT pretraining approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692.
4. Kanan, C., & Cottrell, G. W. (2012). Color-to-grayscale: does the method matter in image recognition? PloS one, 7(1), e29740.
5. Yousefi, J. (2011). Image binarization using Otsu thresholding algorithm. Ontario, Canada: University of Guelph, 10.

## ӘЛЕУМЕТТІК, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ – SOCIAL, ECONOMIC AND HUMANITIES SCIENCES

УДК 657:658.14

**Коллегова Ирина Игоревна**

Студентка факультета заочного и дистанционного обучения  
группа: 15ЭМ-301  
ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»  
(г. Челябинск, Россия)

### УЧЕТ И АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

**Аннотация:** Оценивая и анализируя платежеспособность и финансовую устойчивость, хозяйствующий субъект выбирает стратегию развития, разрабатывает комплекс мер по предупреждению воздействий внешней среды, как правило, негативных.

Платежеспособность и финансовая устойчивость воздействуют на уровень конкурентоспособности хозяйствующего субъекта, на его инвестиционный потенциал, удовлетворяют экономические интересы стейкхолдеров.

Целью данной работы является анализ финансовой устойчивости, выявление основных проблем и рассмотрение путей их устранения.

Исходя из поставленных целей данной работы, основными задачами для оценки и анализа финансовой устойчивости промышленного предприятия являются теоретические и методологические аспекты финансовой устойчивости и платежеспособности ТОО «Meganet».

**Ключевые слова:** бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, финансовый рычаг, финансовая напряженность.

Актуальность темы исследования в том, что при высоком уровне нестабильности внешней среды деятельности хозяйствующего субъекта, нормативные фактические значения показателей финансовой устойчивости и платежеспособности являются, как условием успешного развития в фазе экономического роста, так и указывают на наличие ресурсов для бесперебойного функционирования в фазе спада (кризиса).

Учетом и анализом деятельности хозяйствующего субъекта является учет и анализ отчетности (бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах), что занимает одно из главных мест в системе управления.

Уровень и динамика показателей структурных характеристик финансовых ресурсов показывают укрепление финансовой устойчивости.

Для оценки финансовой устойчивости оценим рыночную устойчивость.

Основные показатели, по моему мнению, на рисунке 1.

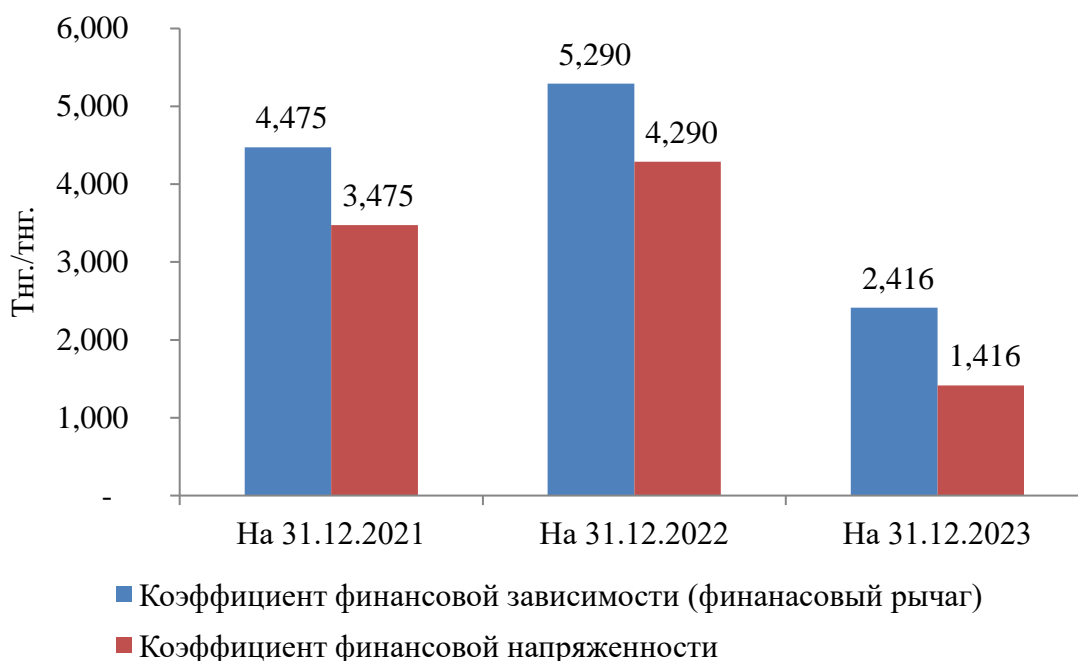


Рисунок 1 – Динамика: показатели финансовой устойчивости ТОО «Megamet» за 2021-2023 гг.

Уровень и динамика показателей рыночной устойчивости показывают укрепление финансовой устойчивости. Так, коэффициент финансовой зависимости и финансовой напряженности сократились на 2,059 тг./тг., но плечо финансового рычага увеличилось на 0,533 тг./тг.

Таким образом, коэффициент абсолютной ликвидности увеличился на 0,480 тг./тг., уровень соответствует нормативу. Коэффициент быстрой ликвидности увеличился на 0,552 тг./тг., уровень ниже нормативного. Коэффициент текущей ликвидности увеличился на 1,007 тг./тг., уровень ниже нормативного. У ТОО «Megamet» проблемы с платежеспособностью в средние и долгосрочных периодах.

Уровень и динамика показателей состояния и использования текущих активов показывают, что загрузка рабочего капитала в обороте уменьшается на 0,021 тг./тг. Коэффициент оборачиваемости текущих активов вырос на 0,107 об. Длительность 1 оборота оборотных средств сократилась на 7,5 дн. Отношение текущих активов к краткосрочным обязательствам выросло на 1,006 тг./тг.

Уровень и динамика показателей использования собственных оборотных средств показывают, что собственных оборотных средств используются достаточно эффективно. Уровень чистого оборотного капитала вырос на 0,476 тг./тг., коэффициент устойчивости структуры оборотных активов на 0,633 тг./тг., коэффициент обеспеченности запасов собственными оборотными средствами на 4,370 тг./тг., финансовой маневренности на 0,275 тг./тг.

За 2021-2023 гг. коэффициент автономии вырос на 0,030 тг./тг. Уровень и динамика показателей структурных характеристик финансовых ресурсов показывают укрепление финансовой устойчивости.



Уровень и динамика показателей рыночной устойчивости показывают укрепление финансовой устойчивости. Так, коэффициент финансовой зависимости и финансовой напряженности сократились на 2,059 тг./тг., но плечо финансового рычага увеличилось на 0,533 тг./тг.

Оценка финансовой устойчивости по абсолютным показателям. Тип финансовой устойчивости ТОО «Meganet» за 2021 г. – отсутствие финансовой устойчивости. Кризисное состояние.

Тип финансовой устойчивости ТОО «Meganet» за 2022-2023 гг. – нормальная финансовая устойчивость.

В какой бы степени не оценивался масштаб кризисного состояния предприятия (легкий или тяжелый кризис), наиболее неотложной задачей в системе мер финансовой стабилизации является обеспечение восстановления способности платежей по своим текущим обязательствам, чтобы предупредить возникновение процедуры банкротства.

Цель - ускорение экономического роста. Полная финансовая стабилизация достигается только тогда, когда предприятие обеспечивает стабильное снижение стоимости используемого капитала и постоянный рост своей рыночной стоимости. Эта задача требует ускорения темпов экономического развития на основе внесения определенных корректив в финансовую стратегию предприятия. Скорректированная с учетом неблагоприятных факторов финансовая стратегия предприятия должна обеспечивать высокие темпы его производственного развития при одновременном снижении угрозы его банкротства в предстоящем периоде.

Для укрепления финансовой устойчивости в ТОО «Meganet» предложено:

- ускорение оборачиваемости активов путем увеличения выручки за счет увеличения зоны покрытия ISP;
- продажа дебиторской задолженности позволит увеличить высоколиквидные активы и частично погасить краткосрочные обязательства
- оптимизация структуры кредиторской задолженности за счет выполнения обязательств перед поставщиками;
- контроль расходов для увеличения чистой прибыли, так внедрение бюджетирования позволит сократить управленческие расходы на 5 %.

Мероприятия по укреплению финансовой устойчивости в ТОО «Meganet» позволят повысить ликвидность баланса, платежеспособность, увеличить уровень собственного капитала.

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

1. Аникина, И. Д. Финансовая устойчивость организации: модель оценки и прогнозирования [Текст] / И.Д. Аникина, А.В. Гукова, А.В. Киров // Финансы и бизнес. – 2022. – № 6. – С. 45–54.
2. Базилевич, А. Р. Проблемы и пути повышения финансовой устойчивости организации [Текст] / А. Р. Базилевич, А. Е. Сирченко // Молодой ученый. – 2022. – № 37. – С. 115–119.

3. Божко, В. П. Управление финансовой устойчивостью предприятий [Текст] / В. П. Божко, С. Ю. Балычев // Экономика, статистика и информатика. – 2021. – № 1. – С. 32–38.

4. Валеева, Д. И. Сущность и содержание управления финансовыми рисками как основа финансовой устойчивости фирмы [Текст] / Д. И. Валеева // Вестник современных исследований. – 2022. – № 12.7 (27.). – С. 62–64.

5. Давыдов, Д. М. Анализ финансовой устойчивости организации [Текст] / Д. М. Давыдов // Бухгалтерский учёт, управление и финансы: перспективы развития в условиях экономической нестабильности. – 2020. – № 1. – С. 67–70.

6. Зимнякова, А. Ю. Анализ финансовой устойчивости как направление комплексного анализа организации [Текст] / А. Ю. Зимнякова, А. А. Цапина // Аллея науки. – 2020. – Т. 1. – № 1(40). – С. 85–90.

7. Крюков, А. Методики определения финансовой устойчивости [Текст] / А. Крюков, Н. Егорычев // Менеджмент в России и за рубежом. – 2021. – № 2. – С. 98–105.

8. Маматказина, Е. И. Диагностика финансовых проблем в условиях финансовой устойчивости коммерческой организации [Текст] / Е. И. Маматказина // Синергия наук. – 2022. – № 18. – С. 115–122.

9. Парфишина, В. Е. Оценка финансовой устойчивости организации [Текст] / В. Е. Парфишина // Проблемы теории и практики управления. – 2022. – № 6. – С. 107–109.

10. Урманбекова, И. Ф. Укрепление финансовой устойчивости [Текст] / И. Ф. Урманбекова // Молодой ученый. – 2021. – № 18 (153). – С. 390–395.

11. Шихер, А. Б. Проблемы анализа финансовой устойчивости компаний в условиях экономического кризиса [Текст] / А. Б. Шихер // Научные записки молодых исследователей. – 2024. – № 6. – С. 32–35.

12. Александрова, Ю. Я. Пути улучшения финансового состояния предприятия // URL : <https://web.snauka.ru/issues/2019/11/84927> (дата обращения: 12.09.2024). – Текст : электронный.

УДК 94 (470)

Григориади Сергей Алексеевич

магистрант,

Исторический факультет,

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби,

(г. Алматы, Казахстан)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5863-7892>

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИНСТИТУТА ПРЕЗИДЕНТСТВА В СВЕТЕ ПРОШЕДШИХ ВЫБОРОВ В США И ФРАНЦИИ В 2017-2024 гг.

### Аннотация:

**Введение.** Институт президентства в США появился 17 сентября 1787 г., придя на смену должности Президента Конгресса США, создав тем самым мощный фундамент для развития государственности США. Данный пост в 1789 г. занял Джордж Вашингтон, чем заложил традицию президентства. Во Франции, несмотря на то, что республика во Франции впервые была провозглашена 21 сентября 1792 г., институт президентства зародился лишь в 1848 г. в период второй республики, однако просуществовал он лишь до 1852 г., когда был заменен монархией, и вновь возрожден в 1871 г., после чего существует и по сегодняшний день. Обе ранее названные страны существуют в условиях президентской республики, сегодня, когда в мире существует множество молодых государств, в которых только создается республиканский строй, опыт США и Франции максимально актуален.

**Методы.** Источниковую базу исследования составили Конституция США и Конституция Франции 1958 г., то есть основные законы стран, которые заложили фундамент политической сферы общества двух государств.

**Заключение.** При поверхностном анализе положения глав государств в двух странах можно выявить множество сходств и значительно меньше различий, что подчеркивает необходимость более глубокого исследования. В обоих случаях президенты выполняют функции главы государства и исполнительной власти, а также являются Верховными Главнокомандующими Вооруженными Силами. Президенты также подписывают законы после принятия законодательными органами страны. Однако во Франции президент имеет право назначать премьер-министра без согласования его кандидатуры с парламентом, а министров назначает по предложению премьер-министра. В то же время в США президент назначает министров с согласия Сената. Кроме того, в США глава государства не имеет права распускать палаты Конгресса, тогда как во Франции президент обладает правом распускать Национальное собрание. Президент США не обладает правом прямой законодательной инициативы, что означает, что он может лишь указать на необходимость принятия закона. Во Франции президент также не имеет права законодательной инициативы. В США отсутствует должность премьер-министра, поэтому президент выполняет функции главы кабинета министров. В то же время во Франции существует должность премьер-министра, что создает ситуацию, при которой кабинет министров опосредственно тоже подчиняется президенту. Выборы, которые проходили в 2017-

2024 гг. подчеркнули особенности двух стран в части института президентства, например, в США одновременно избираются Президент и Вице-президент США, а во Франции характерной чертой является наличие второго тура выборов Президента Франции при недостижении победы в выборах в первом туре.

**Ключевые слова:** Президент США, Президент Франции, Вице-президент США, Кабинет Министров Франции, Сенат США, Сенат Франции, Премьер-министр Франции, коллегия выборщиков, Конституция США, Конституция Франции.

**Введение.** Институт президентства является одним из ведущих в системе власти ряда государств. В государствах, в которых формой правления является президентская республика, пост президента имеет повышенное значение. Для таких стран, как США и Франция, именно институт президентства является тем элементом политической системы и государственной машины, который задает направление внутренней и внешней политики страны, в связи с этим большое значение.

В связи с текущими выборами в США и предстоящими во Франции, делает данную тему исследования актуальной. В исследовании тематики автор обращается к трудам нижеследующих авторов, которые анализировали отдельные аспекты института президентства в США и во Франции. Я.М. Бельсон и К.Е. Ливанцев изучали историю государства и права США [2]. А.А. Мишин и В.А. Власихин в своем труде дали политико-правовой комментарий Конституции США [9]. Л.В. Власенко изучал в своем труде судебную систему США [3]. В.А. Власихин, О.А. Жидков, Б.С. Никифоров, В.М. Николайчик дали в своей работе постатейный комментарий к основному закону США [4]. О.В. Ганин и В.В. Захаров изучали конституционное право зарубежных стран [5]. Исследователь Р.Ф. Иванов изучил институт в своем исследовании президентство в США [7]. В своей работе В.В. Согрин проанализировал политическую историю США [11].

### **Положение президента в США.**

В отличие от Франции, в США изначально не существовало монархии; отцы-основатели сразу отвергли эту форму правления и избрали путь создания республики, основываясь на идеях Просвещения [2, с.12]. Однако республика должна была обладать значительной силой, учитывая военные действия за независимость, что и было реализовано в виде сильной президентской власти [11, с. 33-35]. Согласно статье 2 Конституции США 1787 года, исполнительная власть принадлежит Президенту США, который является главой государства [6, с.7]. Президент избирается на четырёхлетний срок (1). Одновременно с ним на выборы предлагается кандидатура Вице-президента, за которых избиратели отдают свои голоса.

При рассмотрении второго по важности государственного поста в США следует отметить, что Вице-президент является председателем Сената. Он оказывает помощь Президенту в выполнении его обязанностей, а в случае смерти или отставки Президента Вице-президент автоматически занимает его место до окончания текущего четырехлетнего срока.

При анализе второго по значимости государственного поста в США необходимо отметить, что Вице-президент США страны является председателем Сената. Он

оказывает поддержку Президенту США при исполнении обязанностей, а в случае смерти или отставки Президента США, Вице-президент США автоматически занимает его место до завершения текущего четырехлетнего срока.

Основные полномочия Президента США включают следующие функции:

1. Назначение министров, требующее последующего утверждения Сенатом.  
2. Непосредственное руководство Кабинетом Министров, где администрация подчиняется исключительно Президенту.

3. Право отстранять любого министра от должности.

4. Самостоятельное распределение и освобождение должностей федеральных чиновников.

5. Назначение послов за рубежом, которое также требует одобрения Сенатом.

6. Статус главнокомандующего всеми Вооруженными силами страны.

7. Руководство внешней политикой и заключение международных договоров.

8. Реализация внутренней политики, включая издание указов и исполнительных директив.

9. Назначение судей Верховного Суда с последующим утверждением в Сенате США.

10. Обращение к нации с посланиями, которые являются ключевым инструментом воздействия на Конгресс.

11. Такие обращения могут принимать три основных формы:

а) «О положении Союза» — в этом обращении Президент представляет уже достигнутые результаты и обозначает будущие политические цели главы исполнительной власти.

б) Годовой доклад Президента США об экономике — в нем содержится анализ текущего экономического состояния страны и перспективы ее развития.

в) Представление проекта государственного бюджета Президентом США через административно-бюджетное управление — в этой форме обращения глава государства предлагает документ проекта бюджета на предстоящий год, где отражает приоритеты администрации: финансирование программ, налоговую политику, расходы на оборону, социальные программы и другие вопросы. В целом полномочия президента в бюджетной сфере сосредоточены на стратегическом планировании и управлении исполнением бюджета. Тем не менее, окончательные решения остаются за конгрессом.

Стоит также отметить, что президент США выступая с обращениями может запускать различного рода дискуссии в Конгрессе, задавать тон для законодательной работы, тем самым оказывать воздействие на мнение членов палаты представителей по определенным вопросам законотворческой деятельности.

12. Президентская власть США в области законодательного процесса закона выражается в праве вето.

13. Право вето Президента США подразделяется на 3 типа:

- Обычное (классическое) вето: в течение 10 дней Президент США имеет право наложить вето на закон, принятый Конгрессом. Это вето может быть преодолено, если обе палаты Конгресса повторно примут законопроект большинством голосов в две



трети от общего количества. Это основное препятствие для преодоления вета Президента.

- «Карманное» вето: Если Конгресс прекращает свою работу и уходит на каникулы в течение 10-дневного срока, отведенного для подписания закона, то срок приостанавливается, и закон не может быть промульгирован, то есть обнародован. В этом случае Конгрессу необходимо повторно принять законопроект на следующей сессии. Президент не обязан объяснять причины использования карманного вето.

- Выборочное вето: Этот вид вета появился в 1946 году и позволяет Президенту блокировать не весь закон, а только его отдельные части. Эти части, часто не связаны с основной темой законопроекта.

Важно отметить, что обычное и карманное вето применяются только ко всему закону в целом, тогда как выборочное вето позволяет блокировать отдельные его положения.

### **Институт президентства во Франции.**

Впервые во Франции пост президента появился в 1848 г., однако уже в 1852 г. был упразднен в связи с созданием монархии и введением должности Императора. Однако после свержения Луи Наполеона III в связи с поражением во франко-прусской войне пост президента вновь возрожден, некий перерыв вновь был в период позорного режима Виши и еще три года, пока французское государство возрождалось, с 1947 г. и вплоть до наших дней данный институт существует. Конституция Франции 1958 г. закрепила, что именно Президент Франции является главой государства (2).

Президент Франции обладает широкими полномочиями, которые он может реализовывать без обязательной контрассигнации со стороны членов правительства, то есть без обязательного заверения подписью премьер-министра или уполномоченного министра, а также несёт ответственность за ключевые направления государственной политики. Премьер-министр, назначаемый Президентом, отвечает за представление и исполнение различных актов исполнительной власти в рамках общей политической линии, заданной Президентом. Кабинет Министров Франции несёт ответственность перед Национальным собранием в политическом плане и в уголовном перед обеими палатами. Однако фактически в исполнительной власти отсутствует чёткая юридическая иерархия. С момента основания Пятой Республики сложилась неформальная практика, согласно которой Кабинет Министров подчиняется Президенту Франции, что привело к установлению монизма в исполнительной власти. Концентрация власти в руках Президента и Кабинета Министров отражает конституционно-авторитарную тенденцию, присущую французской государственной системе. Президент избирается на всеобщих и прямых выборах наряду с парламентом. Глава государства занимает высшую позицию в иерархии национальных органов [1, с.12].

Президент Франции обладает широкими полномочиями во всех сферах деятельности государства. В законодательной сфере он подписывает и обнародует законы, принятые парламентом, хотя сам не имеет права законодательной инициативы, которое принадлежит правительству и депутатам. Если Президент не согласен с отдельными положениями закона, он может в течение 15 дней запросить

повторное рассмотрение всего законопроекта или его частей. В случае повторного одобрения парламентом он обязан подписать и промульгировать закон. Кроме того, Президент может направить законопроект в Конституционный совет для проверки его соответствия Конституции. Согласно статье 11 Конституции, Президент может по инициативе правительства или совместному предложению обеих палат парламента вынести на референдум законопроект, касающийся организации государственной власти или ратификации международных договоров. Законопроект, одобренный на референдуме, подлежит промульгации Президентом в течение 15 дней.

Президент выступает с посланиями перед обеими палатами без их обсуждения. Он имеет право распустить Национальное собрание (нижнюю палату парламента), но только после консультаций с премьер-министром и председателями палат. Роспуск невозможен в течение года после выборов и в период действия исключительных полномочий Президента, закреплённых в статье 16 Конституции.

В сфере управления Президент назначает премьер-министра и, по его рекомендации, других членов правительства, а также принимает их отставку. Хотя формально он является главой государства, Президент активно участвует в заседаниях правительства, председательствуя на них и подписывая ордонансы и декреты. С 1981 по 1986 годы ни одно важное решение правительства не принималось без участия Президента. После 1986 года, когда правительство сформировали правые партии, началась работа Президента-социалиста с правым кабинетом, что сопровождалось острой конкуренцией. Президент также назначает гражданских и военных должностных лиц и является верховным главнокомандующим вооружёнными силами.

Во внешней политике Президент представляет Францию на международной арене, назначает дипломатических представителей, ведёт переговоры и ратифицирует международные договоры (некоторые из которых требуют одобрения и ратификации парламента).

В судебной сфере по Конституции Президент является "гарантом независимости судебной власти" и обладает правом помилования через Высший совет магистратуры.

В случае политического кризиса, угрожающего Республике, независимости нации, целостности территории или выполнению международных обязательств, Президент может использовать исключительные полномочия по статье 16 Конституции. Для этого он консультируется с премьер-министром, председателями палат парламента и Конституционным советом. В период действия исключительных полномочий парламента автоматически собирается, а Национальное собрание не может быть распущено. При этом вся полнота власти сосредотачивается в руках Президента. Тем не менее, Конституционный совет осуществляет надзор над соответствием деятельности Президента положениям Конституции.

Статья 19 Конституции предусматривает, что большинство актов Президента требуют контрасигнатуры премьер-министра или соответствующих министров. Однако ключевые решения, такие как назначение премьер-министра, роспуск Национального собрания, введение исключительных полномочий, помилование, передача законопроекта в Конституционный совет и назначение его членов, не требуют контрасигнатуры. В период с 1981 по 1986 годы, когда Президент был лидером парламентарского большинства, контрасигнатура не ограничивала его

полномочия. Однако после 1986 года, когда Президент утратил этот статус лидера большинства в парламенте, контрасигнованные акты стали рассматриваться как акты правительства.

Службы администрации французского президента – это не просто административный аппарат, а сложный механизм, обеспечивающий функционирование французской президентской системы и формирующий значительную часть политической повестки страны. Их влияние выходит далеко за рамки чисто технических задач, оказываясь определяющим в принятии многих решений. Состав этих служб, формируемых исключительно по личному усмотрению президента и назначаемых президентским декретом, включает в себя несколько ключевых структур, каждая из которых играет свою уникальную роль. В первую очередь, это Канцелярия, являющаяся, по сути, мозговым центром Елисейского дворца. Во главе Канцелярии стоит генеральный секретарь, правая рука президента, ответственный за координацию работы всех подразделений. Под его руководством функционируют специализированные отделы: юридический, экономический и финансовый, по иностранным делам и по социальным вопросам. Эти отделы не просто собирают и обрабатывают информацию, но и обеспечивают прямую связь с аппаратом премьер-министра и министерствами, являясь важнейшим каналом коммуникации между президентской администрацией и правительством. Их работа включает в себя подготовку законопроектов, анализ экономических показателей, прогнозирование внешнеполитических рисков и разработку социальных программ. Более того, эти отделы часто выступают инициаторами политических решений, предлагая президенту различные варианты действий и стратегии. Кабинет президента – это, скорее, его личный штаб. Возглавляемый директором, он отвечает за повседневную организацию работы президента. Сюда входят личный секретарь, адъютанты, военный комендант Елисейского дворца, заведующий протоколом и пресс-секретарь. В задачи Кабинета входит обеспечение безопасности президента, организация его встреч и визитов, подготовка выступлений и общение со СМИ. Влияние Кабинета неоценимо в управлении имиджем президента и формировании общественного мнения. Примечательно, что сотрудники Кабинета имеют неограниченный доступ к президенту, и их мнение может существенно влиять на его решения. Генеральный секретариат, отвечающий за внешнеполитические связи, имеет особый статус. Его сотрудники курируют отношения Франции с иностранными государствами, особенно теми, с которыми у Франции заключены соглашения о сотрудничестве. Генеральный секретариат не просто собирает информацию, но и участвует в разработке и реализации внешнеполитической стратегии, подготавливая президентские выступления на международных форумах и ведя переговоры с зарубежными лидерами. В условиях глобализации, эта структура играет ключевую роль в обеспечении международного престижа Франции. Особый штаб, занимающийся вопросами военной безопасности, обеспечивает президента необходимой информацией о состоянии вооруженных сил и возможных угрозах национальной безопасности. В его задачи входят анализ военных доктрин других стран, оценка военной мощи Франции и разработка мер по укреплению обороноспособности страны. Состав Особого штаба включает в себя высокопоставленных военных экспертов и

аналитиков. Работа в Службах Елисейского дворца – это не только престижная, но и невероятно ответственная должность. Она часто становится трамплином для дальнейшей политической карьеры. Многие высокопоставленные чиновники, министры и даже премьер-министры начинали свою карьеру именно в этих структурах, получая бесценный опыт работы в высших эшелонах власти и завязывая связи с влиятельными людьми. Однако, работа в Елисейском дворце сопряжена с огромной нагрузкой и давлением, требуя высокой профессиональной компетентности, абсолютной преданности президенту и способности работать в условиях повышенной секретности. Влияние Служб Елисейского дворца на политическую жизнь Франции огромно, и понимание их функций необходимо для адекватного восприятия французской политической системы в целом.

Исследование правовых основ и функций президентов в республиках – США и Франции – раскрывает уникальные черты президентской власти в каждой из этих стран. Анализ сравнивает разные модели президентства, демонстрируя их специфику и влияние на современные государственные процессы. Такое сопоставление помогает глубже осознать значение и роль президента в глобальном политическом контексте.

В Соединённых Штатах президент совмещает функции главы государства и главы исполнительной власти [12, с. 18-24]. Кабинет министров, входящий в состав администрации президента, назначается им и подчиняется исключительно ему. Хотя Сенат имеет право утверждать назначения министров и государственных секретарей, а также может выразить недоверие и отказать в назначении министров, он не имеет права отстранять весь кабинет или отдельных его членов. При этом президент не обязан учитывать решения Сената [10, с. 216]. Таким образом, президент США обладает значительной самостоятельностью и независимостью в формировании администрации президента, то есть правительства.

Во Франции президент обладает правом назначать премьер-министра без предварительных согласований. Однако, в отличие от США, для поддержания баланса в политической системе, Кабинет министров несёт ответственность не перед президентом, а перед парламентом. Таким образом, президент назначает премьер-министра, чья кандидатура поддерживается большинством в парламенте. Если такая поддержка отсутствует, парламент может выразить недоверие правительству, вотум недоверия, что приведёт к его отставке, при достижении кворума. В отличие от президента США, президент Франции не имеет права распустить правительство — это исключительная прерогатива парламента. Однако, если президент располагает поддержкой парламентского большинства, его позиции как лидера для руководства исполнительной властью значительно укрепляются. Таким образом, влияние президента Франции во многом определяется его способностью заручиться поддержкой парламента.

В США президент, будучи главой исполнительной власти, активно взаимодействует с Сенатом. Согласно Конституции США, законотворческая деятельность находится в ведении Конгресса, но на практике президент может инициировать новые законы через членов своей партии в Конгрессе, поскольку для эффективной работы исполнительной власти необходимы своевременные и действенные законодательные акты [16, с. 10-15].



Во Франции президент также возглавляет исполнительную власть, несмотря на наличие должности премьер-министра. Однако право законодательной инициативы формально принадлежит премьер-министру. Ситуация меняется, если президент имеет поддержку парламентского большинства: в этом случае он становится ключевой фигурой в законодательном процессе, фактически направляя его.

Во Франции и США президент не обладает правом законодательной инициативы, и его роль в законодательном процессе ограничивается подписанием уже принятых законов. В США президент может лишь рекомендовать или указывать на необходимость принятия определённых законов, но не может самостоятельно их предлагать [14, с. 9-11].

Оба президента — и США, и Франции — избираются всенародно, что подчёркивает их высокий статус и легитимность. Во Франции применяется система прямых выборов, что усиливает авторитет президента, делая его национальным лидером, непосредственно избранным народом. Это подчёркивает его ключевую роль в политической системе страны. В США президент также избирается всенародно, хотя через систему выборщиков, что сохраняет его статус как представителя всей нации. В США выборы проходят более опосредованно через коллегия выборщиков, что было заложено отцами основателями США как инструмент регулирования выбора результатов прямого голосования населения.

Следует отметить, что в США существует должность вице-президента, который занимает второе место в государственном аппарате и заменяет президента в случае его смерти или болезни [15, с. 85-89]. Во Франции ситуация иная: основную роль в управлении страной принадлежит должностным лицом, которое заменяет президента в экстренных случаях является не премьер-министр, а председатель Сената.

В президентской республике, учитывая особенности её устройства, отсутствует конкуренция между президентом, премьер-министром и парламентом, что ведёт к быстрому принятию решений и их эффективной реализации. Концентрация полномочий в руках президента обеспечивает стабильность исполнительной власти и упрощает процесс управления государством.

Конституции США и Франции, хотя и в разной степени, закрепляют сильное положение главы государства. Это отражается в формах взаимодействия президента с другими ветвями власти, особенно с парламентом.

В США, например, существует практика создания специальных комитетов для расследования действий должностных лиц. Эти комитеты имеют право вызывать представителей исполнительной власти и требовать от них отчёта о своей деятельности, что обеспечивает систему сдержек и противовесов.

Во Франции в каждой из палат парламента действуют комиссии по расследованию с целью обеспечения парламентского контроля за исполнительной властью и другими институтами. В ходе реформ, проведенных Президентом Франции Саркози, был усилен контроль парламента над кабинетом министров, в частности, в части заслушивания кандидатов на министерские посты комиссиями и комитетами Сената и Национального собрания.

Конгресс США наделен наиболее значительными контрольными полномочиями, что подчеркивают многие эксперты. Контрольные полномочия Конгресса США



вынуждают президента постоянно поддерживать с ним взаимодействие, учитывать его мнение и искать пути для получения поддержки [6, с. 44-49]. Это делает Конгресс одним из самых влиятельных и авторитетных парламентов в мире. Однако, начиная с конца XIX века, президент США также обладает значительными полномочиями в области нормотворчества. Это выражается в возможности издавать исполнительные приказы, директивы и другие нормативные акты, которые, хотя и не заменяют законы, принятые Конгрессом, играют важную роль в регулировании различных сфер государственной жизни. Таким образом, баланс между законодательной и исполнительной властью в США обеспечивается как через контрольные механизмы Конгресса, так и через нормотворческие полномочия президента.

При строгом следовании тексту Конституции США, нормотворчество должно осуществляться исключительно в форме актов Конгресса, на которые может быть наложено президентское вето. Однако, как отмечал В.И. Лафитский, законодательная практика привнесла изменения в эту модель. В процессе функционирования конгресса круг нормативных актов и субъектов нормотворчества существенно расширился. В частности, Конгресс США делегирует часть своих полномочий президенту, позволяя ему заполнять пробелы в правовом регулировании. Президентские акты, издаваемые в рамках таких полномочий, чаще всего направлены на уточнение и конкретизацию законодательных норм, что относится к так называемому нормотворческому конкретизирующему законодательству. Это позволяет президенту активно участвовать в правовом регулировании, адаптируя законы к текущим потребностям и условиям, что можно увидеть из текущих законодательских инициатив президента Д. Трампа в 2025 году сразу при вступлении в должность. Тем не менее, здесь в практике функционирования сдержек и противовесов в законодательстве наглядно видна роль судебной и законодательной власти, когда действие актов президента приостанавливаются решением федерального судьи, и решением Конгресса о запрете доступа к так называемому министерству эффективности к финансовым платежам государства. В тоже время акты Президента могут быть оспорены в судебном порядке со стороны губернаторов штатов, к примеру намерение губернатора штата Мэн оспорить действие акта об участии трансгендеров в соревнованиях после изменения биологического пола.

Действительно, важно подчеркнуть, что федеральные законы, в соответствии с требованиями Верховного Суда США, должны содержать чёткие основные принципы и стандарты нормативного регулирования, особенно в контексте делегированного нормотворчества [3, с.14-16]. Это необходимо для того, чтобы обеспечить правовую определённость и предотвратить чрезмерно широкое толкование полномочий исполнительной власти. Однако в таких областях, как внешняя политика и руководство вооружёнными силами, полномочия Президента США не подвергаются строгим ограничениям. В этих сферах президент обладает значительной свободой действий, что обусловлено необходимостью оперативного принятия решений в условиях меняющейся международной обстановки и обеспечения национальной безопасности США. Это создаёт баланс между соблюдением правовых норм и гибкостью в управлении страной.

Конституция Франции ограничивает нормативное правотворчество президента через механизмы сдержек и противовесов. Согласно статье 19, акты президента требуют контрасигнатуры Премьер-министра и, при необходимости, министров, иначе они не имеют юридической силы. Большинство актов носят подзаконный характер.

Исключения, не требующие контрасигнатуры, перечислены в статьях 8, 11, 12, 16, 54, 56 и 61 Конституции Франции. К ним относятся назначение Премьер-министра, проведение референдума, роспуск Национального Собрания и введение чрезвычайного положения. Однако даже в этих случаях президент обязан консультироваться с Премьер-министром, председателями палат парламента и Конституционным Советом. Это обеспечивает контроль и предотвращает злоупотребление властью. Таким образом, полномочия президента по единоличному изданию указов строго ограничены.

Как упоминалось, французская исполнительная власть не является полностью единообразной, поскольку существует пост премьер-министра, который подотчетен парламенту, а не Президенту Франции. В США такая ситуация невозможна. Администрация полностью подчиняется Президенту США. В США члены Администрации Президента участвуют в коллективном обсуждении политических вопросов, однако окончательные решения принимает исключительно президент. В отличие от многих других стран, в США отсутствует институт контрасигнатуры, что позволяет президенту действовать независимо от кабинета. Часто решения принимаются через узкие консультативные группы, состоящие из ближайших советников Президента. Кроме того, Президент имеет право включать в кабинет других должностных лиц, таких как свои помощники. При этом министры не подотчетны Конгрессу и могут быть привлечены к ответственности только через процедуру импичмента. Это обеспечивает Президенту значительную свободу действий в управлении исполнительной властью. Из недавней практики наглядно видно так называемый департамент эффективности созданное при Д. Трампе, департамент которое не входит в администрацию.

Во Франции кабинет министров обладает значительной властью и независимостью. Согласно статье 20 Конституции Франции, он формулирует и осуществляет политику страны независимо от ситуации в Национальном Собрании. Французские правоведы называют данную модель «двойным мотором», что означает сочетание двух важнейших институтов власти, президента и премьер-министра, которые действуют как два взаимодополняющих элемента управления государством, каждый из которых выполняет свои функции в рамках исполнительной власти. Сила Президента во Франции сильно зависит от количества мест пропрезидентской партии в парламенте.

Однако при оппозиционном большинстве в парламенте позиции президента ослабевают, а роль премьер-министра усиливается (что может происходить, например, в случае «коабитации», когда президент и парламент имеют противоположные политические силы). В такие моменты премьер-министр ищет компромиссы с парламентом, чтобы обеспечить стабильность правительства. Премьер-министр в таких случаях может взять на себя большую часть повседневной политической работы и управления, а президент может быть вынужден ограничиться более символической

ролью или фокусироваться на внешней политике. Многие исследователи подчеркивают, что Конституция Франции наделяет Президента особыми арбитражными полномочиями, что позволяет ему обеспечивать конституционный порядок и баланс между ветвями власти [13, с.195].

В качестве примера можно отметить, что, когда Эммануэль Макрон был избран президентом в 2017 году, его партия «Вперёд, Республика!» получила большинство в Национальном Собрании. Это позволило ему эффективно проводить реформы, такие как либерализация трудового законодательства и изменения в системе железнодорожного транспорта. Однако после парламентских выборов 2022 года, когда его партия потеряла абсолютное большинство, влияние Макрона ослабло. Ему пришлось искать компромиссы с оппозицией, а роль премьер-министра Элизабет Борн стала более заметной в управлении страной.

Президенты США и Франции в разной степени участвуют в надзорных функциях. В некоторых случаях их полномочия пересекаются с компетенцией высших судебных органов, что позволяет им играть арбитражную роль в государственной жизни. Например, президенты могут влиять на назначение судей или выступать гарантами соблюдения конституционных норм. Однако степень их вовлечённости зависит от конкретной политической системы и контекста.

В США президент, например, назначает судей Верховного Суда, что оказывает долгосрочное влияние на судебную систему. Во Франции президент, как гарант независимости судебной власти, взаимодействует с Конституционным Советом и другими судебными институтами, обеспечивая соблюдение Конституции.

Судебные системы в обеих странах играют ключевую роль в механизмах сдержек и противовесов. Как отмечают исследователи, в правовом государстве власть исполнительной власти ограничивается не только конституцией и законами, но и судебными решениями.

В США судебная система, и в особенности Верховный Суд, обладает огромным авторитетом и широкими полномочиями. В.И. Лафитский отмечает, что американские суды фактически взяли на себя роль гарантов конституционного порядка и хранителей права. Ни один другой государственный институт в США не обладает таким уровнем влияния, как суды. Многие исследователи полагают, что американская правовая система базируется на доктрине судебного превосходства, где судебная власть служит важным противовесом в системе разделения властей. Более того, влияние судов в США настолько значительно, что некоторые эксперты утверждают: в этой стране сложилась не система правления закона, а система правления судей [7, с.233].

Со временем Верховный Суд США значительно расширил свои полномочия, усилив влияние на другие ветви власти. Американские суды не только применяют законы, но и создают новые правовые нормы через прецеденты, что делает их решения важным источником права. Например, решения Верховного Суда по делам, таким как сообщает аналитическое издание *Scotusblog* *Brown v. Board of Education* (1954), которое отменило расовую сегрегацию в школах, или *Citizens United v. FEC* (2010) – разрешил неограниченное финансирование политических кампаний корпорациями и профсоюзами, усилив роль денег в политике. *Shelby County v. Holder* (2013) – отменил ключевые положения Закона об избирательных правах 1965 года, что привело к

изменениям в избирательных законах штатов и спорам о защите прав меньшинств. Это решение вызвало широкие споры о защите избирательных прав и усилило дискуссии о расовом неравенстве в избирательной системе США. *Dobbs v. Jackson Women's Health Organization* (2022) – отменил прецедент *Roe v. Wade*, передав вопрос об абортах на усмотрение штатов, что вызвало широкие дебаты и изменило подход к репродуктивным правам.

Как отмечает А.А. Мишин, значительная часть фактической конституции США формируется благодаря судебной практике. В.И. Лафитский подчеркивает: «Деятельность судов по сути является законотворческой, поскольку их решения интерпретируют и развивают конституционные и законодательные нормы, становясь обязательными для применения в аналогичных случаях» [8, с. 6]. Таким образом, судебная система США играет активную роль в формировании правовой системы, выходя за рамки простого применения законов, и оказывает значительное влияние на ключевые аспекты общественной жизни, такие как гражданские права, свободы и социальная справедливость.

Основным органом судебной власти во Франции является Конституционный Совет. Согласно Конституции Пятой Республики, президент Франции выступает гарантом независимости судебной власти. Основным закон наделяет президента полномочиями по обеспечению конституционного порядка в стране и выполнению арбитражной функции. Это включает контроль за соблюдением Конституции, разрешение споров между государственными органами и обеспечение стабильности государственной системы.

Например, в 2021 году Конституционный Совет Франции сыграл ключевую роль в проверке закона о продлении действия санитарных пропусков во время пандемии COVID-19. Совет подтвердил конституционность мер, но также указал на необходимость соблюдения баланса между общественным здоровьем и индивидуальными свободами. Это решение демонстрирует, как Конституционный Совет и президент, как гарант Конституции, взаимодействуют для защиты прав граждан и обеспечения верховенства закона.

В соответствии со статьей 5 Конституции Франции: «Президент следит за соблюдением Конституции. Он обеспечивает нормальное функционирование публичных властей с помощью своего арбитража, а также преемственность государства». Кроме того, статья 16 Конституции Франции предоставляет президенту чрезвычайные полномочия в случае серьезной угрозы институтам Республики, независимости нации, целостности территории или выполнению международных обязательств.

Из практики статья 16 французской Конституции применялась только один раз в истории Пятой Республики – в 1961 году, во время Алжирского кризиса, когда президент Шарль де Голль ввёл чрезвычайные полномочия для подавления военного путча. Конституционный Совет сыграл важную роль в оценке законности этих мер. Таким образом, статья 16 и участие Конституционного Совета обеспечивают баланс между необходимостью быстрого реагирования на кризисы и защитой конституционных принципов.



Среди других ключевых судебных органов во Франции выделяется Высший Совет магистратуры (Conseil supérieur de la magistrature). Согласно статье 64 Конституции Пятой Республики, этот орган содействует президенту Франции в выполнении его функции гаранта независимости судебной власти. В 2020 году Высший Совет магистратуры рассматривал вопросы, связанные с дисциплинарными нарушениями судей, что подчеркнуло его роль в поддержании высоких стандартов профессиональной этики в судебной системе. Таким образом, Высший Совет магистратуры является важным элементом судебной системы Франции, обеспечивая независимость судебной власти и её защиту от внешнего влияния.

В Конституции Пятой Республики отводится уникальная роль Государственному Совету, который является органом, сочетающий функции консультативного органа правительства и высшей административно-судебной инстанции. Его члены действуют в двух ролях: как высокопоставленные государственные служащие, консультирующие правительство по законодательным и административным вопросам, и как верховные судьи, рассматривающие споры между гражданами и государственными органами.

Конституция Франции в статье 34 чётко определяет, что вопросы, связанные с созданием новых судебных инстанций и статусом магистратов (судей), регулируются законами, а не регламентирующими актами. Это подчёркивает важность парламентского контроля в данной сфере и исключает возможность произвольного регулирования со стороны исполнительной власти.

В свою очередь, в Соединённых Штатах работа судебных органов регулируется как законами, принимаемыми Конгрессом, так и прецедентами, установленными Верховным Судом США. Это сочетание законодательства и судебной практики формирует основу американской правовой системы.

Глава государства, несмотря на существующую систему сдержек и противовесов, играет ключевую роль в политической системе и государственной структуре. Поэтому для завершения сравнительного анализа необходимо отдельно рассмотреть процесс избрания президента в США и во Франции, а также требования к кандидатам. Для того чтобы стать президентом США, кандидат должен соответствовать нескольким требованиям. Во-первых, он должен быть гражданином США по рождению. Во-вторых, его возраст должен быть не менее 35 лет. В-третьих, кандидат обязан проживать на территории США не менее 14 лет к моменту выборов. Выборы президента в США проводятся по косвенной системе, которая включает два этапа. Граждане голосуют за выборщиков, которые затем избирают президента. Дата выборов фиксирована и установлена Конституцией: они проходят в первый вторник после первого понедельника ноября в високосный год. Новый президент вступает в должность 20 января следующего года. Таким образом, процесс выборов президента США сочетает в себе прямую волю избирателей и косвенное голосование через коллегию выборщиков, что обеспечивает чёткость и предсказуемость процедуры.

Во время выборов президента США формируются Коллегии выборщиков, количество которых в каждом штате соответствует числу его конгрессменов. Партия, получившая большинство голосов в штате, получает все голоса его выборщиков. Для победы нужно не менее 270 голосов из 538. Если ни один кандидат не наберёт нужное



число голосов, президента выбирает Палата представителей, а вице-президента – Сенат. Одно и то же лицо не может занимать пост президента США более двух сроков. Это правило было закреплено 22-й поправкой к Конституции в 1951 году после того, как Франклин Рузвельт был избран на четвёртый срок. Ранее в формулировке присутствовало слово «подряд», но поправка устранила эту возможность. Таким образом, система выборов президента США сочетает в себе элементы прямой демократии (через голосование за выборщиков) и косвенного участия (через Коллегию выборщиков), обеспечивая при этом стабильность и предсказуемость процесса. Наглядным примером являются прошедшие выборы в США в 2021 году и 2024 году.

В 1958 году была принята действующая Конституция Франции, установившая Пятую республику. Согласно первоначальным положениям, президент избирался на 7-летний срок специальной коллегией выборщиков, в которую входили члены парламента, Генеральных советов, заморских собраний, мэры и представители городских советов. Этот порядок был применён только один раз – на выборах 1958 года, когда победил Шарль де Голль. Впоследствии система изменилась: с 1962 года президент стал избираться всенародным голосованием, что усилило его легитимность и роль в политической системе.

В 1965 году порядок выборов президента Франции был изменён с целью усиления демократической легитимности главы государства. До этого президент избирался коллегией выборщиков, состоящей из представителей парламента, местных органов власти и других выборных лиц. Однако такая система вызывала критику, так как она ограничивала прямое участие граждан в выборе президента и делала процесс менее прозрачным. С тех пор глава государства избирается на основе всеобщего голосования. В начале 2000-х годов срок полномочий президента был сокращён с 7 до 5 лет, что усилило подотчётность главы государства перед гражданами. Первые выборы по новым правилам прошли в 2002 году. Выборы президента Франции проводятся в два тура. Если в первом туре ни один кандидат не получает абсолютного большинства голосов (включая недействительные и пустые бюллетени), через две недели проводится второй тур. В нём участвуют два кандидата, набравшие наибольшее количество голосов в первом туре. В результате, система выборов президента Франции сочетает демократические принципы и строгие требования к кандидатам, обеспечивая легитимность и подотчётность главы государства.

Изучив правовые вопросы, связанные с выборами президентов в США и во Франции следует рассмотреть избирательные президентские кампании в этих странах, проходившие в 2017-2024 гг. Выборы Президента Франции проходили с 23 апреля по 7 мая 2017 г. Кандидатами на пост Президента Франции были Эммануэль Макрон, Марин Ле Пен, Франсуа Фийон, Жан-Люк Меланшон, Бенуа Амон, Николя Дюпон-Эньян, Жан Лассаль, Филипп Путу, Франсуа Асселино, Натали Арто и Жак Шеминад. Уже на этом этапе исследования следует подметить, что количество кандидатов на пост главы государства приводит к выводу, что во Франции нет как формальных, так и политических ограничений для выдвижения на пост Президента Франции, тое есть во Франции существует многопартийная система. Выборы прошли традиционно в два тура, первый прошел 23 апреля 2017 г., а 7 мая 2017 г. состоялся второй тур выборов,

на которых победил Эммануэль Макрон с 66% голосов. Выборы 2022 г. прошли традиционно в два тура, победу на них одержал вновь Эммануэль Макрон с результатом 58,5%.

В США же выборы состоялись в 2020 и 2024 годах, поскольку Президент и Вице-президент страны избираются на срок в 4 года. Это позволяет выделить два ключевых отличия: продолжительность полномочий и наличие вице-президента. Кандидатами на пост Президента в 2020 году были Джо Байден и Камала Харрис, Дональд Трамп и Майкл Пенс, Джо Джоргенсен и Спайк Коэн, а также Хауи Хокинс и Анджела Уолкер. Анализируя список кандидатов, можно заметить, что по результатам опросов основными претендентами являются представители Республиканской и Демократической партий, что отражает двухпартийную систему. В итоге, победу в 2020 году одержали Джо Байден и Камала Харрис. В ходе напряжённой избирательной кампании Дональд Трамп получил как минимум 277 голосов из 538 возможных в Коллегии выборщиков. Это обеспечило ему необходимое большинство для победы на выборах. Таким образом, Трамп стал вторым президентом в истории США, который вернулся на пост после перерыва. Первым был Гровер Кливленд, который занимал должность президента с 1885 по 1889 год и снова был избран в 1893 году. Данный результат подчеркнул уникальность американской политической системы, где президент может быть избран на непоследовательные сроки.

**Заключение.** Проведенный анализ института президентства в США и Франции позволяет сделать вывод о значительном сходстве и одновременно существенных различиях в организации и функционировании данного института в двух странах. Оба государства, несмотря на различия в историческом развитии и политической культуре, демонстрируют сильную президентскую власть, которая играет ключевую роль в управлении государством и определении внутренней и внешней политики.

Президенты США и Франции обладают широкими полномочиями, включая функции главы государства, исполнительной власти и верховного главнокомандующего вооруженными силами. Однако в США президент является единоличным главой исполнительной власти, тогда как во Франции существует дуализм исполнительной власти, где президент делит полномочия с премьер-министром, что создает уникальную систему "двойного моторного управления" [1, с. 12; 9, с. 334]. Это различие подчеркивает специфику французской политической системы, где президентская власть может быть ограничена парламентским большинством, особенно в условиях "коабитации" [13, с. 195].

Важным аспектом является роль президентов в законодательном процессе. В обеих странах президенты не обладают правом законодательной инициативы, но могут влиять на законотворчество через правительство во Франции или через членов своей партии в Конгрессе в США [14, с. 39-44]. При этом в США президент имеет право вето, которое может быть преодолено только квалифицированным большинством в Конгрессе, что подчеркивает баланс между ветвями власти [6, с. 44-49].

Особого внимания заслуживает процесс избрания президентов. В США используется система коллегии выборщиков, что делает выборы косвенными, тогда как во Франции президент избирается прямым всенародным голосованием, что усиливает его легитимность [2, с. 167; 10, с. 316]. Кроме того, во Франции существует

второй тур выборов, что позволяет учитывать мнение большинства избирателей, тогда как в США победа определяется количеством голосов выборщиков, что может приводить к ситуациям, когда кандидат, набравший меньше голосов избирателей, побеждает на выборах [16, с. 408].

Таким образом, институт президентства в США и Франции, несмотря на общие черты, имеет существенные различия, обусловленные историческими, политическими и культурными особенностями каждой страны. Эти различия подчеркивают уникальность каждой политической системы и важность учета национального контекста при анализе роли и функций президента. Опыт США и Франции может быть полезен для молодых государств таких как Республика Казахстан по модели Франции, формирующих свои политические системы, однако его применение требует учета специфики каждой страны.

#### **Примечание:**

1. Конституция Соединенных Штатов Америки 1787 г. // Соединенные Штаты Америки. Конституция и законодательные акты: Перевод с английского / Сост.: Лафитский В.И., Под ред. и со вступ. ст.: Жидков О.А. М.: Прогресс-Универс, 1993. С. 12-25.

2. Конституция Французской Республики и Сообщества 5 октября 1958 года / Ввод. статья и пер. канд. юрид. наук Н. С. Мерзлякова; Моск. гос. ин-т междунар. отношений. Кафедра гос. права. М., 1959. 28 с.

**Для цитирования:** Григориади С.А. Анализ состояния института президентства в свете прошедших выборов в США и Франции в 2017-2024 гг.

**For citation:** Grigoriadi S. Analysis of the institution of presidency in the light of the recent elections in the USA and France in 2017-2024.

**Конфликт интересов:** о конфликте интересов, связанном с этой статьей, не сообщалось.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest related to this article has been reported.

#### **Список литературы:**

1. Ардан Ф. Франция: государственная система //М.: Юрид. лит. – 1994. – Т. 176 с.

2. Бельсон Я.М., Ливанцев К.Е. История государства и права США. Учебное пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. 167 с.

3. Власенко Л.В. Судебная система США // Российское правосудие. Научно-практический журнал. № 3 (23). 2008. С. 105-108.

4. Власихин В.А., Жидков О.А., Никифоров Б.С., Николайчик В.М. Конституция США. Текст и постатейный комментарий (в двух частях). Ч. 1. / Редкол.: Власихин В.А. (Отв. ред.), Геевский И.А., Кокошин А.А. - М.: РИО Ин-та Соединенных Штатов Америки и Канады, 1984. 162 с.

5. Ганин О.В., Захаров В.В. конституционное право зарубежных стран: хрестоматия / авт.-сост.: Тамбов: ТАМБ. ГОС. ТЕХН. УН-Т, 2006. 192 с.

6. Журавлева В.Ю. Перетягивание каната власти: взаимодействие Президента и Конгресса США. М.: ИМЭМО РАН, 2011. 163 с.
7. Иванов Р.Ф. Президентство в США. М., 1991. 62 с.
8. Лафитский В.И. Основы конституционного строя США. М., 1998, 272 с.
9. Мишин А.А., Власихин В.А. Конституция США: политико-правовой комментарий. М., 1985. 334 с.
10. Ожиганов Н.И., Смоленский М.Б. Конституционное (государственное) право зарубежных стран: пособие для подготовки к экзаменам. М.: МарТ, 2003. 316 с.
11. Согрин В.В. Политическая история США. XVII-XX вв. М., 2001. 391 с.
12. Фомичев А.В. Основы конституционного права США. Учебное пособие. СПб.: Изд-во ИВЭСЭП, 2005. 48 с.
13. Хабриева Т.Я., Чиркин В.Е. Теория современной конституции. М.: Норма, 2005. 320 В с.
14. Цаликова М.Б. Законодательная активность Президента и обеспечение конституционного баланса власти в США // Конституционное и муниципальное право. № 1. 2002. С. 39-44.
15. Чудаков М.Ф. Конституционное (государственное) право зарубежных стран: учебное пособие М.: «Новое знание», 2001. 576 с.
16. Шумилов В.М. Правовая система США: Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Междунар. отношения, 2006. 408 с.

## МЕДИЦИНА ҒЫЛЫМДАР – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ – MEDICAL SCIENCES

ӘОЖ 615.454.1:582.632.2

**Әшіл Жазира Ерболатқызы**

магистр,

«С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті» КЕАҚ  
(Алматы қ., Қазақстан)

**Кожанова Калданай Каржауовна**

фарм.ғ.к., қауым.профессор,

«Инженерлік пәндер және тиісті практика» кафедрасының меңгерушісі,  
«С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті» КЕАҚ  
(Алматы қ., Қазақстан)

### **ЕМЕН ҚАБЫҒЫ (*QUERCUS CORTEX*) ЭКСТРАКТЫ ҚОСЫЛҒАН ЖАҚПАМАЙДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Аңдатпа:** Бұл мақалада 2,0 % емен қабығының (*Quercus cortex*) қою экстракты қосылған ПЭГ 400 және ПЭГ 1500 қорытпасы негізіндегі жақпамайдың құрылымдық-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттелген жақпамай құрылымдық жүйе және тиксотропты қасиеттерге ие екендігі анықталды.

**Кілт сөздер:** емен қабығы, *Quercus cortex*, реология, тиксотроптылық, Гистерезис ілмегі.

**Кіріспе.** Жараларды емдеуге арналған жаңа тиімді препараттарды әзірлеудің өзектілігі қазіргі уақытта операциядан кейінгі кезеңде іріңді асқынулардың көбеюіне, жалпыланған инфекциялар санының көбеюіне және дәстүрлі түрде қолданылатын бактерияға қарсы препараттар мен антисептиктердің тиімділігінің төмендеуіне байланысты. Қант диабеті немесе қартаю кезіндегі жасуша қызметінің бұзылуы жараның жазылуының бұзылуына және созылмалы жазылмайтын жаралардың пайда болуына әкелуі мүмкін [1].

Бүкіл әлемде шөптен жасалған дәрілерге деген қызығушылық тұрақты түрде артып келеді. Көп жағдайда мұндай препараттардың құрамында уытты, аллергиялық, тітіркендіргіш реакцияларды тудырмайтын, сонымен бірге әртүрлі ауруларда жоғары емдік белсенділігі бар биологиялық белсенді заттардың теңдестірілген құрамы бар [2]. Әдеби шолу нәтижелері емен қабығынан алынған әртүрлі экстракттардағы биологиялық белсенді заттардың құрамында иілік заттар (таниндер) мен флаваноидтар жоғары маңыздылыққа ие екендігін көрсетті. Экстракттар Грам-позитивті бактериялар мен ашытқы тәрізді саңырауқұлақтарға қарсы фармацевтикалық белсенділік көрсетеді [3,4].

Құрылымдық-механикалық немесе реологиялық қасиеттер дисперсті жүйелердің тұрақтылығын анықтайтын маңызды сипаттамалардың бірі болып табылады. Бұл қасиеттерді зерттеу жұмсақ дәрілік формаларды өндірудің технологиялық процесін құрастыру және оңтайландыру кезінде өте маңызды [5].



**Зерттеу жұмысының мақсаты** емен қабығы (*Quercus cortex*) қою экстракты қосылған гидрофильді негіздегі жақпамайдың құрылымдық-механикалық қасиеттерін зерттеу.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Зерттеу объектісі CO<sub>2</sub> экстракциясы арқылы алынған 2,0 % емен қабығының (*Quercus cortex*) қою экстракты қосылған гидрофильді негіздегі жақпамай болды. Жақпамайдың оңтайлы құрамын биофармацевтикалық, технологиялық және микробиологиялық зерттеулердің нәтижелері негізінде жасалды.

Жақпамай реологиясын зерттеу «HBDV-2» ротационды вискозиметрінде жүргізілді, оның механизмі екі коаксиалды біркелкі айналатын цилиндрлер арасындағы сақина саңылауында ағып жатқан сұйықтық қабатында пайда болатын тұтқыр үйкелісті қолдануға негізделген. Айналмалы вискозиметрлер қоршаған ортаның тұтқырлығын үздіксіз өлшеу үшін қолданылады, бұл оларды өндірістік процестерді бақылау және басқару жүйелерінде қолдануға мүмкіндік береді. 20 г ПЭГ 400 және ПЭГ 1500 қорытпасы негіз үлгісі өлшеу ыдысына орналастырылды. Цилиндрдің айналу жылдамдығы 30-дан 200 айн/мин-қа дейін 12 айналу жылдамдығын қолдана отырып алдымен дәйекті түрде өсті, ал осы құрылғы үшін тангенс кернеуінің максималды мәніне жеткеннен кейін дәйекті түрде төмендеді [6].

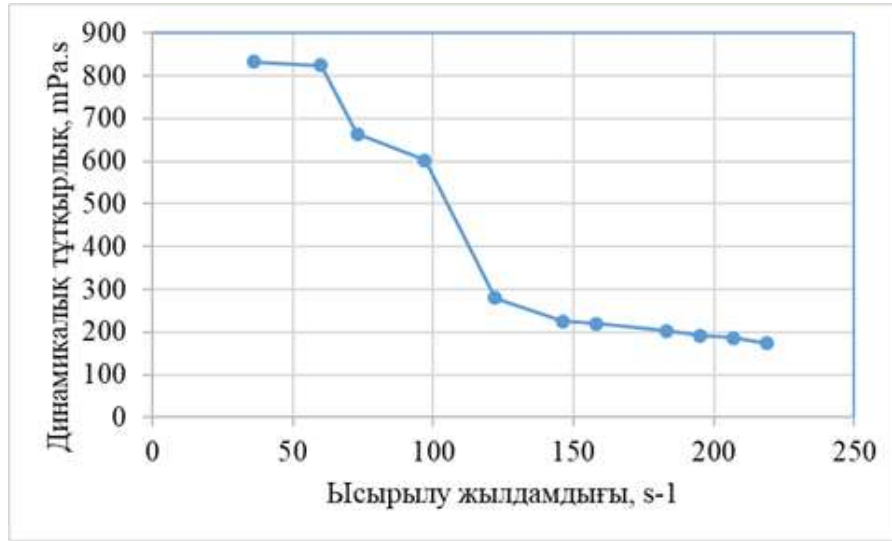
### **Зерттеу нәтижелері**

Жақпамайдың реологиялық қасиеттері оның аққыштығын, теріге оңай таралу қабілетін, белсенді заттардың бөлінуін, емдік тиімділігін, сондай-ақ препараттың сақтау тұрақтылығын бағалауға мүмкіндік береді. Құрамында 2,0 % қою емен қабығы (*Quercus cortex*) экстракты қосылған ПЭО 400 және ПЭО 1500 қорытпасы негізіндегі жақпамайдың тиксотропты қасиеттерін зерттеу үшін тұтқырлықтың ысырылу жылдамдығына тәуелділік қисығы сызылды.

### **Кесте 1 – ПЭО 400 және ПЭО 1500 қорытпасы негізіндегі жақпамайдың тиксотропты қасиеттерін зерттеу нәтижелері**

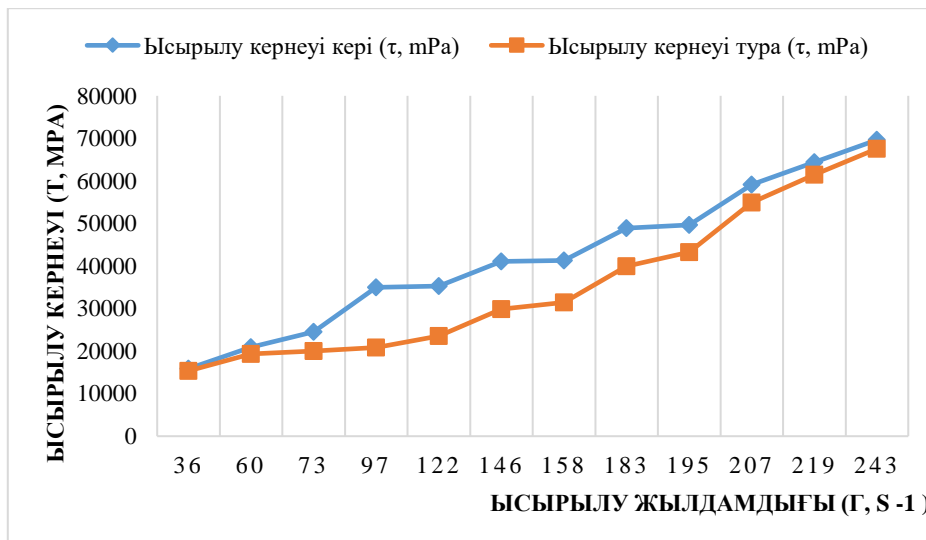
№	Айналу жылдамдығы (айн/мин);	Ысырылу жылдамдығы ( $\gamma, s^{-1}$ )	Ысырылу кернеуі ( $\tau, mPa$ )	Динамикалық тұтқырлық ( $\eta, mPa \cdot s$ )
1	30	36	15 861/ 15 347	833
2	50	60	20895/ 19345	825
3	60	73	24500/ 19987	664
4	80	97	34994/ 20876	603
5	100	122	35302/ 23546	280
6	120	146	41098/ 29890	225
7	130	158	41317/ 31456	220
8	150	183	48913/ 39987	203
9	160	195	49660/ 43277	192
10	170	207	59100/ 54906	186
11	180	219	64369/ 61457	173
12	200	243	69638/ 67566	168

Алынған мәліметтерге сәйкес, тұтқырлықтың ысырылу жылдамдығына тәуелділік қисығы сызылды.



Сурет - 1. Тұтқырлықтың ысырылу жылдамдығына тәуелділік қисығы

Зерттелген жақпамай ньютондық емес ағын түрі екендігі анықталды, оның тұтқырлығы ысырылу кернеуіне тәуелді екендігі байқалады. Ысырылу жылдамдығының жоғарылауымен құрылымның бұзылуы қалпына келтіруден басым бола бастайды және тұтқырлық төмендейді [7].



Сурет - 2. 2,0 % қою емен қабығы (*Quercus cortex*) экстракты қосылған ПЭО 400 және ПЭО 1500 қорытпасы негізіндегі жақпамай деформациясының кинетикалық реограммасы

2-суретте көрсетілгендей, жүйенің аққыштығы бірден байқалмайды, төмен ысырылу жылдамдығында жүйе ең жоғары тұтқырлыққа ие, жақпамай құрылымы аздап бұзылғаннан кейін толық қалпына келеді. Ысырылу жылдамдығы жоғарылаған сайын құрылым деформациялана бастайды және жақпа ағып кетеді. Тұтқырлық кернеуінің біртіндеп әлсіреуі кезінде жақпамай құрылымы қалпына келе бастайды,

бірақ оны қалпына келтіру уақыты ұлғаяды. «Гистерезис ілмегін» құрайтын жүйенің бұзылуын сипаттайтын «тура» қисықтың және жүйенің қалпына келуін сипаттайтын «кері» қисықтың болуы зерттелетін жақпамайдың тиксотроптылығын көрсетеді. «Гистерезис ілмегінің» ауданы құрылымдық жүйелердің механикалық тұрақтылығын бағалауға мүмкіндік береді: ол неғұрлым аз болса, жүйе соғұрлым механикалық тұрақты болады [8].

### Қорытынды

2,0 % қою емен қабығы (*Quercus cortex*) экстракты қосылған ПЭО 400 және ПЭО 1500 қорытпасы негізіндегі жақпамайдың реологиялық қасиеттерін зерттеу препараттың тиксотропты қасиеттерге ие екендігін анықтады. «Гистерезис ілмегінің» ауданы мен пішіні жақпамайдың механикалық әсерден кейін құрылымды қалпына келтіру қабілетін көрсетеді.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Bouras M., Chadni M., Barba F.J., Grimi N., Bals O., Vorobiev E. Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from *Quercus* bark. *Ind. Crops Prod*, 2015; 77:590–601. <https://doi.org/10.3390/plants11030240>
2. Barta C.E., Bolander B., Bilby S.R., Brown J.H., Brown R.N., Duryee A.M., Edelman D.R., Gray C.E., Gossett C., Haddock A.G., et al. In Situ Dark Adaptation Enhances the Efficiency of DNA Extraction from Mature Pin Oak (*Quercus palustris*) Leaves, Facilitating the Identification of Partial Sequences of the 18S rRNA and Isoprene Synthase (*IspS*) Genes. *Plants*. 2017; 6:52. <https://doi.org/10.3390/plants6040052>
3. Salem M.Z.M., Elansary H.O., Elkelish A.A., Zeidler A., Ali H.M., EL-Hefny M., Yessoufou K. In vitro Bioactivity and Antimicrobial Activity of *Picea abies* and *Larix decidua* Wood and Bark Extracts. *Bioresources*. 2016; 9421–9437. <https://doi.org/10.15376/biores.10.4.7715-7724>
4. Yessoufou K., Elansary H.O., Mahmoud E.A., Skalicka-Woźniak K. Antifungal, antibacterial and anticancer activities of *Ficus drupacea* L. stem bark extract and biologically active isolated compounds. *Ind. Crops Prod*. 2015;74:752–758. doi: 10.1016/j.indcrop.2015.06.011.
5. Платонов В. В., Хадарцев А. А., Сухих Г. Т. Химический состав органического вещества коры дуба обыкновенного (черешчатого) (*Quercus robur* L, семейство буковые - *fagaceae*) (сообщение III - хлороформный экстракт) // Клиническая медицина и фармакология. – 2020. – Т. 6. – №1. – С. 53- 56.
6. Государственная фармакопея Республики Казахстан, Т. 1. – Алматы: Жибек жолы, 2008. – 804 с.
7. Аркуша А.А. Исследование структурно-механических свойств мазей с целью определения оптимальной концентрации: дисс. ... к. фарм. н.: 15.00.01 / Аркуша Анатолий Алексеевич. – Х., 1982. – 184 с.
8. Кухтенко Г.П., Кухтенко А.С., Капсалямова Э.Н., Аюпова Р.Б., Сакипова З.Б. Реологические исследования мягких лекарственных средств // Медицина. – 2014. – № 1. – С. 6-9.

Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»

**Редактор: Байдильдинов Т.Ж.**  
**Комп.верстка: Хусаинов Е.М.**

Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»  
-2025-1(25)-Астана-ИП Ажар

Зарегистрировано и выдано свидетельство  
Министерством Информации и Общественного Развития РК  
№KZ40VPY00067791 от 07.04.2023 г.

*За достоверность публикуемой информации, цитат и иных  
изложений ответственность несет автор*





