Central Asian Scientific Journal

VOL 2(26)
2025

ASTANA

Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»

Central Asian Scientific Journal

выпуск №2 (26), апрель – июнь 2025 г.
Основан в 2021 году (издается ежеквартально)
Том 1
зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан №KZ40VPY00067791 от 07.04.2023 г.

Taqyryptyq baǵyt:

- Pedagogıkalyq, qoǵamdyq-áleýmettik, tehnıkalyq, ekonomıkalyq jáne zań ǵylymdary
- Aqparattyq-komýnıkasıalyq tehnologıalar
- Teorıalyq jáne ǵylymı-praktıkalyq ǵylymı 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

Jarıalanatyn aqparattyń, dáıeksózderdiń jáne ózge de baıandamalardyń 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, 2025

"Central Asian Scientific Journal" elektrondyq ǵylymı jýrnaly aqparattyq agenttigi

№2 (26), 2025 j
Shyǵarý jıiligi –jylyna 4 nómir
2021 j. bastap shyǵady

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

Redaksıalyq alqa:
Latypov R.H. - t. ǵ. d., prof., Qazan, Reseı
Radwan Labban – Plymouth College, United Kingdom
Safarov G.A. - e. ǵ. d., prof., Tashkent, Ózbekstan
Mýkasheva A.A. - z.ǵ. d., prof., L.N. Gýmılev atyndaǵy EÝU
Baıǵojanova D.S. - p. ǵ. k., HAA akademıgi
Kojasheva G.O. - p.ǵ. k.,docent, Abay atyndaǵy KazPÝU
Teleýev G.B. - PhD, QAÝ
Özdenbaev J.Ş.- t. ǵ. k., I.Jansügırov atyndaǵy JU
Nūrǧalieva S.A. – PhD, asistent professor, AITU

Qazaqstan Respýblıkasy Aqparat jáne qoǵamdyq damý mınıstrliginiń 07.04.2023 j. №KZ40VPY00067791 aqparat komıtetinde tirkelgen.

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

Информационное агентство Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»

№2 (26), 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, КАУ
Узденбаев Ж.Ш. – к.т.н., ст.преподаватель, ЖУ им. И.Жансугурова
Нургалиева 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"

No.2 (26), 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

© Central Asian Scientific Journal, 2025

СОДЕРЖАНИЕ (CONTENT)

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

Азадбекова З.У.
МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ПУБЛИЦИСТИЧЕСКОМУ СТИЛЮ В ШКОЛЕ 3

Мавлантаева Г.А.
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО РАЗВИТИЮ РЕЧИ УЧАЩИХСЯ 9

Зулкайнарова З.У.
СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В ГАЗЕТНЫХ ЗАГОЛОВКАХ 16

Zholmakhan P.M.
TEACHING ENGLISH IN MULTILINGUAL CLASSROOMS: CHALLENGES AND STRATEGIES..... 22

Zhaksylyk A.A.
THE ROLE OF CRITICAL THINKING IN THE MODERN EDUCATIONAL PROCESS..... 26

Қалдарбек А.Қ.
МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ МОТИВАЦИИ К ЧТЕНИЮ У УЧАЩИХСЯ 7-8 КЛАССОВ В ШКОЛАХ С НЕРУССКИМ ЯЗЫКОМ ОБУЧЕНИЯ..... 31

Черненко В.В., Суюнова Г.С.
ФОРМИРОВАНИЕ ПУНКТУАЦИОННОЙ ГРАМОТНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИНТАКСИСА В ШКОЛЕ (НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УЧЕБНИКОВ) 35

Abdez U.G.
THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGY IN LITERACY EDUCATION 44

Nurmanova S.N.
THE LINGUISTIC WORLDVIEW OF THE ENGLISH FOLK TALE IN THE NOUN SYSTEM..... 48

Өтепбергенова Ұ.
КҮРДЕЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕ ТИІМДІ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ 53

Iztay M.A.
THE ROLE OF INTERDISCIPLINARY PROJECTS IN THE FORMATION OF STUDENT COMPETENCIES..... 58

Ныязханов М.Ж.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ STEM 62

Kulasbek M.K.
BLENDED LEARNING AND DIGITAL TRANSFORMATION IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING 66

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – TECHNICAL SCIENCE

Dariger R.
HUMAN FACTORS IN IT PROJECT RISK: THE ROLE OF TEAM DYNAMICS AND LEADERSHIP 70

Dariger R.
THE IMPORTANCE OF USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN PROCESS MANAGEMENT 77

Muratova A.Zh.
COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL TAX ECOSYSTEMS: FINLAND, HONG KONG, ESTONIA 83

Moldatayeva A.E.
EXPLAINABLE AI IN CREDIT SCORING: ENHANCING TRANSPARENCY AND TRUST IN MACHINE LEARNING MODELS 91

Амангелді М.М.
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ГРАФОВЫЕ СВЕРТОЧНЫЕ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ НА ОСНОВЕ СКЕЛЕТНЫХ ДАННЫХ 96

Житенов Р.Р.
РАЗРАБОТКА ВРЕДОНОСНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛНОГО КОНТРОЛЯ НАД УСТРОЙСТВОМ НА ANDROID 103

Алиев Ә.О.
РАЗРАБОТКА МЕТОДА И ПРОГРАМНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ИНТЕРНЕТ-САЙТОВ..... 110

Турсункулов Б.Д., Жуандыков Б.С., Куланбаев Р.Б.
РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ..... 113

Mendibayev D.I.
MODERN DEEPFAKE DETECTION METHODS: COMPARATIVE ANALYSIS AND ETHICAL ASPECTS 120

Жуандыков Б.С., Турсункулов Б.Д., Куланбаев Р.Б.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ..... 126

Rafail A.T.
EVALUATING JIRA AS A DIGITAL BUSINESS PROJECT MANAGEMENT MODEL: A CASE STUDY OF BI GROUP 140

Sharov V.
RESEARCH OF KEY AREAS, PRINCIPLES AND METHODS OF INFORMATION PROTECTION IN COMPUTER NETWORKS 147

Salenova Zh.Zh.
A COMPARATIVE ANALYSIS OF INNOVATION FRAMEWORKS FOR URBAN E-GOVERNMENT PLATFORMS 155

Төребек Б.Қ.
ЭТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ 161

Ibrahim B.
VIRTUAL REALITY GAMING: IMMERSIVE EXPERIENCES AND AUDIENCE ENGAGEMENT 166

Алтынбеков Б.А.
МНОГОМОДУЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА В ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JETPACK COMPOSE: РУКОВОДСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАСШТАБИРУЕМЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ 171

Утеген Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ НА КОНЕЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ БЫСТРОГО ВЫЯВЛЕНИЯ УГРОЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АТАК 181

Оразбаев Т.Т., Байманкулов А.Т., Кузенбаев Б.А.
СЕМАНТИЧЕСКИЕ И ФОНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА КАК ВЫЗОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОЛОСОВЫХ АССИСТЕНТОВ 187

Узденбаев Ж.Ш., Бекмурзин А., Жақыпбаев М.
ЖЕТІСУ ӨҢІРІНІҢ ТЕКЕЛІ - ҮШТӨБЕ АЙМАҒЫНДАҒЫ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫ МЕН ҚАР ҚАЛЫҢДЫҒЫ ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ 192

Узденбаев Ж.Ш., Жамақ М., Медет М.
ЖЕТІСУ ӨҢІРІНІҢ ТЕКЕЛІ - ҮШТӨБЕ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕРДІҢ ҚАТУ ТЕРЕҢДІГІ МЕН ҚАР ҚАЛЫҢДЫҒЫ ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ 197

Узденбаев Ж.Ш., Муса А., Төлеуғали Е.
ЖЕТІСУ ӨҢІРІНІҢ ТЕКЕЛІ -ҮШТӨБЕ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕРДІҢ ҚАТУ ТЕРЕҢДІГІ МЕН ҮСТІҢГІ ҚАБАТ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ 202

Оразова М.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАНЗАКЦИИ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ 207

Айкешов Е.С.
ВИРТУАЛЬНЫЕ ФЕЙКИ НА ДОРОГАХ: АНАЛИЗ РИСКОВ ДЕЗИНФОРМАЦИИ ЧЕРЕЗ AR-ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТЕ 213

Узденбаев Ж.Ш., Исабай Н.Б., Тұрсұнтай Е.М.
АЛАКӨЛДІҢ ДЕҢГЕЙІ ӨЗГЕРІСТЕРІН ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛДЕУ 241

Iztleu S.
LEVERAGING AGILE METHODOLOGIES FOR EFFECTIVE PUBLIC GOVERNANCE..... 247

Sabyrov Y.
A DEEP REINFORCEMENT LEARNING APPROACH TO TRAFFIC LIGHT MANAGEMENT 251

Askarkyzy B.
CHALLENGES ENCOUNTERED BY THE ELDERLY IN ACCESSING AND USING E-GOVERNMENT PUBLIC SERVICES..... 260

Iztleu B.
CYBERSECURITY CHALLENGES ASSOCIATED WITH THE INTEGRATION OF INTERNET OF THINGS (IOT) TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS..... 265

Түсіпов А.Ж.
ПЕРОВСКИТ НЕГІЗІНДЕГІ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫНЫҢ ӨНДІРІСІ МЕН ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ 269

Amirkhanov A.K.
GENERATIVE AND ASPECT NETWORKS FOR THE SYNTHETIC AND AUGMENTATION OF DATA CHARACTERIZING PEOPLE INTOXICATED IMAGES.....272

Baitassov N.O.
INTELLIGENT EDUCATIONAL SYSTEMS FOR IT COMPETENCE DEVELOPMENT: CURRENT TRENDS, CHALLENGES, AND FUTURE PROSPECTS 282

Марат Д.Ж.
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО РАЙОНА..... 309

МЕДИЦИНА ҒЫЛЫМДАР – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ – MEDICAL SCIENCES

Шынгысбаева А.М., Кожанова К.К.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТА ПОЧЕК ЧЕРНОГО ТОПОЛЯ (POPULUS NIGRA L.) В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ..... 311

Махмұт Н.Ғ., Тасымбаева А.Т., Байгенжеева Р.Қ., Байбосынов Д.М.
АСТАНАДАҒЫ ҚЫЗЫЛШАНЫҢ ДИНАМИКАСЫ: РЕТРОСПЕКТИВТІ ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ (2019–2024 ЖЖ.) 315

Бекежанова Ж., Мирамбекова А., Мухамедьярова Д.
ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙДАҒЫ АНА МЕН НӘРЕСТЕ ӨЛІМ-ЖІТІМІ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ 321

ЗАҢ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ – ЮРИДИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ – LEGAL AND ECONOMIC SCIENCES

Шадрина Л.Ю.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В МАРКЕТИНГЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ 329

Баялиев Р.О.
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕАЭС И КАЗАХСТАНА 336

Құдабай С.Қ.
АНАЛИЗ ИМПЛЕМЕНТИРУЕМОСТИ ПРАКТИКИ ЕСПЧ ПО ЗАПРЕЩЕНИЮ ПЫТОК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН..... 340

ӘЛЕУМЕТТІК ЖӘНЕ ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ – SOCIAL AND HUMANITIES SCIENCES

Калиева Қ.Б.
ФУКО, БОДРИЙЯР И ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО: ПОСТМОДЕРНИСТСКИЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ..... 352

Бауыржан С.С.
ЖЕНЩИНЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ: ВКЛАД, ВЫЗОВЫ И ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕНДЕРНОГО РАВЕНСТВА..... 357

Абилкасим А.Б., Алданазаров Ә.Е.
ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ ЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В НАУКЕ И КУЛЬТУРЕ 362

Ысмағұл М.С., Жумабаев Т.К.
РОЛЬ НАУКИ В СОЦИАЛЬНЫХ И КУЛЬТУРНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЯХ: ВЛИЯНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННУЮ ЖИЗНЬ 369

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАР – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – BIOLOGICAL SCIENCES

Молдрахман А.С.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА КАПШАГАЙ..... 374

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

УДК 373.5

Азадбекова Зилола Улугбековна
Студент
Павлодарский педагогический университет
(г. Павлодар, Казахстан)

Научный руководитель: Каирова М.К.
кандидат филологических наук
Павлодарский педагогический университет
(г. Павлодар, Казахстан)

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ПУБЛИЦИСТИЧЕСКОМУ СТИЛЮ В ШКОЛЕ

Аннотация: В статье рассматриваются методы и приемы обучения публицистическому стилю в школьном обучении, подчеркивается значимость применения активных методов обучения, которые становятся одним из самых актуальных и передовых направлений в современной образовательной практике.

Ключевые слова: активные методы обучения. Публицистический стиль.

В условиях цифровой эпохи медийное пространство стало неотъемлемой частью жизни современного школьника, оказывая значительное влияние на его мировосприятие, формирование ценностей и коммуникативные навыки. Интернет, социальные сети, новостные порталы ежедневно формируют информационную картину мира, оказывая влияние на взгляды и поведение подрастающего поколения. В связи с этим становится особенно важным не только знакомство с публицистическим стилем, но и формирование у школьников способности к осмысленному восприятию и созданию текстов в этом стиле [1].

Публицистический стиль является одним из ключевых функциональных стилей современного русского языка, основная задача которого — воздействие на аудиторию, привлечение внимания к общественно значимым вопросам и формирование определенного мнения. Он объединяет элементы научного, официально-делового и художественного стилей, что делает его особенно выразительным и гибким в использовании.

Основными чертами публицистического стиля являются:

информативность — передача значимой и актуальной информации;

эмоционально-экспрессивная окраска — использование стилистических средств для усиления воздействия на аудиторию;

логичность и убедительность — последовательное изложение мыслей, наличие аргументации;

адресность — ориентация на массового читателя или конкретную целевую аудиторию.

В школьном обучении публицистический стиль играет важную роль, поскольку способствует развитию критического мышления, навыков аргументации и способности к

выразительному письменному и устному высказыванию. Освоение этого стиля позволяет ученикам не только анализировать газетные и журнальные статьи, репортажи, интервью, эссе, но и создавать собственные тексты, что является важным элементом их речевого развития [2].

Обучение публицистическому стилю в школе требует комплексного подхода, включающего как теоретическое знакомство с особенностями стиля, так и практическую работу с текстами. В педагогической практике можно выделить несколько основных методов, способствующих эффективному освоению публицистического стиля.

Объяснительно-иллюстративный метод*:* Этот метод предполагает разъяснение учителем теоретических основ публицистического стиля с последующей демонстрацией примеров из газетных и журнальных публикаций, телевидения, блогов и социальных сетей. Учитель объясняет особенности структуры и языка публицистического текста, а затем анализирует вместе с учениками примеры, выявляя характерные черты [3].

Проблемно-исследовательский метод*:* Этот метод направлен на развитие аналитических способностей учащихся, их умения самостоятельно исследовать особенности публицистических текстов. Школьникам предлагается находить примеры газетных или интернет-публикаций, анализировать их содержание, структуру, языковые особенности и делать выводы.

Коммуникативный *метод:* *Обучение* публицистическому стилю невозможно без активной речевой практики. Коммуникативный метод предполагает выполнение заданий, связанных с созданием собственных текстов, ведением дискуссий, интервьюированием, написанием заметок и статей.

С целью формирования навыков публицистического стиля у школьников среднего звена, было проведено добровольное и анонимное исследование учащихся 8 «Б» классе средней общеобразовательной школы.

В исследовании приняли участие 25 учащихся, класс является обычным, не лингвистическим [4].

К моменту проведения эксперимента восьмиклассники уже имели базовые знания о публицистическом стиле. В рамках исследования были организованы диагностическая работа, четыре занятия по освоению жанров публицистического стиля, в ходе которых использовались ситуативные задания, а также контрольная работа по итогам апробации, аналогичная диагностической.

На первом этапе исследования учащимся была предложена диагностическая работа, целью которой было оценить уровень их знаний о публицистическом стиле и его жанрах, а также проверить умения применять эти знания на практике. Работа состояла из теоретического задания, в котором ученики должны были вспомнить функциональные стили речи и особенности публицистического стиля. Практические задания оценивали способность учащихся определять стиль и жанр текста с обоснованием своего выбора. Задание 4 требовало редактирования текста в соответствии с требованиями жанра. Заключительное задание проверяло умение создавать текст определённого жанра.

В ходе анализа работ учащихся на констатирующем этапе были получены следующие результаты: 80% учеников правильно определили стиль и цель высказывания в публицистическом тексте, 20% допустили ошибки, смешав типы и стили речи. Все участники верно указали сферу применения публицистического стиля. Однако лишь 10% смогли точно назвать характерные языковые средства, такие как неопределённо-личные

и безличные предложения, фразеологизмы и сочетание книжной и разговорной речи. (Смотрим рисунок 1).

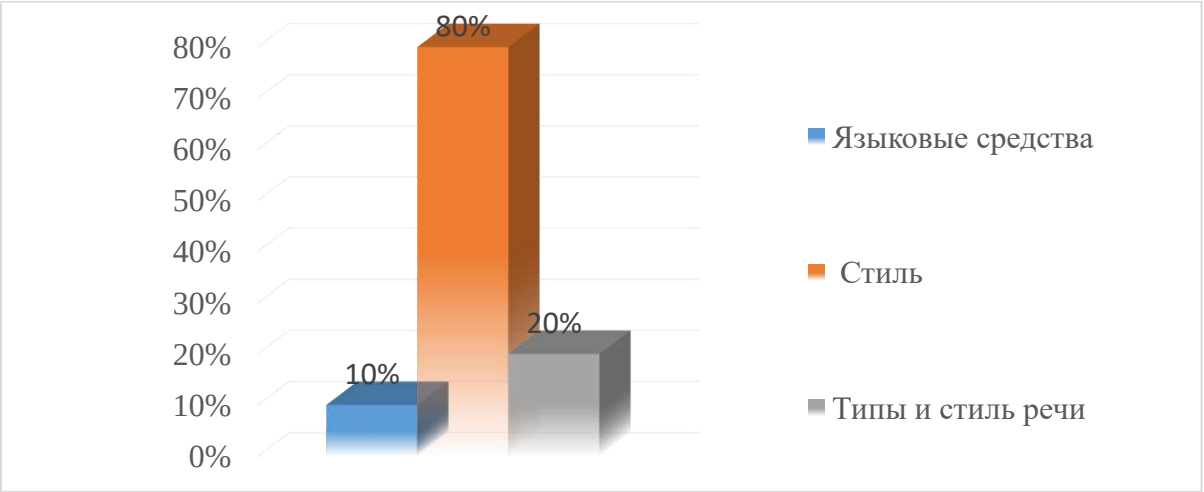


Рисунок -1 - Уровень знаний учащихся о публицистическом стиле и его жанрах

На следующем этапе работы было предпринято определение жанра текста репортажа и его редактирование, что явилось важным шагом на пути к совершенствованию письменных навыков учащихся. (Смотрим рисунок 2).

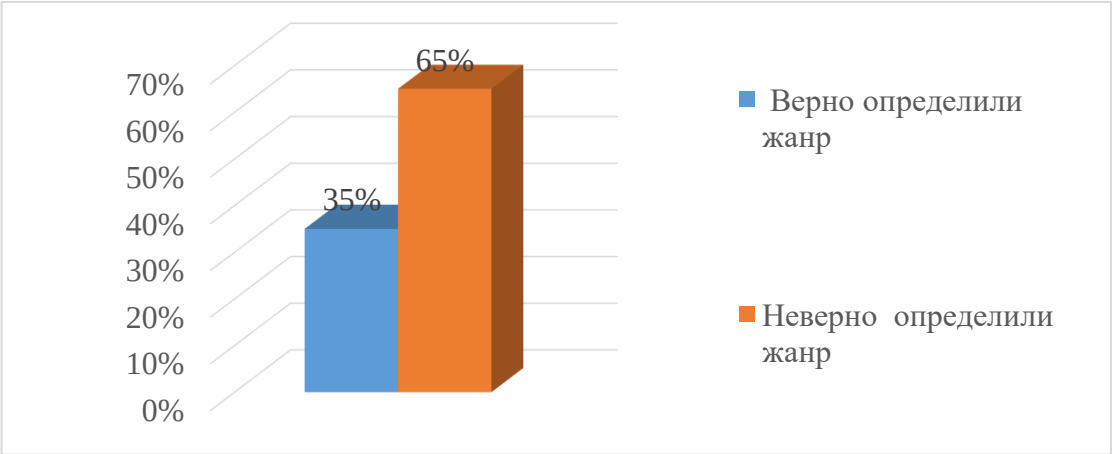


Рисунок- 2 - Ошибки при определении жанра

Результат: только семь человек или 35%, смогли успешно справиться с этой задачей. Это свидетельствует о сложности восприятия и освоения жанровых особенностей репортажа, а также указывает на необходимость более глубокой проработки темы в рамках учебного процесса. (Смотрим Рисунок 3).

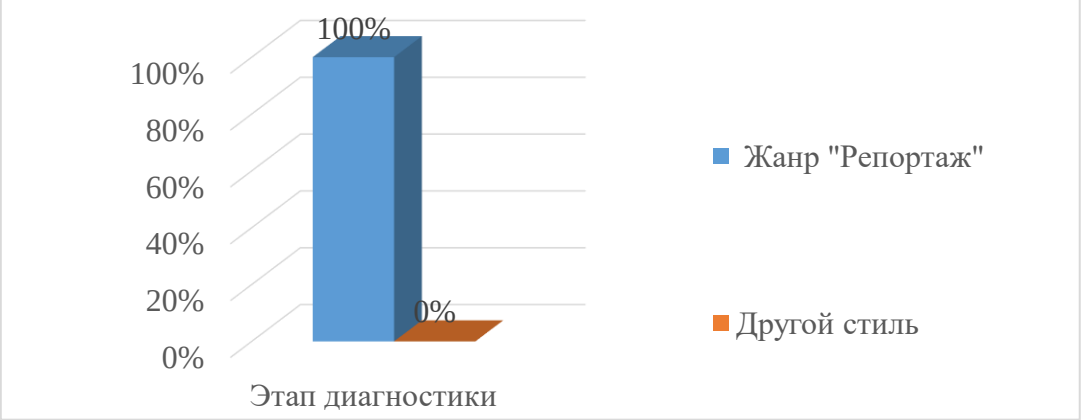


Рисунок -3- Создание собственного текста

В последнем задании все учащиеся или 100%, для создания собственного текста одного из жанров публицистического стиля выбрали «Репортаж». Однако с поставленной задачей справились только 6 человек или 30%. Анализ выполненных работ выявил значительные трудности у школьников в усвоении специфики жанра «Репортаж». Несмотря на то, что задания явно предполагали создание текста, соответствующего особенностям репортажной формы, большинство учеников склонялись к использованию конструкций, характерных для других жанров, таких как статья или объявление.

Для формирующего этапа эксперимента, исходя из результатов диагностической работы, было разработано занятие, направленное на актуализацию знаний о публицистическом стиле речи, а также три занятия с ситуативными заданиями, способствующие развитию навыков создания жанров публицистического стиля. Ниже представлены конспекты занятий, которые охватывают изучение жанров репортажа, интервью и новости в формате речитатива с использованием ситуативных упражнений. (Смотрим рисунок 4).

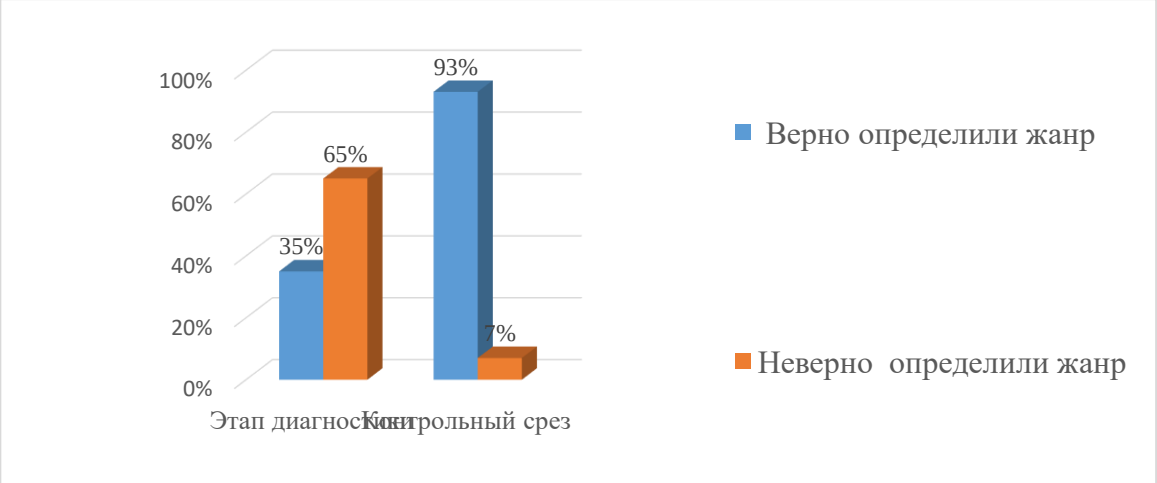


Рисунок - 4 - Ошибки при определении жанра

На диаграмме показано, что процент учащихся, неправильно определивших жанр текста, существенно уменьшился. На этапе контрольного среза лишь один участник допустил ошибку в определении жанра. Аргументируя принадлежность текста к определённому жанру, школьники уверенно выявляли его характерные признаки. Основными критериями для них стали композиционные и языковые особенности текста. (Смотрим рисунок 5).

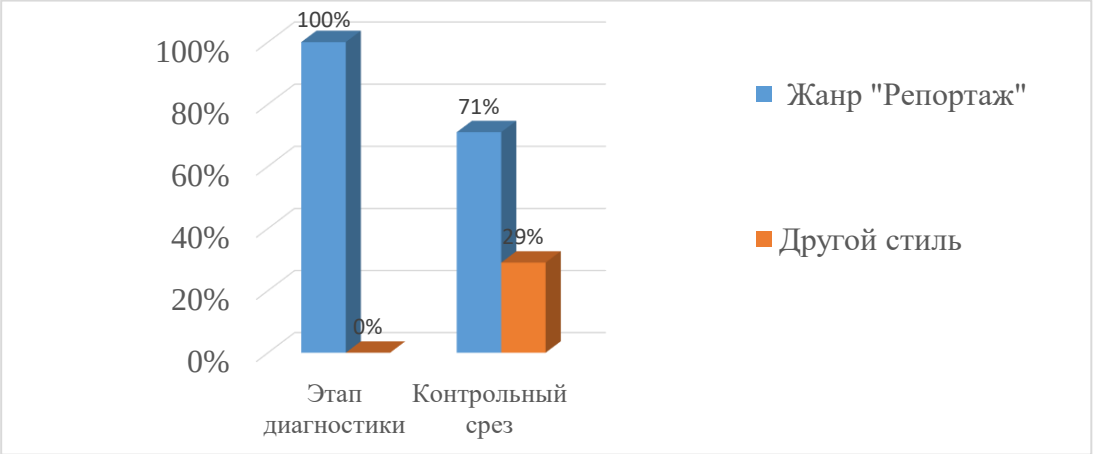


Рисунок – 5- Создание собственного текста

Готовность учащихся к созданию текстов в различных жанрах публицистического стиля значительно возросла. На контрольном этапе школьники стали выбирать не только жанр репортажа, но и жанр интервью. Это свидетельствует о том, что предложенная роль интервьюера вызвала у них интерес, а знания, полученные в ходе эксперимента, укрепили их уверенность в собственных силах. Результатом этого стало успешное создание собственных текстов, в которых они активно применили особенности жанра «интервью». (Смотрим рисунок 6).

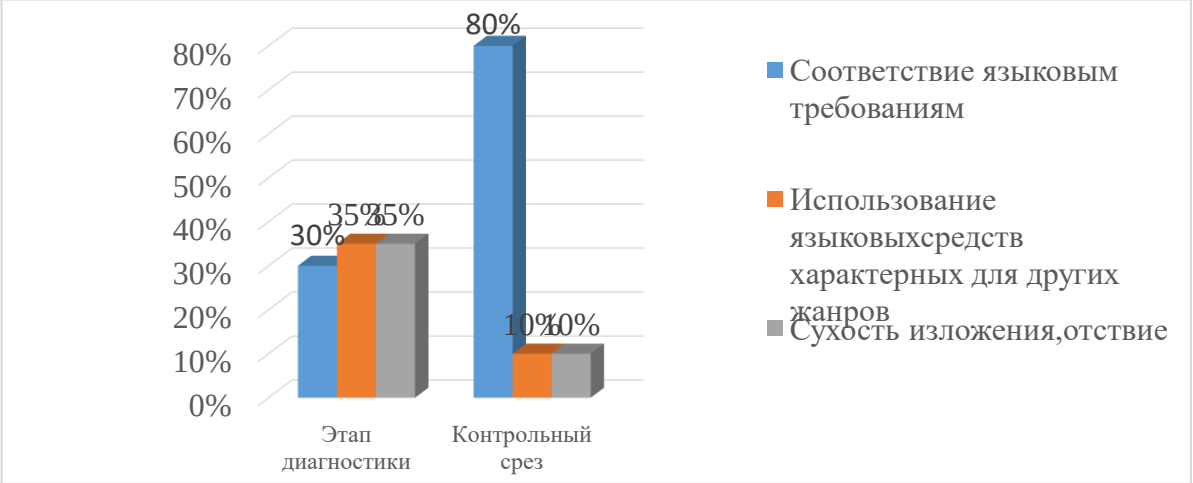


Рисунок - 6 - Соответствие языковым требованиям жанра

На этапе диагностики учащиеся сосредоточились на выборе жанра репортажа, что определило фокус анализа на его языковых особенностях. Результаты показали, что большинство текстов соответствуют жанровым требованиям: ученики используют характерные конструкции («Прямо сейчас мы находимся…», «На данный момент…»), глаголы настоящего времени для создания эффекта «прямого присутствия» и динамичности, а также прямые обращения («Дорогие друзья!», «Дамы и господа!»), что помогает установить контакт с аудиторией. В целом, соблюдена композиция жанра. (Смотрим рисунок 7).

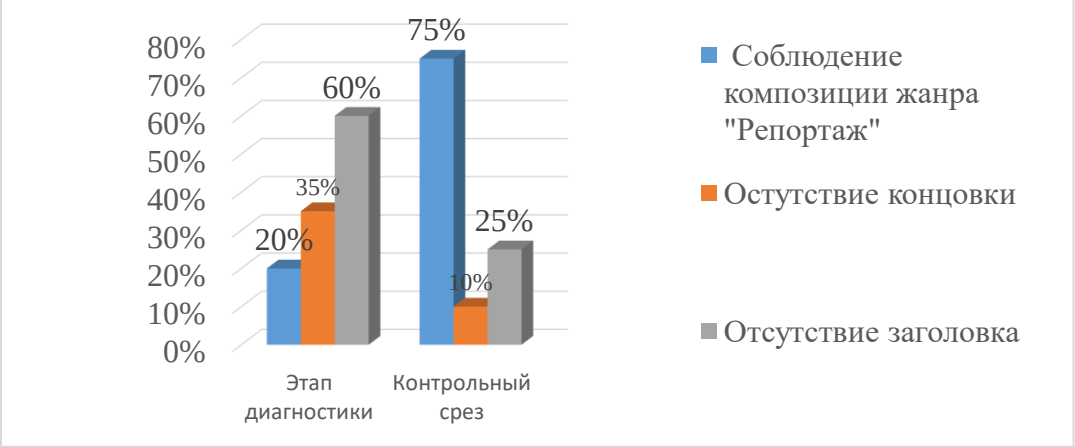


Рисунок -7 - Соблюдение композиции жанра

В ходе анализа репортажа было отмечено, что все композиционные элементы были учтены в работах, однако 25% учеников не включили заголовок, что характерно и для жанра интервью. Это может свидетельствовать о фокусе на основной части текста, игнорируя заголовок. Констатирующий эксперимент показал низкий интерес к жанру интервью, ошибки при определении жанров и недостаточное усвоение требований репортажа. В процессе формирующего эксперимента с ситуативными заданиями удалось повысить интерес к интервью, снизить ошибки при определении жанра и улучшить навыки написания текстов, соответствующих требованиям публицистического стиля.

Заключение: Изучение стилистики языка играет ключевую роль в подготовке грамотных и образованных людей, способных эффективно общаться в различных ситуациях. Одной из важнейших задач уроков по стилистике является формирование у школьников умения выбирать стиль речи в зависимости от ситуации. В этом контексте ситуативные задания становятся эффективным инструментом активизации учебной деятельности.

Наше исследование показало, что использование ситуативных заданий в обучении жанрам публицистического стиля способствует лучшему усвоению материала. Мы разработали и апробировали модель таких заданий для изучения заметок, репортажей, интервью и новостей. Эксперимент в СОШ № 14 города Павлодара подтвердил гипотезу: включение ситуативных заданий в процесс обучения помогает учащимся успешно осваивать жанры публицистического стиля и развивать необходимые навыки.

Список использованных источников

1. Василенко, В. А. Основы публицистики: Теория и практика. — Москва. 2023 (с 32)
2. Гальперин, И. Р. Стилистика русского языка. — Москва: Изд-во "Просвещение». (с 84)
3. Журавлев, М. И. Публицистика и медиа-коммуникации. — Москва: Изд-во "Флинта». (с16)
4. Кириллова, О. Н. Язык и культура: проблемы взаимодействия. — Санкт-Петербург.2022. (с 24)
5. Бекжанова, Л. М. Журналистика и публицистика в Казахстане: развитие и перспективы. — Алматы. 2024. (26).

УДК 373.5

Мавлантаева Гулчехра Арифжановна
Студент
Павлодарский педагогический университет
(г. Павлодар, Казахстан)

Научный руководитель: Каирова М.К.
кандидат филологических наук
Павлодарский педагогический университет
(г. Павлодар, Казахстан)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО РАЗВИТИЮ РЕЧИ УЧАЩИХСЯ

Аннотация. В статье рассматривается проблема использования инновационных технологий в развитии речевых навыков учащихся. В исследовании применялись цифровые, игровые и проектные технологии. Выявлено значительное улучшение речевых навыков в экспериментальной группе по сравнению с традиционными методами. Результаты подтверждают эффективность инновационных технологий в развитии речевых компетенций учащихся.

Ключевые слова: речевые навыки, инновационные технологии, образовательный процесс, цифровые инструменты, игровые технологии, проектный метод, речевая компетенция.

В условиях стремительного развития информационного общества и цифровизации всех сфер жизни актуальность проблемы формирования и развития речевых навыков учащихся приобретает особую значимость. Речь выступает не только как средство коммуникации, но и как инструмент познания, социализации и самореализации личности. Однако современная образовательная практика свидетельствует о снижении уровня речевой культуры учащихся, ограниченности их словарного запаса, неумении грамотно формулировать и выражать свои мысли.

Традиционные методы обучения, ориентированные преимущественно на репродуктивную деятельность, не всегда способны эффективно решать задачи развития речи в условиях информационного общества. Существующий разрыв между теоретическими знаниями учащихся о языке и их практическими речевыми навыками свидетельствует о недостаточной эффективности применяемых методик. Современная педагогическая наука и практика нуждаются в поиске и внедрении инновационных технологий, способных существенно повысить качество речевого развития школьников.

Объектом настоящего исследования выступает процесс развития речи учащихся основной школы, предметом – инновационные технологии как средство развития речевых навыков учащихся 7-х классов. Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальной проверке эффективности инновационных технологий в развитии речи учащихся. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Проанализировать научно-методическую литературу по проблеме развития речи учащихся.

2. Выявить и систематизировать инновационные технологии, способствующие развитию речевых навыков.

3. Разработать и апробировать комплекс упражнений с использованием инновационных технологий.

4. Экспериментально проверить эффективность разработанной методики.

5. Сформулировать методические рекомендации для учителей по применению инновационных технологий в развитии речи учащихся.

Проблема развития речевых навыков широко освещается в современной научной литературе. В работе Л.А. Савенковой [1] исследуются возможности использования цифровых технологий в развитии речи школьников среднего звена. Исследование Б.К. Мухаметжанова [2] посвящено вопросам применения игровых технологий в речевом развитии учащихся. В зарубежной литературе особый интерес представляет работа D. Nunan [3], в которой автор анализирует влияние проектных методов на развитие коммуникативных компетенций школьников.

Для проведения экспериментального исследования были выбраны три типа инновационных технологий: цифровые, игровые и проектные. Теоретическое обоснование данного выбора опирается на следующие положения:

Цифровые технологии обеспечивают мультимодальность восприятия информации, что способствует более эффективному усвоению речевых образцов и моделей [1, с. 43]. Применение цифровых инструментов позволяет создавать аутентичные коммуникативные ситуации, стимулирующие речевую активность учащихся. Кроме того, цифровые технологии дают возможность визуализировать процесс порождения речи, что особенно важно для развития связной монологической речи.

Игровые технологии создают мотивирующую среду для речевой практики, снижают психологические барьеры в коммуникации и способствуют автоматизации речевых навыков [2, с. 87]. В игровой деятельности происходит естественное усвоение речевых моделей, расширение словарного запаса и совершенствование грамматических навыков.

Проектные технологии обеспечивают интеграцию речевых умений в процессе решения практических задач, формируют навыки самостоятельного планирования речевого высказывания и развивают метакогнитивные умения [3, с. 112]. Проектная деятельность создает условия для развития всех видов речевой деятельности: чтения, письма, говорения и слушания в их естественной взаимосвязи.

Экспериментальное исследование проводилось на базе средней общеобразовательной школы. Группы были сформированы с учетом приблизительно равного уровня успеваемости и речевого развития учащихся.

Экспериментальное исследование включало три основных этапа: диагностический, формирующий и контрольный.

Диагностический этап был направлен на выявление исходного уровня развития речевых навыков учащихся. Для проведения диагностики использовался комплексный диагностический инструментарий, включающий:

1. Тест на определение объема словарного запаса (модифицированная методика М.Р. Львова).

2. Задание на составление связного текста по предложенной теме.

3. Устное монологическое высказывание по проблемному вопросу.

4. Диалогическое общение в парах на заданную тему.

Оценка уровня развития речевых навыков проводилась по следующим критериям:

- лексический компонент (богатство словаря, точность словоупотребления);
- грамматический компонент (правильность построения предложений, разнообразие синтаксических конструкций);
- стилистический компонент (соответствие стиля ситуации общения);
- логико-смысловой компонент (связность, последовательность, целостность высказывания);
- коммуникативный компонент (умение вести диалог, адекватно реагировать на реплики собеседника).

По каждому критерию выставлялась оценка от 1 до 5 баллов, таким образом, максимально возможная оценка составляла 25 баллов. На основании полученных результатов были выделены три уровня развития речевых навыков: низкий (1-10 баллов), средний (11-20 баллов) и высокий (21-25 баллов).

Формирующий этап эксперимента (предполагал реализацию системы уроков с использованием инновационных технологий в экспериментальной группе, в то время как в контрольной группе обучение проводилось с помощью традиционных методов.

Приведем пример конкретных упражнений, которые использовались в рамках формирующего эксперимента:

Упражнение 1. «Цифровая история» (применение технологии цифрового сторителлинга)

Цель: развитие навыков создания связного монологического высказывания.

Ход выполнения:

1. Учащиеся выбирают тему из предложенного списка (например, «Незабываемое приключение», «Человек, который меня вдохновляет», «Мое самое важное открытие»).
2. С помощью приложения Storybird создают цифровую историю, включающую текст и визуальные элементы.
3. Записывают аудиосопровождение к своей истории, работая над интонацией и выразительностью речи.
4. Представляют готовые истории классу, отвечают на вопросы одноклассников.
5. Проводят рефлексию, анализируя собственные речевые достижения и затруднения.

Упражнение 2. «Словесные дуэли» (применение игровой технологии)

Цель: развитие навыков аргументации и ведения диалога.

Ход выполнения:

1. Класс делится на пары. Каждой паре предлагается дискуссионный вопрос (например, «Нужно ли запретить использование мобильных телефонов в школе?»).
2. Один участник должен аргументировать позицию «за», другой – «против».
3. Каждому выступающему дается 2 минуты на представление своей позиции.
4. После выступлений участники задают друг другу по 2 вопроса, на которые необходимо ответить без подготовки.
5. Класс оценивает выступления по критериям: убедительность, логичность, разнообразие языковых средств, культура речи.

В контрольной группе занятия проводились с использованием традиционных методов обучения: работа с учебником, выполнение типовых упражнений, ответы на вопросы учителя, написание сочинений и изложений.

Для сбора и анализа данных использовались следующие методы:

- наблюдение за речевой деятельностью учащихся;

- анализ устных и письменных работ;
- тестирование (входное и итоговое);
- экспертная оценка речевых высказываний;
- статистическая обработка полученных результатов.

Контрольный этап был направлен на выявление изменений в уровне развития речевых навыков учащихся экспериментальной и контрольной групп. Для этого использовался тот же диагностический инструментарий, что и на начальном этапе исследования, но с измененным содержанием заданий. Полученные результаты подвергались статистическому анализу с использованием t-критерия Стьюдента для выявления достоверности различий.

Анализ результатов диагностического этапа показал, что исходный уровень развития речевых навыков учащихся в контрольной и экспериментальной группах существенно не различался. Распределение учащихся по уровням развития речевых навыков на начало эксперимента представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение учащихся по уровням развития речевых навыков на начало эксперимента

Уровень развития речевых навыков	**Контрольная группа**		**Экспериментальная группа**	
	Количество учащихся		Количество учащихся	
Высокий	3	2,5	4	5,4
Средний	15	2,5	16	1,5
Низкий	6	5,0	6	3,1

Как видно из таблицы 1, большинство учащихся обеих групп находились на среднем уровне развития речевых навыков. Средний балл в контрольной группе составил 15,8, в экспериментальной – 16,2 (разница статистически не значима при $p \leq 0,05$).

По итогам формирующего эксперимента было проведено повторное диагностическое исследование, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение учащихся по уровням развития речевых навыков на конец эксперимента

Уровень развития речевых навыков	**Контрольная группа**		**Экспериментальная группа**	
	Количество учащихся		Количество учащихся	
Высокий	4	6,7	10	8,5
Средний	16	6,6	14	3,8
Низкий	4	6,7	2	,7

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о значительных изменениях в уровне развития речевых навыков учащихся экспериментальной группы. Количество учащихся с высоким уровнем увеличилось на 23,1%, в то время как количество учащихся с низким уровнем сократилось на 15,4%. В контрольной группе также наблюдались положительные изменения, но они были менее выражены: количество учащихся с высоким уровнем увеличилось на 4,2%, с низким уровнем – сократилось на 8,3%.

Средний балл в контрольной группе к концу эксперимента составил 17,2, в экспериментальной – 20,8. Разница в средних баллах является статистически значимой ($t = 3,64$ при $p \leq 0,01$).

Качественный анализ речевых высказываний учащихся экспериментальной группы позволил выявить следующие положительные изменения:

1. Обогащение словарного запаса, более точное и уместное употребление слов. Например, в устных высказываниях учащихся стали чаще встречаться языковые средства выразительности (эпитеты, метафоры, сравнения).

2. Повышение логичности и связности высказываний. Учащиеся стали более осознанно использовать средства связи между частями текста, четче структурировать свои выступления, выделять вступление, основную часть и заключение.

3. Улучшение коммуникативных умений: более уверенное ведение диалога, адекватное реагирование на реплики собеседника, использование различных коммуникативных стратегий.

Приведем конкретные примеры качественных изменений в речи учащихся.

Пример 1. Учащийся А. (экспериментальная группа)

До эксперимента: «Я считаю, что мобильные телефоны в школе нужны. Потому что они полезные. Можно позвонить родителям или найти информацию. Но некоторые ученики играют на уроках и это плохо».

После эксперимента: «На мой взгляд, использование мобильных телефонов в школе имеет как положительные, так и отрицательные стороны. С одной стороны, смартфоны предоставляют доступ к образовательным ресурсам и обеспечивают связь с родителями в экстренных ситуациях. С другой стороны, они часто отвлекают от учебного процесса. Я считаю, что разумным решением было бы разработать четкие правила использования гаджетов, которые позволят извлечь пользу и минимизировать вред».

Пример 2. Учащаяся Б. (экспериментальная группа)

До эксперимента: Диалог характеризовался односложными ответами, частыми паузами, отсутствием инициативы в развитии темы.

После эксперимента: В диалоге стали присутствовать элементы активного слушания, уточняющие вопросы, развернутые аргументированные ответы, инициативное развитие темы.

Оценка эффективности примененных инновационных технологий показала, что наиболее результативными в развитии речевых навыков оказались:

1. Среди цифровых технологий – цифровой сторителлинг и создание подкастов.
2. Среди игровых технологий – коммуникативные игры и речевые дуэли.
3. Среди проектных технологий – творческие проекты с публичной презентацией результатов.

Анализ результатов экспериментального исследования позволяет сделать вывод о том, что целенаправленное и систематическое использование инновационных

технологий существенно повышает эффективность работы по развитию речи учащихся. Полученные данные свидетельствуют о положительной динамике всех компонентов речевых навыков у учащихся экспериментальной группы по сравнению с контрольной.

Проведенное исследование было направлено на выявление эффективности инновационных технологий в развитии речи учащихся основной школы. На основе теоретического анализа научно-методической литературы и результатов экспериментальной работы можно сформулировать следующие выводы:

1. Развитие речи учащихся является комплексным процессом, направленным на формирование умений воспринимать и порождать речевые высказывания в различных коммуникативных ситуациях. Традиционные методы обучения не всегда обеспечивают эффективное развитие речевых навыков в современных условиях, что обусловливает необходимость внедрения инновационных технологий.

2. Инновационные технологии (цифровые, игровые, проектные) создают условия для активизации речевой деятельности учащихся, повышения их мотивации к совершенствованию речевых навыков, формирования коммуникативной компетенции.

3. Результаты экспериментального исследования подтвердили высокую эффективность использования инновационных технологий в развитии речи учащихся. В экспериментальной группе наблюдалась значительная положительная динамика по всем критериям оценки речевых навыков, в то время как в контрольной группе, где применялись традиционные методы обучения, изменения были менее выражены.

4. Наиболее эффективными в развитии речевых навыков оказались технологии, предполагающие активную речевую практику в условиях, приближенных к реальной коммуникации (создание подкастов, коммуникативные игры, творческие проекты с публичной презентацией).

На основе полученных результатов можно сформулировать следующие практические рекомендации для учителей:

1. Интегрировать инновационные технологии в процесс обучения не как отдельные «интересные» элементы урока, а как системный компонент методики развития речи.

2. Сочетать различные виды инновационных технологий (цифровые, игровые, проектные) для комплексного развития всех компонентов речевых навыков.

3. Обеспечивать регулярную рефлексию учащимися собственной речевой деятельности, формировать навыки самооценки и взаимооценки речевых высказываний.

4. Создавать на уроках коммуникативные ситуации, значимые для учащихся, стимулирующие их речевую активность и творчество.

5. Использовать потенциал цифровых технологий не только как средство наглядности, но и как инструмент создания речевых продуктов (подкастов, цифровых историй, видеовыступлений).

К ограничениям проведенного исследования можно отнести небольшую выборку участников и относительно короткий период экспериментальной работы. Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением влияния инновационных технологий на развитие речи учащихся разных возрастных групп, разработкой дифференцированных подходов к использованию инновационных технологий в зависимости от индивидуальных особенностей учащихся, исследованием долгосрочных эффектов применения инновационных технологий в развитии речи.

Список использованных источников

1. Савенкова Л.А. Цифровые технологии в развитии речи школьников: теория и практика: монография. - М.: Просвещение, 2020. - 178 с.

2. Мухаметжанов Б.К. Игровые технологии в контексте развития речевых компетенций учащихся основной школы // Педагогическое образование и наука. - 2021. - № 3. - С. 85-92.

3. Nunan D. Technology-Enhanced Project Based Learning inthe Language Classroom // TESOL Journal. - 2022. - Vol. 13, № 2. - P. 108-119.

4. Антонова Е.С. Методика обучения русскому языку: коммуникативно-деятельностный подход. - М.: КНОРУС, 2019. - 464 с.

УДК 373.5

Зулкайнарова Зарина Улугбековна
Студент
Павлодарский педагогический университет
(г. Павлодар, Казахстан)

Научный руководитель: Андрющенко О.К.
кандидат филологических наук, ассоциированный профессор
Павлодарский педагогический университет
(г. Павлодар, Казахстан)

СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В ГАЗЕТНЫХ ЗАГОЛОВКАХ

Аннотация: В статье рассматривается специфика функционирования трансформированных фразеологических единиц в заголовках казахстанских газет. Анализ базируется на корпусе из 50 заголовков, отобранных методом сплошной выборки из периодических изданий «Время», «Тасжарған» и «Республика» за период с сентября 2023 по февраль 2024 года. Методологическую основу составляют методы качественного и количественного анализа, включая интерпретацию текстов и контент-анализ.

Ключевые слова: трансформация фразеологических единиц, газетный заголовок, языковые единицы

Язык газетных заголовков представляет собой особую сферу функционирования языковых единиц, в которой на первый план выходит экспрессивность, лаконичность и воздействие на читателя. Одним из выразительных средств, активно используемых в заголовках, являются фразеологизмы — устойчивые словосочетания, обладающие яркой образностью и эмоциональной окрашенностью. Однако в условиях медиадискурса традиционные фразеологизмы нередко подвергаются различным видам трансформации: компонентной замене, вставке, усечению, контаминации и другим приёмам. Эти изменения не только сохраняют узнаваемость исходного выражения, но и придают ему новую смысловую нагрузку, адаптированную под конкретный информационный повод.

«Трансформация фразеологических единиц — это любое отклонение от общепринятой нормы, закреплённой в лингвистической литературе, а также в словарях»[1].

Трансформированные фразеологизмы позволяют заголовкам становиться более динамичными, ироничными, интригующими, они играют роль своеобразного «крючка», призванного привлечь внимание читателя в условиях информационной перегрузки. Анализ подобных языковых единиц позволяет проследить не только тенденции развития современной публицистики, но и выявить особенности речевого творчества журналистов, механизмов речевого воздействия и взаимодействия с читательской аудиторией.

Актуальность данной темы обусловлена стремительным развитием медиапейзажа и изменениями в языковой практике. В условиях глобализации и интернационализации медийного контента, фразеологические единицы становятся не только средством передачи информации, но и инструментом формирования общественного мнения. Авторская трансформация фразеологических единиц в СМИ позволяет журналистам и

авторам контента адаптировать язык к требованиям времени, создавая оригинальные и запоминающиеся формулировки, которые могут эффективно донести мысль до аудитории.

Научная новизна исследования заключается в том, что авторская трансформация фразеологических единиц в СМИ как феномен еще недостаточно изучена. Существующие исследования часто сосредотачиваются на отдельных аспектах фразеологии или медийного языка, однако комплексный подход к анализу трансформации фразеологических единиц остается открытым для дальнейшего изучения.

Цель данного исследования заключается в анализе авторской трансформации фразеологических единиц в современных СМИ.

Объектом исследования являются фразеологические единицы, используемые в современных СМИ, а предметом — авторская трансформация этих единиц.

Гипотеза исследования заключается в том, что авторская трансформация фразеологических единиц в СМИ способствует более глубокому пониманию культурных и социальных контекстов, помогая формировать общекультурную компетенцию аудитории.

Результаты исследования

В результате анализа трансформированных фразеологических единиц в заголовках казахстанских изданий «Время», «Тасжарған» и «Республика» было установлено, что трансформация является устойчивым и широко распространённым приёмом создания выразительных заголовков в современной журналистике. Наиболее частотным способом трансформации выступает замена одного из компонентов фразеологизма. Такая замена может быть как семантически, фонетически, графически мотивированной, так и основанной исключительно на авторском замысле и содержании статьи.

Часто фиксировались случаи замены нескольких слов, вставки уточняющих слов, буквализации (буквального переосмысления) отдельных элементов, изменения грамматических форм и синтаксических конструкций, а также трансформации цели высказывания (перехода от утверждения к вопросу). Зачастую такие преобразования сопровождались одновременным использованием нескольких стилистических и лексических приёмов, что придавало заголовку особую выразительность и повышало его коммуникативную эффективность.

Выявлено, что трансформация фразеологизмов выполняет не только эстетическую или рекламную функцию, привлекая внимание читателя, но также способствует скрытому воздействию на восприятие информации. Особенно ярко это проявляется в заголовках аналитических и публицистических текстов, где трансформированные фразеологизмы становятся инструментом языковой манипуляции — имплицитного внушения авторской оценки или отношения к описываемому явлению.

Методологической основой исследования послужат методы качественного и количественного анализа, включая контент-анализ, сравнительный анализ и интерпретацию текстов. Практическая база экспериментального этапа основывается на анализе казахстанских периодических изданий «Время», «Тасжарған» и «Республика». Нами были отобраны заголовки, которые содержат в своем составе трансформированные фразеологизмы. В корпус контекстов вошло 50 заголовков из четырех выпусков газеты «Время», трех выпусков газеты «Тасжарған», а также шести еженедельных и одного ежедневного выпуска «Республики» за период с сентября 2023 года по февраль 2024 года. Мы не ограничивали себя рамками конкретного жанра, анализируя заголовки

новостных заметок, интервью, репортажей, аналитических статей и т.д., избегая лишь заголовков рекламных заметок. Составление списка заголовков производилось методом сплошной выборки.

В газете «Тасжарған», которая позиционируется как более качественная пресса (так как является официальным государственным изданием Республики Казахстан), заголовки более разнообразны и богаты с лингвистической точки зрения, чем в «Время», среди них чаще попадались как «классические», так и трансформированные фразеологизмы. Один из самых частотных видов трансформации, встретившихся нам в процессе подбора материала, замена одного компонента другим. Например, в заголовке «*Сам себе товаровед*» угадывается очень продуктивная идиома *сам себе хозяин* (ср. название телешоу «*Сам себе режиссер*»). При трансформациях такого типа не происходит резких изменений эмоционального плана, основной упор делается именно на семантику одного из элементов (основное значение единицы: «Совершенно независимый, самостоятельный человек, который волен поступать так, как ему хочется».

Аналогичную ситуацию мы наблюдаем с заголовком «*Возвращение блудной жены*», который отсылает нас к изначально библейскому *возвращению блудного сына*, который может по желанию автора превращаться в попугая (название советского мультфильма «Возвращение блудного попугая»), дочь, мужа… Один из словарей объясняет выражение следующим образом: «Сын, вышедший из повиновения отцу; употребляется в значении: человек беспутный, нравственно нестойкий, но чаще в значении: раскаявшийся в своих заблуждениях» [3]. В такие трансформации вложен минимальный объем авторской мысли, так как их начальная часть («*сам себе*…», «*возвращение блудного*…») не без влияния телевидения находится на пути к фразеологизации (хотя вряд ли можно назвать их уже сложившимися идиомами, поэтому в данной работе мы рассматриваем их в качестве трансформированных единиц). Данные крылатые выражения, паремии, афоризмы столь часто употребляются с заменой одного из компонентов, что можно говорить не о производимости трансформированного фразеологизма, а о воспроизводимости его начальной части, к которой, в зависимости от ситуации, присоединяются различные компоненты. А воспроизводимость является одним из главных признаков фразеологической единицы, тогда как производимость признаком, напротив, трансформации.

Рассмотрим несколько заголовков, которые тоже основаны на замене одной из лексем фразеологизма, но замене принципиально другого типа. Заголовок «*Между молотом и вкладчиком*» образован от идиомы *между молотом и наковальней* (в статье говорится о том, что имущество банкиров, скрывающихся от уплаты долгов, будет продано с молотка для расчета с обманутыми клиентами). Можно выделить следующее значение единицы:

«В тяжёлом положении, когда опасность или неприятность угрожают с двух сторон». Здесь можно говорить о настоящей словесной игре, так как использование единицы таким способом не является стандартным, типичным, его закрепление в языке вряд ли возможно благодаря уникальности, прецедентности ситуации. В отличие от предыдущих примеров, здесь кардинальным образом меняется общий смысл всего выражения. Молоток аукциониста оказывается названным поэтическим словом *молот* меняется денотат. Замена возможна благодаря сходству первоначального денотата с тем, который упоминается в трансформированном заголовке (по сути, это разновидности одного и того же предмета, которые имеют схожие однокоренные названия).

В одном из заголовков «Республики» нами был обнаружен пример вставки уточняющего слова: «*Ваша социальная карта в автобусе бита*» (*ваша карта бита*). Отметим, что вариацию того же фразеологизма мы обнаружили в заголовке «Тасжарған»: «*Ваша карта бита. Куда обращаться, если с банковской карты приставы списали лишние деньги*». Это говорит о продуктивности данной единицы, хотя здесь показательна разница в использованных языковых средствах: вставка и метафора в первом случае, во втором только метафора.

Интересен также прием замены одной грамматической формы на другую, который полностью искажает семантику идиомы: «*Полных вперед!*» (*полный вперед*). Смена формы прилагательного с именительного падежа единственного числа на родительный падеж множественного влечет за собой использование слова в другом значении: не «достигающий предела, наивысший», а «толстый, тучный».

Заголовок «Глянем в зубы «железному коню»!» содержит в себе отсылку к образу фразеологизма (дареному коню в зубы не смотрят (не заглядывают)), в чем и заключается трансформация. Здесь не сохранена синтаксическая конструкция и значение, но соблюдена метафора, лежащая в основе образа, и сохранены некоторые лексемы. Метафора фразеологизма сравнение претензий к подарку с претензиями к качеству зубов коня, преподнесенного в качестве подарка. Однако в данной трансформации в эту метафору вторгается другая распространенная метафора, которая сопоставляет автомобиль с железным конем. Меняется и моральный посыл за счет утраты частицы не: негативная оценка превращается, напротив, в призыв. Все эти приемы в совокупности играют на создание определенного эффекта, который производит на читателя заголовок.

«Время», «Тасжарған» и «Республика» и выяснили, что наиболее частотным приемом является замена. Замещающая лексема связана с замещаемой семантически, фонетически или графически, либо замена происходит произвольно, с опорой исключительно на смысл самого текста. Кроме этого, активно используется замена одних грамматических форм на другие, замена нескольких слов в сочетании, буквализация, вставка слова, кардинально меняющего смысл единицы в середине или начале фразеологизма, изменение цели высказывания (нам попадались исключительно случаи перехода утвердительного высказывания в вопросительное**,** т.к. фразеологизм существует преимущественно именно в утвердительной форме). Часто нельзя сказать, какой именно языковой прием создает яркий образ, созданный автором заголовка, потому что используется одновременно несколько средств (например, фонетическое и графическое сходство и близость семантики либо словотворчество при замене, буквализация и замена, замена одного компонента и изменение семантики другого и др.)

Оценка, как известно, может быть явной, открытой, но может быть и скрытой, завуалированной. Современная журналистика больше тяготеет к завуалированному, имплицитному, манипулированию массовым сознанием, незаметно навязывая аудитории идеи, ценности, мнения журналиста или целого издания, для чего употребляются различные средства.

Использование скрытых возможностей языка для навязывания аудитории определенной эмоциональной реакции, намерения, отношения к действительности, ее оценки относится к языковому манипулированию.

Одним из эффективных средств языкового манипулирования является трансформация фразеологических единиц. Особенно часто этот прием используется в

заголовках газетных публикаций. Заголовок служит своеобразным компасом, помогающим читателю выбрать необходимые, интересные материалы.

В заголовке, представляющем конденсированное содержание текста, это содержание передается в закодированном виде: «Совершенно очевидно, что декодирование информации представленных заголовков требует определенных интертекстуальных знаний, которые синтезируют семантическую и культурную память. С позиций когнитивной лингвистики признается, что при этом в ментальности индивида активизируются когнитивные схемы, подобные фрейму (гештальту, скрипту, сценарию), для установления того прототипического элемента, который должен стать ключом, вскрывающим языковой код». Таким фреймом может служить и фразеологическая единица.

Привычные фразеологические единицы в качестве газетного заглавия привлекают внимание читателя, однако способны восприниматься как штампы в силу их обобщающего характера. Как отмечает Ж. Вардзелашвили, «выделенное значение будет актуально именно при данном соположении языковых единиц, которые реализуются в конкретном речевом акте и в конкретных обстоятельствах» [2]

Актуализации значения фразеологической единицы в качестве заголовка способствует их трансформация. Малейшее отклонение от привычного облика фразеологизма обостряет внимание читателя, выделяя такое заглавие среди других названий публицистических материалов, уточняет содержание этой публикации, делает его наиболее актуальным.

Если газетная публикация носит чисто информационный характер, то трансформированные фразеологические единицы выполняют лишь рекламную функцию, служа лишь для привлечения внимания читателя к публикуемому материалу, демонстрируя стремление автора к оригинальному способу подачи сообщения.

Трансформация достигается различными способами: эллипсисом компонента фразеологизма-этимона («Ловись, рыбка»), субституцией компонента, как в заголовке «Кровный день календаря», где прилагательное «красный» фразеологизма-этимона заменено прилагательным «кровный», семантическим изменением, как в заголовке «Скатертью дорога». Как свидетельствуют словари, фразеологизм «скатертью дорога» – это ироничное, даже грубое предложение уйти (=иди отсюда!). В газетной же статье фразеологизм-этимон приобретает значение сравнения, так как говорится о ровной, широкой, удобной дороге.

Очень интересна трансформация фразеологизма «и швец, и жнец, и на дуде игрец», в котором образно характеризуется человек, обладающий разнообразными способностями. Замена апеллятива «швец» паронимичным собственным именем, фамилией директора холдинга Николая Швеца, а словосочетания «на дуде игрец» сочетанием «все остальные» лишает фразеологическую единицу первоначального образного смысла и наполнят ее содержанием перечисления участников встречи с президентом республики, зато эффективно выполняет рекламную функцию.

Значительно сложнее роль трансформированных фразеологических единиц в заголовках текстов, представляющих рассуждения автора по поводу тех или иных событий, важных для страны, республики и ее граждан; они не только информируют о чем-либо, но и ориентируют читателя на восприятие содержания публикации, то есть представляют собой языковую манипуляцию.

Вывод

Проведённое исследование показало, что трансформация фразеологических единиц в газетных заголовках является мощным инструментом воздействия на читательское восприятие. В условиях современной медиакоммуникации, где заголовок играет ключевую роль в привлечении внимания аудитории, трансформированные фразеологизмы обеспечивают не только экспрессивность и оригинальность, но и выполняют важную когнитивную и манипулятивную функции. Они позволяют автору закодировать собственную оценку событий, создать эффект узнавания и в то же время — удивления, вызвать определённую эмоциональную реакцию, активизировать культурную и языковую память читателя.

Таким образом, трансформация становится не просто стилистическим приёмом, а средством смыслового и прагматического моделирования текста. Это подчёркивает необходимость дальнейшего изучения данного явления в контексте когнитивной лингвистики, медиалингвистики и прагматики речи.

Список источников:

1. Гусейнова Т. С. *Трансформация фразеологических единиц как способ реализации газетной экспрессии*: дис. … канд. филол. наук. — М., 2004.

2. 1. Вардзелашвили Ж. А. Заголовок в сред ствах массовой информации как средство воз действия на сознание личности [Электронный ре сурс] / Режим доступа: http://vjanetta.narod.ru /page_7.htm (дата обращения 10.04.2017).

3. Серов В. В. Энциклопедический словарь крылатых слов и выражений. — 2-е изд. — М.: Локид-Пресс, 2005. — 880 с.

UDC 37.02

Zholmakhan Perizat Muratkyzy
master's student,
Miras University
(Shymkent, Kazakhstan)

TEACHING ENGLISH IN MULTILINGUAL CLASSROOMS: CHALLENGES AND STRATEGIES

Abstract: Teaching English in multilingual classrooms presents unique challenges for educators, particularly in terms of language barriers, cultural diversity, and varying proficiency levels. This article explores these challenges and offers strategies to enhance learning experiences for students. By focusing on inclusive teaching methods, it aims to support effective language development.

Key words: Engagement, multilingualism, communicative competence, language diversity, ESL (English as a Second Language), teaching strategies, educational inclusivity, language barriers, bilingualism, cultural diversity.

Multilingual classes in many parts of the world are increasingly becoming the norm rather than the exception, especially with increasing globalization and migration. In such classes, students often speak different native languages and have different cultural backgrounds, which creates a favorable learning environment. However, teaching English to such a diverse group presents a number of challenges for educators. These problems include differences in language proficiency, different levels of education, and cultural differences that can affect students' attitudes to learning and communication styles. At the same time, multilingualism provides an opportunity to promote a deeper understanding of the language acquisition process and to develop more inclusive, adaptable teaching methods.

A multilingual classroom refers to an educational setting where students come from diverse linguistic backgrounds and speak different languages. These classrooms often include learners who speak various native languages and are learning a common language, such as English, as a second or foreign language.

In the Russian methodological literature, the term "multilingualism", as a process of mastering "multilingual competence", appeared relatively recently [1], and in the electronic dictionary of the French language of the 19th-20th centuries, the term "multilinguism" is defined as "the state of an individual or a linguistic community in which three or more different languages are used simultaneously" [2].

However, researchers in scientific papers often replace "multilingualism" with similar terms, for example: "bilingualism", "trilingualism", "multilingualism", "polyglossia", etc.

According to the reference literature, multilingualism (multilingualism, multilingualism) is:

1) The use of several languages within a certain social community (state);

2) The use of several languages by an individual (group of people), each of which is selected in accordance with a specific communicative situation [3]. From this two-digit definition, it can be seen that multilingualism is either a state language policy or a personal choice of specific people, regardless of the linguistic situation in society. The introduction of multilingual programs into the educational process has increased the importance of

multilingualism as a bottom-up process, as a personal choice of parents or young people who want to integrate more successfully into a multicultural and multilingual world.

Indeed, previously the concept of "multilingualism" was considered as an enlarged version of bilingualism, and the outstanding linguist E. Haugen called it "multiple bilingualism" [4] and pointed out that "bilingualism" should include "active, fully equal command of two languages" [5].

But according to the scientific definitions of recent years, "multilingualism" is "the coexistence, contact and interaction of different languages, while coexistence can occur at the level of society or at the individual level" [6].

The psychological mechanisms of educational multilingualism, which is formed in the context of organized language acquisition as a system in secondary/ higher education, differ from the psychological mechanisms of natural multilingualism, which arises and develops in a linguistic environment under the influence of many, often spontaneously acting factors. Educational multilingualism, unlike natural multilingualism, is limited in nature and should be based on awareness of the language system in general and on the ability to identify common and specific features in each of the specific languages [7].

According to L.M. Malykh, people who speak several languages have a number of cognitive advantages, as they solve tasks related to attention, memory and flexibility of thinking more effectively. In addition, multilingualism improves executive functions such as planning and attention switching. Professional knowledge of several languages expands career opportunities and opens up wide opportunities for cooperation with foreign partners. In many industries, such as business, tourism, and international relations, a multilingual environment is a valuable asset. Culturally, multilingualism allows people to better understand and appreciate other cultures, gain access to world literature and art, travel and explore new places. This contributes to the expansion of horizons, the development of tolerance and mutual understanding between peoples [8].

The diversity inherent in multilingual classrooms brings both opportunities and challenges for teachers. One of the primary challenges is language proficiency. Students in multilingual classrooms come with varying levels of English proficiency, ranging from beginners to advanced learners. This wide range of skill levels can make it difficult for teachers to create a lesson plan that meets the needs of all students. In some cases, students may struggle to understand basic instructions or engage in class discussions, while others may already have a strong grasp of the language and require more advanced material. The diversity in proficiency levels can lead to frustration and a sense of isolation for students who are less proficient, potentially impacting their motivation to learn.

Another significant challenge is the cultural diversity of multilingual classrooms. Students from different cultural backgrounds may have different expectations, attitudes, and learning styles, which can affect how they approach language learning. For instance, some cultures may place a higher emphasis on rote memorization, while others may value collaborative learning and critical thinking. This cultural variance can make it challenging to create a uniform teaching strategy that resonates with all students. Additionally, students may bring with them distinct communication styles, such as the level of formality in language use or the ways in which they interact with teachers and peers. These differences can sometimes lead to misunderstandings or misinterpretations in classroom interactions.

The emotional and psychological barriers that multilingual learners face can also pose challenges. Students who are not yet proficient in English may experience feelings of anxiety,

embarrassment, or frustration when they are unable to communicate effectively. In some cases, these emotional hurdles can result in a lack of confidence and lower engagement in the classroom. Furthermore, students may feel disconnected from their peers, especially if they are unable to fully participate in group activities or social conversations due to language barriers. This can have a detrimental effect on their overall academic and social development.

Finally, teacher preparedness plays a crucial role in how effectively English is taught in multilingual classrooms. Not all teachers are equipped with the necessary skills to address the specific needs of multilingual learners. Effective language teaching in such contexts requires understanding second language acquisition theories, being aware of cultural nuances, and adapting instructional strategies to accommodate a wide range of learner profiles. Without adequate training, teachers may struggle to create an inclusive and supportive learning environment, which is essential for the success of multilingual students.

Effective Methods for Teaching English in Multilingual Classrooms Given the challenges faced in multilingual classrooms, it is essential to adopt teaching strategies that are inclusive, flexible, and responsive to the diverse needs of students. One effective method is scaffolding, which involves providing temporary support to students as they progress in their learning. Scaffolding can take many forms, such as using visual aids, providing sentence starters, or offering simplified instructions. As students gain more confidence and proficiency in English, the level of support is gradually reduced. This approach allows students to build their language skills at their own pace while ensuring that they are not overwhelmed by complex tasks.

Another important strategy is differentiated instruction, where teachers adapt their teaching methods to cater to the varying needs of students. This might involve offering different levels of reading materials based on students' language proficiency, using collaborative learning activities that allow more proficient students to support less proficient ones, or using technology to provide personalized learning experiences. For example, digital platforms such as Duolingo or Kahoot! allow students to practice English through interactive games and exercises that cater to different levels of proficiency, providing immediate feedback and allowing learners to progress at their own pace. Differentiation can help create a more inclusive classroom environment where all students feel supported and challenged according to their individual needs.

Another strategy is task-based language teaching (TBLT), which emphasizes using real-world tasks to teach English. In this approach, students engage in activities such as problem-solving, role-playing, and collaborative projects that simulate real-life situations. By using authentic tasks, students are encouraged to use English in meaningful contexts, helping them to develop practical language skills that can be applied outside of the classroom. This approach fosters active participation and motivates students to communicate and collaborate, enhancing both their language and social skills.

Cultural Responsiveness is also an important consideration in teaching English in multilingual classrooms. Teachers need to acknowledge and celebrate the cultural diversity of their students by incorporating multicultural content into lessons. By doing so, students feel valued and understood, which can improve their engagement and self-esteem. For example, literature from different cultures, songs, and history lessons can be used to enrich English language learning and make students feel more connected to the material. Furthermore, teachers should strive to create an environment of cultural inclusivity, where students feel comfortable sharing their cultural experiences and perspectives. This not only enriches the classroom

experience but also fosters an appreciation of diversity and promotes intercultural understanding.

Finally, the use of peer learning can be an effective method for teaching English in multilingual classrooms. Peer learning encourages students to collaborate with one another, providing opportunities for both social interaction and language practice. More proficient students can assist their peers in understanding complex concepts, thus reinforcing their own learning while helping others. Peer learning also promotes a sense of community and reduces the isolation that some multilingual students may experience. Working in pairs or small groups can give students the confidence to speak and practice their English in a supportive environment.

Conclusion. Teaching English in multilingual classrooms presents a range of challenges, including language proficiency disparities, cultural differences, and emotional barriers. However, by adopting inclusive and flexible teaching methods, teachers can effectively address these challenges and create a positive and supportive learning environment. Scaffolding, differentiated instruction, task-based language teaching, cultural responsiveness, and peer learning are just a few of the strategies that can be employed to enhance the language learning experience for multilingual students. The ultimate goal is to foster an inclusive, engaging, and effective learning environment where all students, regardless of their background or proficiency level, can thrive. By recognizing and embracing the diversity of multilingual classrooms, educators can provide valuable opportunities for language development, intercultural understanding, and academic success.

References:

1. Baryshnikov, N. V. “Multilinguodidactics.” Foreign Languages at School. Moscow, no. 5, 2004, pp. 19–27.

2. Baryshnikov, N. V., Bodony, M. A. “Didactics of Multilingualism: Theory and Facts.” Foreign Languages at School. Moscow, no. 2, 2008, pp. 22–24.

3. Большой психологический словарь / под ред. Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. – 3-е изд. – Москва: Прайм-Еврознак, 2002. – 632 с.

4. Haugen E. Bilingualism in the Americas: a bibliography and research guide. University of Alabama: Publication of the American Dialect Society, 1956. – 159 p.

5. Haugen E. Blessings of Babel: Bilingualism and Language Planning, Problems and Pleasures. Walter de Gruyter, 1987. – 176 p.

6. Wei L. Conceptual and Methodological Issues in Bilingualism and Multilingualism Research // The Handbook of Bilingualism and Multilingualism / Edited by T.K. Bhatia, W.C. Ritchie. – Blackwell Publishing, 2012. – P. 26-51.

7. Евдокимова Н. В. Концепция формирования многоязычной компетенции студентов неязыковых специальностей: автореф. дис. … докт. пед. наук. Ставрополь, 2009. 44 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ceninauku.ru/page_17873.htm.

8. Малых Л.М., Жукова А.В. Модель мультилингвального образования в полиэтническом регионе (на базе общеобразовательного учреждения): коллективная монография. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. 208 с.

UDC 37.01

Zhaksylyk Aigerim Asilkhankyzy
master's student,
Miras University
(Shymkent, Kazakhstan)

THE ROLE OF CRITICAL THINKING IN THE MODERN EDUCATIONAL PROCESS

Abstract: Critical thinking plays a vital role in the modern educational process by fostering independent, analytical thinking among students. This article explores the importance of critical thinking in today's classrooms, examining how it contributes to deeper learning, problem-solving, and creativity. The article also outlines methods and strategies for incorporating critical thinking into teaching practices.

Keywords: Critical thinking, modern education, problem-solving, analytical thinking, cognitive development, educational methods.

From the standpoint of psychology, thinking is the highest cognitive mental process, the essence of which is the generation of new knowledge based on the creative reflection and transformation of reality by man [1]. Thinking is often deployed as a process of solving problems in which certain conditions and requirements are highlighted. That is, the task should not only be understood by the subject, but also accepted by him and correlated with the need-motivational sphere of the personality. In turn, the mental activity of students, motivated by motives, manifests itself when a problematic situation arises that needs to be solved. The term "critical thinking" was introduced into the academic discourse by D. Dewey, which meant the opportunity to ask questions, find logical connections between statements, and argue one's position [2].

The concept of "critical thinking" has been used in methodological literature for more than 60 years. Since 1956, when Benjamin Bloom developed the taxonomy of cognitive abilities, "critical thinking" has meant higher-level thinking [3].

O. V. Tyaglo called it "advanced modern logic". From the point of view of philosophers, critical thinking is the ability to think logically and argue [4].

Diana Halpern is the main researcher, whose views are shared by many contemporaries. In her work "Psychology of Critical Thinking", she means that critical thinking is, first of all, creative thinking [5]. D. Halpern's book is an example of the development of many strategies for solving problems, both life and professional, and contains a lot of real examples. This is a real self-learning textbook, the main difference of which is not "what to teach", but "how to teach".

According to researcher M.V. Klarin, critical thinking consists of rational and reflective thinking. This thinking includes the ability and predisposition to reflection and action [6].

According to S. I. Zair-Bek and I. O. Zagashev, critical thinking is reflexive, evaluative thinking for which knowledge is the starting point, logical and reasoned thinking based on proven facts and personal experience [7].

The vast number of definitions of critical thinking does not exclude the presence of common meaning and meaning in them. Critical thinking is considered open and does not accept dogmas, which in turn develop through the acquisition of new information, thereby

enriching their life experience. This criterion distinguishes critical thinking from creative thinking.

Critical thinking involves the ability to analyze, evaluate, and summarize information, as well as to reason logically and make informed decisions. It allows people to question assumptions, challenge established norms, and consider different points of view before drawing conclusions. In the context of education, critical thinking allows students to move beyond rote memorization and passive learning, fostering deeper engagement and an active approach to knowledge acquisition. By developing these cognitive skills, students are better prepared to solve complex problems, make decisions in uncertain situations, and adapt to the ever-changing world around them.

The main goal of critical thinking development technology is to develop the student's intellectual abilities, which will allow him to learn independently.

The objectives of the formation of critical thinking are:

1. To teach to notice errors in reasoning;
2. To form a new type of thinking;
3. To develop analytical thinking;
4. To identify cause-and-effect relationships;
5. To teach you how to separate incorrect or unnecessary information;
6. To form an understanding of the interrelationship of different parts of information among themselves, etc. It is important to form the student's ability to understand the flow of information in different sources, to divide information into groups of importance, to understand what is read, to be able to summarize, analyze.

The Importance of Critical Thinking in Modern Education…….. In the rapidly evolving landscape of education, the need for critical thinking skills has never been more pronounced. Traditional education models, which often focus on memorization and standardized testing, are no longer sufficient in preparing students for the challenges of the 21st century. Today’s students are expected to do more than just recall information; they must be able to analyze, evaluate, and apply knowledge in novel contexts. This is where critical thinking comes into play.

Critical thinking is essential for problem-solving, one of the most important skills students need to succeed in both academic and professional environments. In a world where the complexity of problems is increasing, students must be able to break down complex issues into manageable parts, identify underlying assumptions, and propose solutions based on logical reasoning and evidence. Whether addressing scientific dilemmas, ethical concerns, or social challenges, critical thinking enables students to approach problems with an open mind, consider various possible solutions, and select the best course of action based on sound reasoning.

Moreover, critical thinking is integral to creativity and innovation. In fields such as technology, business, and the arts, the ability to think critically allows individuals to think outside the box and generate novel ideas. Critical thinkers are able to question existing paradigms, experiment with new approaches, and explore unconventional solutions to problems. This creative aspect of critical thinking is particularly important in the modern educational process, where students are expected to not only solve problems but also create new knowledge and contribute to advancements in various fields.

In addition to problem-solving and creativity, critical thinking promotes independent learning. By encouraging students to question assumptions, evaluate evidence, and consider alternative viewpoints, educators foster a sense of autonomy in students. Independent learners

are more likely to take responsibility for their education, seek out additional resources, and engage in lifelong learning, all of which are essential skills in today's fast-paced, knowledge-driven world.

Finally, critical thinking also plays a significant role in developing social and ethical awareness. In an increasingly globalized society, students are required to navigate cultural differences, understand complex social issues, and make ethical decisions in both personal and professional contexts. Critical thinking enables students to consider the broader implications of their actions, evaluate different perspectives on social issues, and make decisions that align with ethical standards and values.

Methods and Strategies for Fostering Critical Thinking. Given the importance of critical thinking in education, it is essential for educators to implement strategies that actively promote these skills in the classroom. One effective approach is problem-based learning (PBL), which involves presenting students with real-world problems and challenging them to work collaboratively to find solutions. In PBL, students are encouraged to research, analyze, and evaluate information from multiple sources, fostering critical thinking and problem-solving skills. This method also promotes student engagement, as students are given the opportunity to apply their learning in authentic contexts.

The formation of students' critical thinking is carried out:

1. In the process of searching for the necessary information in order to gain knowledge independently;
2. When integrating the content of the received information based on the application of logical methods of cognition of phenomena such as analysis and synthesis;
3. In the process of actively using previous experience and knowledge in a specific scientific field;
4. In the process of exchanging opinions at all levels of interaction.

In this process, an important role is assigned to the pedagogical support of students in countering cyber risks and cyber threats, which is a set of actions of the teacher and students aimed at meeting the actual needs of those accompanied in the process of continuous and effective interaction in order to achieve their goals and objectives. A teacher who accompanies students in finding solutions to problems and situations, confronts different judgments and offers new problematic situations for analysis and comparison, which allows for the development of an appropriate opinion and understanding of new ideas, areas of activity in the study and ways to solve the problem that has arisen.

Another useful strategy is Socratic questioning, a technique that involves asking open-ended questions to encourage students to think critically about the material. Rather than providing answers or explanations, the teacher asks questions that prompt students to reflect, analyze, and discuss their reasoning. Socratic questioning can help students develop deeper understanding and hone their ability to evaluate different perspectives and evidence.

The method of solving problem situations with pre-planned mistakes also improves students' critical thinking. According to scientists, the identification of mistakes contributes to an intellectual dispute between the subjects of the educational process, activates cognitive activity, and provides a rationale for the logic of ways to solve problematic situations [8]. In addition to the above methods, the method of text analysis was used, followed by an analysis of ways to counter cyber threats, as well as teamwork technologies, including: small group work, business and role-playing games, brainstorming, etc. Thus, working in small groups is aimed at developing students' skills to work effectively in a team and achieve good educational results.

Debates and discussions are also effective tools for fostering critical thinking. By engaging in structured debates or discussions, students are required to analyze different viewpoints, construct logical arguments, and evaluate evidence. This type of active learning promotes critical thinking by encouraging students to consider alternative perspectives and challenge their own assumptions. It also fosters communication and collaboration skills, as students work together to present and defend their ideas.

Collaborative learning is another strategy that supports critical thinking development. When students work together in groups, they can pool their knowledge, engage in brainstorming sessions, and challenge one another's ideas. Collaborative learning encourages students to think critically about the information they are presented with and to consider multiple viewpoints before drawing conclusions. This process helps students develop the cognitive flexibility necessary for critical thinking.

Text analysis is also a powerful tool for developing critical thinking, especially in the context of studying the humanities. The teacher may suggest that students not just read the text, but conduct an in-depth analysis of it: identify the author's arguments, assess their validity, and find logical inconsistencies or gaps in the argument [9]. According to scientists G. Pavlov and N. Savin, using the text analysis method helps students develop the ability to interpret complex ideas and think creatively. An example of this method is the study of scientific articles, where students not only get acquainted with the content, but also analyze the reliability of data, the logic of argumentation and the quality of sources [9].

Incorporating reflection into the learning process is also an effective way to promote critical thinking. By regularly reflecting on their learning experiences, students can develop metacognitive skills, allowing them to monitor and evaluate their own thinking processes. Reflection can take many forms, such as journaling, self-assessment, or group discussions, and helps students become more aware of their cognitive strategies and areas for improvement.

Conclusion

Critical thinking is an essential skill in the modern educational process, enabling students to solve problems, think creatively, and engage deeply with the material. Despite the challenges in fostering these skills, educators can implement a variety of methods and strategies to encourage critical thinking, including problem-based learning, Socratic questioning, debates, collaborative learning, and reflection. By prioritizing critical thinking in the classroom, educators can help students develop the cognitive tools necessary to navigate an increasingly complex and information-rich world, preparing them for success in both their academic and professional lives. The future of education depends on cultivating critical thinking in students, ensuring that they are capable of not only absorbing knowledge but also evaluating, synthesizing, and applying it in innovative ways.

References:

1. Маклаков А.Г. Общая психология: учеб. пособие для студ. вузов / А.Г. Маклаков. – СПб.: Питер, 2008. – 582 с.

2. Дьюи Дж. Психология и педагогика мышления. (Как мы мыслим). М.: Лабиринт, 1999. 192 с.

3. Блум Б. Таксономия образовательных целей: сфера познания. 1956. 570 с.

4. Тягло А. В. Критическое мышление: начальное пособие. Харьков: Основа, 2008. 189 с.

5. Халперн Д. Психология критического мышления.− СПб.: Изд-во «Питер», 2000.− 512 с.

6. Кларин М. В. Развитие критического и творческого мышления. СПб. : Школьные технологии. 2004. №2. С. 3–10.

7. Заир-Бек С.И. Развитие критического мышления на уроке: пособие для учителя / С.И. Заир-Бек, И.В. Муштавинская. – М.: Просвещение, 2012. – 224 с.

8. Морозова, Л.П. Проблемное обучение и его роль в развитии критического мышления школьников /Л.П. Морозова, 2019. Вопросы психолого-педагогического сопровождения образования. - № 3. - с. 72-81.

9. Павлов Г. В., Савин Н. А. (2020) Анализ текстов как способ развития критического мышления в школьной практике [Электронный ресурс]. Вестник педагогических инноваций. - № 2. - с. 33-40.

УДК 372.881.161.1

Қалдарбек Айымжан Қанатқызы
Студент бакалавриата
Павлодарский педагогический университет им. Ә.Марғұлан
(г. Павлодар,Казахстан)

Научный руководитель: Каирова Меруерт Калиевна
к.ф.н, доцент
Павлодарский педагогический университет им. Ә.Марғұлан
(г. Павлодар,Казахстан)

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ МОТИВАЦИИ К ЧТЕНИЮ У УЧАЩИХСЯ 7-8 КЛАССОВ В ШКОЛАХ С НЕРУССКИМ ЯЗЫКОМ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация: В статье рассматриваются эффективные методы и приемы формирования мотивации к чтению художественной литературы на русском языке у учащихся 7-8 классов школ с нерусским языком обучения. Анализируется причины снижения интереса к чтению и предлагается практические решения по их преодолению, основанные на собственном педагогическом опыте. Особое внимание уделяется интерактивным методам, связанным с использованием цифровых технологий и междисциплинарного подхода. Представленные материалы могут быть использованы учителями русского языка и литературы при проектировании уроков внеклассного чтения и литературных мероприятий.

Ключевые слова: мотивация к чтению, русский язык как второй, литературное образование, интерактивные методы обучения, читательская компетенция, билингвальное образование.

Современный школьник живет в мире, где книги конкурируют с множеством других источников информации и развлечений. Эта проблема особенно актуальна в школах с нерусским языком обучения, где чтение на русском языке требует от учащихся дополнительных усилий, связанных с преодолением языкового барьера. Учителю русского языка и литературы в таких условиях приходится решать двойную задачу: не только формировать читательскую компетенцию, но и поддерживать мотивацию к чтению на неродном языке [1].

Опыт работы в школе с казахским языком обучения позволил мне выделить несколько эффективных стратегий, повышающих мотивацию учащихся 7-8 классов к чтению русской литературы.

Учебная программа по русской литературе для 7-8 классов школ с нерусским языком обучения включает произведения, связанные с традициями, праздниками (Новый год, Рождество, Наурыз), свободным временем и хобби, что при правильной подаче может быть интересно подросткам. Однако важно дополнить обязательные произведения современными текстами, отвечающими интересам школьников.

Я провожу в начале учебного года анкетирование учащихся на тему их читательских предпочтений. Результаты показывают, что современные подростки интересуются фэнтези, приключениями, историями о сверстниках, преодолевающих трудности. Например, при изучении повести Н.В. Гоголя «Ночь перед Рождеством» я предлагаю

учащимся сравнить мистические элементы в произведении с фэнтези-литературой, которую они читают на родном языке. Такой подход позволяет создать «мостик» между уже известным и новым материалом.

Цифровые технологии могут стать помощником, а не конкурентом книги. Для работы с текстами применяю следующие приемы:

а) Создание буктрейлеров. Учащиеся в группах создают короткие видеоролики по прочитанным произведениям. Например, яркие результаты показало создание буктрейлеров по рассказу Е.Л. Шварца «Сказка о потерянном времени». Подростки с увлечением искали визуальные образы, музыкальное сопровождение, продумывали сценарий. Этот метод особенно эффективен при работе с визуалами, которых среди современных школьников большинство.

б) Технология дополненной реальности. С помощью приложений AR учащиеся могут «оживить» литературные образы. При изучении темы «Новогодние традиции» мы создавали интерактивные плакаты, где при наведении смартфона на изображение появлялся текст отрывка из литературного произведения и его аудиозапись. Это особенно важно для неродного языка, так как помогает отрабатывать произношение.

в) Интерактивные читательские дневники. Вместо традиционных дневников я предлагаю учащимся вести электронные читательские портфолио, где они не только записывают свои впечатления от произведения, но и добавляют иллюстрации, аудиозаписи выразительного чтения отрывков, ментальные карты образов героев. Такой подход превращает чтение в многомерный процесс, задействующий различные каналы восприятия информации.

Эффективным методом повышения мотивации является сравнительно-сопоставительный анализ произведений русской литературы и казахского фольклора или литературы. Например, при изучении темы «Как отмечают Наурыз» (№49 в учебнике) мы проводим параллели между традициями празднования Наурыза в казахской культуре и Новым годом или Рождеством в русской литературе.

Прием «культурных параллелей» позволяет учащимся увидеть как общее, так и различное в двух культурах, что способствует развитию интереса к чтению литературы на русском языке. На уроке, посвященном теме «Дефисное и слитное написание сложных прилагательных» (№50), мы анализировали описание костюмов и традиционной одежды в текстах о Наурызе и Рождестве, что сделало грамматическую тему более интересной и культурологически насыщенной.

Для подростков характерна потребность в самовыражении и эмоциональном проживании различных ситуаций. Использование элементов театрализации помогает преодолеть языковой барьер и сделать чтение на русском языке более эмоциональным.

Технология «Театр-экспромт» предполагает спонтанное разыгрывание сцен из произведения без предварительного заучивания текста. Учащиеся получают карточки с описанием своих ролей и ключевыми фразами, а затем импровизируют в рамках сюжета. Например, при изучении рассказа Н.В. Гоголя «Ночь перед Рождеством» учащиеся с удовольствием разыгрывали сцены встречи Вакулы с чертом или царицей.

Важно, что такая форма работы снимает психологический барьер говорения на неродном языке, так как ошибки воспринимаются как часть игры, а не как недостаток знаний.

Проектная деятельность позволяет учащимся применить знания, полученные из литературных произведений, в практической деятельности. В рамках темы «Хобби и свободное время» мы реализовали проект «Литературные хобби», где учащиеся:

1) Исследовали увлечения героев русской литературы (например, коллекционирование в произведениях русских писателей);

2) Находили информацию о хобби русских писателей;

3) Создавали творческий продукт (настольную игру, инфографику, рукописный журнал).

Такой подход связывает чтение с практическим результатом, что важно для современных подростков, ориентированных на конкретные достижения.

Для повышения интереса к чтению я разработала серию квестов по произведениям, изучаемым в 7-8 классах. Квест включает задания различного типа: поиск информации в тексте, решение головоломок на основе сюжета, разгадывание шифров, составление маршрута героя и т.д.

Квесты могут проводиться как в классе, так и в формате внеклассного мероприятия с использованием пространства школы или даже города. Такая форма работы способствует развитию навыков внимательного чтения и критического мышления.

Применение описанных методов и приемов в течение учебного года показало следующие результаты:

1) Увеличение доли учащихся, читающих на русском языке вне школьной программы, с 28% до 47%;

2) Повышение качества выполнения заданий по анализу текста на 18%;

3) Рост активности учащихся на уроках литературы, фиксируемый через наблюдение и анкетирование;

4) Улучшение навыков устной речи, расширение словарного запаса учащихся.

Анкетирование учащихся показало, что наиболее эффективными с точки зрения повышения мотивации они считают проектную деятельность (68% опрошенных), квесты (72%) и использование цифровых технологий (75%).

Формирование мотивации к чтению на русском языке у учащихся 7-8 классов школ с нерусским языком обучения требует комплексного подхода, учитывающего как возрастные особенности подростков, так и специфику изучения неродного языка.

Опыт показывает, что наиболее эффективными являются методы, сочетающие эмоциональное погружение в текст с интерактивностью и практической значимостью. Важно помнить, что целью работы учителя русского языка и литературы в национальной школе является не только формирование читательских компетенций, но и воспитание уважения к русской культуре, расширение культурного кругозора учащихся.

Описанные в статье методы и приемы могут быть адаптированы учителями в соответствии с особенностями конкретного класса и материально-технической базой школы. Ключевым фактором успеха является систематичность и последовательность в применении мотивационных стратегий, а также создание в классе атмосферы читательского сообщества, где чтение воспринимается как увлекательная и престижная деятельность.

Список литературы:

1. Ахмедова М.Х. Психологические особенности обучения чтению на русском языке как неродном // Молодой ученый. – 2018. – №3. – С. 175-177.

2. Бейсембаев А.Р. Билингвальное образование в Казахстане: проблемы и перспективы. – Алматы: Казахский университет, 2020. – 198 с.

3. Гальперин И.Р. Текст как объект лингвистического исследования. – М.: КомКнига, 2016. – 144 с.

4. Добротина И.Н. Информационно-коммуникационные технологии в школьном филологическом образовании. – М.: Наука, 2019. – 248 с.

УДК 373.5.016

Черненко Вероника Владимировна
Студент кафедры Высшей школы гуманитарных наук по программе «Русский язык и литература»
Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан
(г. Павлодар, Казахстан)

Суюнова Гульнара Сейльбековна
Доктор филологических наук, профессор высшей школы гуманитарных наук
Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан
(г. Павлодар, Казахстан)

ФОРМИРОВАНИЕ ПУНКТУАЦИОННОЙ ГРАМОТНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИНТАКСИСА В ШКОЛЕ (НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА УЧЕБНИКОВ)

Аннотация: в данной статье рассматривается вопрос освещения в современных казахстанских школьных учебниках вопросов пунктуации при изучении синтаксиса. С этой целью анализируется содержание учебных пособий для 9-11 классов. При этом внимание уделяется не только содержанию теоретического материала, но и качеству практических заданий, направленных на отработку пунктуационных норм.

Ключевые слова: пунктуация, учебник, раздел, русский язык, изучение синтаксиса, правило пунктуации.

Формирование пунктуационной грамотности учащихся - одна из ключевых задач уроков русского языка. Традиционно в школе уделяется большое внимание орфографии, то есть правильному написанию слов, однако пунктуация, играющая не менее важную роль в этом процессе, часто оказывается в тени.

Вместе с тем следует отметить, что в современном обществе грамотность, в том числе и пунктуационная, имеет огромное значение. Она является неотъемлемым атрибутом успешной коммуникации, способствует чёткости выражения мысли и пониманию смысла текста. Поэтому формирование пунктуационной грамотности у учащихся является важной задачей обучения русскому языку. Эта работа предполагает развитие у учащихся умения грамотно расставлять знаки препинания, так как это облегчает письменное общение. Все это умения можно объединить и назвать пунктуационными навыками. Пунктуация тесно связана с синтаксисом - важнейшим разделом языкознания, который изучается в среднем и старшем звене.

Исходя из вышесказанного, в данной работе мы решаем задачу анализа школьных учебников для 9-11 класса на предмет представленности в них учебного материал для формирование пунктуационной грамотности при изучении синтаксиса. Нами были проанализированы школьные учебники авторов Сабитовой З.К., Алтынбековой О.Б и Бейсембаева А.Р., одобренных Министерством образования Республики Казахстан [1].

В таблице 1 представлены разделы, посвящённые синтаксису и пунктуации, с указанием соответствующих тем и правил постановки знаков препинания.

Таблица 1 - Изучение синтаксиса и пунктуации в 9-11 классах

Класс	Раздел	Тема	Пунктуационная тема	Часы
9 класс	Раздел I. Конфликты и миротворчество. Синтаксис. Морфология и орфография.	Тема 1. Конфликт. Сочинительные союзы их типы.	Знаки препинания при сочинительных союзах.	1
	Раздел III. Традиции и культура. Синтаксис и пунктуация.	Тема 6. Национальная специфика культуры. Тема 8. Язык и культура.	-Знаки препинания между частями ССП Повторение правила «Знаки препинания между частями ССП».	1 1
	Раздел IV. Ресурсы планеты земля. Синтаксис и пунктуация.	Тема 9. Виды ресурсов. Сложноподчинённые предложения (СПП) с придаточной изъяснительной. Тема 10. Рациональное использование природных ресурсов.	- Знаки препинания в СПП с придаточной изъяснительной. - Знаки препинания в СПП с придаточной определительной.	1 1
	Раздел V. Подросток в современном мире. Морфология и орфография. Синтаксис и пунктуация.	Тема 13. Занятия, увлечение подростков. Тема 14. Книги в нашей жизни. Тема 15. Молодёжь и волонтёрская деятельность.	- Знаки препинания между предикативными частями БСП. - Знаки препинания в БСП со значением перечисления. - Знаки препинания в БСП со значением противопоставления. - Знаки препинания в БСП со значением причины, пояснения, дополнения. -Знаки препинания в БСП со значением времени, условия, следствия.	1 1 1 1 1
	Раздел VII. Дилеммы и выбор. Синтаксис и пунктуация.	Тема 19. Что такое дилемма. Тема 21. Перед вами дилемма.	- Знаки препинания при однородных придаточных частях СПП. -Знаки препинания в СПП с последователь-ным подчинением придаточных.	1 1
	Раздел VIII. Средство массовой информации. Синтаксис и пунктуация.	Тема 23. Электронные средства массовой информации.	- Знаки препинания в бессоюзных сложных предложениях.	1
10 класс	Раздел V. Туризм: экотуризм. Пунктуация.	Тема 16. Туризм в Казахстане. Тема 18. Экотуризм в Казахстане.	- Знаки препинания в предложениях с однородными членами. - Знаки препинания в ССП - Знаки препинания	1 1

		Тема 19. Экологические маршруты Казахстана.	в СПП. - Знаки препинания при обстоятельствах, выраженных деепричастиями и деепричастными оборотами.	1 1
	Раздел VI. Экология души. Синтаксис и пунктуация.	Тема 20. Мир – наш дом. Тема 21. Что такое экология души. Тема 22. Твори добро. Тема 23. Экология культуры. Тема 24. Будущее... Без книг?	- Знаки препинания в сложных предложениях. - Знаки препинания при обособленные дополнениях. - Повторение темы «Знаки препинания при однородных и не однородных определениях». - Повторение темы «Знаки препинания при вставных конструкциях. - Знаки препинания в предложениях с обособленными обстоя-тельствами, выраженными существительными с предлогами.	1 1 1 1 1
11 класс	Раздел II. Научно-технический прогресс: искусственный и естественный интеллект. Орфография. Синтаксис. Стилистика.	Тема 7. Будущее искусственного интеллекта.	- Знаки препинания при цитировании.	1
	Раздел V. Медицина XXI века. Синтаксис и пунктуация.	Тема 16. XXI век - век научного прогресса. Тема 17. Достижения современной медицины. Тема 18. Медицинские препараты нового поколения.	- Знаки препинания в предложениях с обращениями, обособленными членами. - Знаки препинания сложноподчинённых предложениях с несколькими придаточными. - Знаки препинания в предложениях с вводными и вставными конструкциями.	1 1 1
	Раздел VI. Молодёжная культура: проблемы молодёжного поколения . Синтаксис и пунктуация.	Тема 19. Молодёжная культура. Тема 20. Проблемы поколения z.	- Знаки препинания в предложениях с обособленными членами. - Повторение темы «Знаки препинания в предложе-ниях с вводными и встав-ными конструкциями». - Знаки препинания	1 1

		Тема 22. Проблемы выбора профессии.	в сложных предложениях с разными видами связи.	1
	Раздел VIII. Историческое наследие и память. Синтаксис. Пунктуация.	Тема 26. Историческая память. Тема 27. Историческое наследие Казахстана. Тема 28. Сохраним наши историческое наследие	- Повторение темы «Знаки препинания в предложениях с вводными и вставными конструкциями». - Знаки препинания в предложениях с обособленными членами. - Знаки препинания в сложных предложениях.	1 1 1

Учебники для 9, 10 и 11 классов общественно-гуманитарного направления представляют собой продуманную систему изучения синтаксиса и пунктуации, где языковые нормы органично связаны с актуальными темами. Это делает обучение осмысленным и приближённым к жизни учащихся.

В 9 классе материал выстроен логично и ориентирован на актуальные для подростков вопросы. Изучение пунктуации начинается с раздела «Конфликты и миротворчество». Учащиеся знакомятся с знаками препинания при сочинительных союзах и осваивают структуру сложных предложений, также развивают аргументированную речь. Далее в разделе «Традиции и культура» учащиеся рассматривают знаки препинания в сложносочинённых предложениях, и в теме «Язык и культура» закрепляют знания. Следующий раздел «Ресурсы планеты Земля» посвящён сложноподчинённым предложениям и экологии.

Раздел «Подросток в современном мире» знакомит с бессоюзными сложными предложениями, а также их особенностями при передаче значений перечисления, противопоставления, причины, пояснения, дополнения, времени, условия, и следствия. В разделе «Дилеммы и выбор» изучаются сложноподчинённые предложения с однородными придаточными частями, а также конструкции с последовательным подчинением. Наконец, в разделе «Средства массовой информации» учащиеся повторяют знаки препинания в бессоюзных сложных предложениях, рассматривая их на примере электронных СМИ [2].

Учебник 10 класса разделён на две крупные тематические части: «Туризм: экотуризм» и «Экология души». Первый раздел изучает пунктуацию в сложных синтаксических конструкциях с однородными членами, в сложносочинённых и сложноподчинённых предложениях, а также при использовании деепричастных оборотов. Изучение происходит на материале, связанном с экологическим туризмом в Казахстане, что помогает учащимся лучше понимать значимость устойчивого развития и экологического мышления.

Второй раздел углубляет знания о сложных предложениях. Изучаются обособленные дополнения, однородные и неоднородные определения, вставные конструкции, а также обособленные обстоятельства, выраженные существительными с предлогами. Материал подаётся через темы, затрагивающие духовные и культурные аспекты жизни, такие как экология души, культура, добро и чтение [3].

В 11 классе изучение продолжается через темы науки, медицины, молодёжной культуры и исторического наследия, что позволяет не только освоить грамматические

правила, но и формировать широкую эрудицию, критическое мышление и социальную ответственность у учащихся. Раздел «Научно-технический прогресс» повторяет правило пунктуации при цитировании. Далее, в разделе «Медицина XXI века» рассматриваются правила постановки знаков препинания в предложениях с обращениями, обособленными членами, вводными и вставными конструкциями, а также в сложноподчинённых предложениях с несколькими придаточными. Этот материал подаётся через темы научных достижений и медицинских инноваций, что способствует формированию у учащихся представления о значении медицины в современном мире. Шестой раздел «Молодёжная культура: проблемы поколения» углубляет знания о обособленных членах предложения, вводных и вставных конструкциях, а также сложных предложениях с разными видами связи. В разделе «Историческое наследие и память», также уделяется внимание вводным и вставным конструкциям, обособленным членам и сложным предложениям, что позволяет закрепить ранее изученный материал, применяя его к историческим и культурным текстам [4].

Анализ содержания учебников по русскому языку показал, что учебники для 9, 10 и 11 классов общественно-гуманитарного направления представляют собой тщательно разработанную систему изучения синтаксиса и пунктуации, которая не только формирует языковые компетенции учащихся, но способствует их интеллектуальному и социальному развитию. Анализ содержания этих учебников показывает, что они успешно сочетают изучение грамматических норм с актуальными темами, что делает процесс обучения осмысленным, мотивирующим и практически ориентированным.

В целом учебники для 9-11 классов представляют собой продуманную образовательную систему, где изучение синтаксиса и пунктуации гармонично связанно с развитием личности учащихся. Они не только обеспечивают прочное усвоение языковых норм, но и воспитывают критически мыслящих, социально активных и культурно осведомлённых граждан.

Вторым важным моментом нашего анализа стало рассмотрение практической части учебников по русскому языку для 9-11 классов. Содержание этой части играет ключевую роль в развитии пунктуационной грамотности учащихся, обеспечивая прочную связь между теоретическими знаниями и их практическим применением.

Анализ заданий показал, что упражнения выстроены логично, соответствуют возрастным и психологическим особенностям старшеклассников и способствуют постепенному освоению пунктуационных норм. Упражнения включают разнообразные форматы, например, анализ синтаксических конструкций, расстановка знаков препинания, редактирование текстов и творческие задания по созданию собственных высказываний. Такой подход позволяет не только закрепить изучение правил, но и развить у школьников логическое мышление, способность к самостоятельному анализу, исправлению ошибок и практическому использованию пунктуации. Особенностью является последовательное усложнение материала, от базовых конструкций до сложных синтаксических структур, что способствует осознанному усвоению и формированию уверенных навыков письменной речи.

Для повышения эффективности практической части учебников мы решили дополнить ее разнообразными интерактивными и творческими заданиями, что может сделать процесс изучения пунктуации более увлекательным и актуальным [5]. Это позволит превратить пунктуационные навыки в естественный инструмент грамотного письма, отвечающий текущим образовательным тенденциям.

Ниже представлены примеры разработанных нами творческих заданий по пунктуации.

«Знаки препинания в сложных предложениях».

1) Тест с ветвлением «Выбери свой путь».

Ученики проходят тест, где каждый ответ ведёт к следующему уровню сложности или подсказке в зависимости от правильности. Тест можно сделать на платформе «Microsoft Forms», нужно использовать функцию «ветвление» (Branching) и добавить вопросы с возрастающей сложностью. Также можно включить автоматическую обратную связь с объяснениями. Учитель отправляет ссылку, ученики проходят тест самостоятельно, результаты сохраняются для анализа. (Пример заданий: выбрать знак препинания в предложении, если ответ правильный – переходит дальше, если неверный – появляется подсказка.

2) Игра «Попади в цель» - платформа wordwall.

Ученики стреляют по мишеням, выбирая правильный вариант пунктуации в сложных предложениях. Для игры нужно использовать шаблон «Target Game», добавить вопросы с разными типами предложений. Можно включить таймер для повышения азарта.

«Знаки препинания между частями сложносочинённого предложения».

1) «Игра «Химик».

Союзы – это реагент, а запятая – катализатор. Ученики смешивают их и описывают реакцию (изменение смысла). Учащимся предлагается базовое сложносочинённое предложение с пропущенным союзом и знаком препинания. Они должны вставить разные союзы и экспериментировать с постановкой запятой или её отсутствием. Также они должны объяснить, как меняется смысл в зависимости от выбора союза и пунктуации. Можно использовать такие онлайн-доски, как Jamboard, Miro, Google Docs.

2) «Сказка с выбором».

Учащимся предлагается начало сказки – первая часть сложносочинённого предложения. Их задача - выбрать подходящий союз для связи с продолжением, дописать вторую часть предложения, правильно расставив знаки препинания, объяснить влияние союза и пунктуации на сюжет и добавить еще одно предложение. В цифровом формате (Google Forms или Twine) выбор союза создаёт ветвящийся сюжет, например, «в лесу загорелся свет, и принцесса решила посмотреть» (приключение) или «но никто не осмелился подойти» (страх).

«Знаки препинания между частями сложноподчинённого предложения».

1) «Разбей текст на предложения».

Ученикам предлагается текст без знаков препинания, в котором есть сложноподчинённые предложения. Они должны правильно разбить текст на предложения и расставить запятые. Использовать можно такие платформы, как Padlet, Google Jamboard, Miro – учащиеся перетаскивают части предложений и ставят знаки препинания.

2) «Допиши фразу».

Учащимся предлагается начало сложноподчинённого предложения, а они должны придумать и записать его продолжение, правильно расставляя знаки препинания. Можно использовать такие платформы, как WordWoll или LearningApps – перетаскивание слов, выбор правильного окончания, Jamboard или Padlet – ученики записывают свои варианты на интерактивной доске.

«Знаки препинания в бессоюзных сложных предложениях».

1) Игра «Редакторы газеты».

Ученики становятся редакторами газеты, в которой произошел сбой – во всех бессоюзных сложных предложениях исчезли знаки препинания. Их задача – восстановить правильную пунктуацию и объяснить свои решения. Класс можно разделить на группы и дать им текст (новости, спорт, культура).

2) «Кто быстрее?» - пунктуационная эстафета.

На доске предложения без знаков препинания. Ученики по очереди подбегают, ставят один знак, передают эстафету следующему. Команды должны быстро и правильно поставить знаки. Побеждает та, кто быстрее и без ошибок справится.

«Знаки препинания в бессоюзных сложных предложениях с разными значениями».

1) «Что в голове у знака?».

Каждый участник (или группа) выбирает знак препинания (запятая, двоеточие или тире). Если участников много, можно распределить случайным образом, например, можно создать игру «колесо фортуны», которая будет случайно выбирать знак для каждого учащегося (Interacty, Wordwall).

Ученики должны написать предложения, которые должны содержать - описание, в каких случаях используется (с примерами) и использование хотя бы 2-3 значения (причина, следствие и т.д.) или написать на каждое значение по одному предложению.

2) «Знак на миллион».

Учитель готовит список бессоюзных сложных предложений без знаков препинания. Каждое предложение связано с определённым значением. Для каждого вопроса готовятся три варианта ответа (запятая, двоеточие, тире). Задача учеников – выбрать правильный знак, объяснить почему он подходит, определить значение. Также можно добавить систему баллов (простые вопросы – 100 очков, средние – 400, сложные – 500), звуковые реакции (аплодисменты за правильный ответ, гудок за ошибку).

«Знаки препинания в сложных предложениях с разными видами связи».

1) «Продолжи текст».

Один ученик придумывает начало сложного предложения. Второй ученик дописывает предложение так, чтобы сохранить структуру сложного предложения и правильно расставить знаки препинания. И таким образом составляется какой-нибудь рассказ.

2) «Пунктуационная рулетка».

Учитель демонстрирует виртуальное колесо фортуны (можно создать Interacty, Wordwall) с вариантами типов предложений. Ученик или команда вращает колесо и им нужно придумать предложение с указанным видом связи.

«Знаки препинания при обособленных обстоятельствах, выраженных деепричастиями и деепричастными оборотами».

1) «Фото-загадка».

Участникам показывают картинки (например, человек читает книгу на скамейке). Их задача – написать предложение с деепричастиями или деепричастным оборотом по изображению. Также ученики могут создать свою фотографию и придумать к ней предложение.

2) «Шторм запятых».

Ученикам предлагается текст, в котором запятые расставлены хаотично – есть как правильные, так и лишние или пропущенные. Их задача – разгадать головоломку, приведя пунктуацию в порядок, и объяснить свои решения.

«Знаки препинания при обособленных обстоятельствах, выраженных существительными с предлогами».

1) «Пунктуационная экспедиция».

Ученики проходят испытания, выбирая правильное пунктуационное оформление, чтобы найти «сокровища грамотности». Локация первая «Город ошибок»: нужно исправить запятые в тексте с обстоятельствами. Локация вторая «Лес грамотности»: выбрать верный вариант предложения из трёх. Локация третья «Остров запятых»: дополнить предложение обстоятельствами и расставить запятые. Локация четвёртая «Пещера загадок»: переписать отрывок с пропущенными или неверными запятыми. Можно использовать такие платформы, как Genially, Google Forms или LearningApps.

2) «Стикер баттл».

Учитель пишет на доске (или в документе) несколько предложений, в которых есть обстоятельства с предлогами. В запятых допущены ошибки или они отсутствуют. Ученики используют зелёные стикеры (запятая нужна) или красные (запятая не нужна), обосновывая выбор. Можно сделать соревнование между командами: кто больше правильно объяснит запятые. Упражнение можно проводить онлайн – с виртуальной доской Padlet, Miro или офлайн – с бумажными стикерами.

«Знаки препинания при однородных придаточных частях сложноподчинённого предложения».

1) Игра «Сортировка по правилам».

Ученики получают карточки с предложениями и должны распределить их в две группы – где запятая нужна и где нет. Упражнение можно создать на платформе LearningApps.

2) Викторина «Верю – не верю».

Ученикам предлагаются предложения с расставленными запятыми, о они должны ответить, правильно ли это. Можно добавить объяснение после каждого ответа. Упражнение можно создать на платформе Kahoot или Quizizz.

«Знаки препинания в сложноподчинённых предложениях с последовательным подчинением придаточных».

1) «Лишнее слово».

Учащиеся получают сложноподчинённые предложения, в которых одно слово сделало пунктуацию неверной. Их задача – найти это слово, убрать его и объяснить, почему оно мешает.

2) «Пунктуационное бинго».

Учащиеся получают карточку с сеткой (3х3 или 4х4), где записаны разные сложноподчинённые предложения – правильные и с ошибками. Учитель зачитывает правила пунктуации, а ученики отмечают ячейки, где они применяются.

Заключение. В заключение следует отметить, что проведённый анализ содержания учебников по русскому языку для 9-11 классов показал, что учебники представляют собой тщательно выстроенную и эффективную систему формирования пунктуационной грамотности учащихся в процессе изучения синтаксиса. Учебные пособия успешно интегрируют теоретические знания о пунктуационных нормах с практическими навыками их применения, что достигается благодаря логичной структуре материала,

разнообразию заданий и их соответствию возрастным особенностям. Связь изучения синтаксиса и пунктуации с актуальными темами делает обучение осмысленным, мотивирующим и приближённым к реальной жизни учащихся.

Практическая часть играет ключевую роль в закреплении теоретических знаний, предлагая разнообразные упражнения. Однако, эффективность обучения можно повысить за счёт внедрения современных интерактивных методов. Предложенные примеры упражнений демонстрируют, как можно сделать процесс изучения пунктуации увлекательным и актуальным для современных подростков, превратив его в естественных инструмент грамотной письменной речи.

Таким образом, учебники не только обеспечивают прочное усвоение пунктуационных норм, но и способствуют интеллектуальному, социальному и культурному развитию учащихся. Они воспитывают критически мыслящих и социально активных граждан, что соответствует современным образовательным целям. Вместе с тем, дальнейшее обогащение практической части интерактивными и творческими элементами могло бы ещё больше усилить мотивацию школьников и повысить качество освоения материала. В целом, данная система обучения представляет собой удачный пример сочетания языковой подготовки с формированием личности, что делает её ценным инструментом в школьном образовании.

Литература:

1. Электронные учебники. — Текст: электронный // okulyk.kz: [сайт]. — URL: https://okulyk.kz/category/russkij-jazyk/ (дата обращения: 09.04.2025).

2. Сабитова, З. К. Русский язык учебник для 9 класса. / З. К. Сабитова, А. Р. Бейсембаев. — Алматы: Мектеп, 2019. — 257 с. — Текст: непосредственный.

3. Сабитова, З. К. Русский язык учебник для 10 класса общественно-гуманитарного направления. / З. К. Сабитова, О. Б. Алтынбекова. — Алматы: Мектеп, 2019. — 295 с. — Текст: непосредственный.

4. Сабитова, З. К. Русский язык учебник для 11 класса общественно-гуманитарного направления. / З. К. Сабитова, А. Р. Бейсембаев. — Алматы: Мектеп, 2019. — 276 с. — Текст: непосредственный.

5. Сидоров, Р. А. Интерактивные методы в сфере педагогической деятельности. / Р. А. Сидоров. — Текст: непосредственный // Международный научный журнал «Вестник науки». — 2025. — № № 3 (84) Том 1. — С. 338-344

UDC 371.35

Abdez Uldan Ganyikyzy
master's student,
Miras University
(Shymkent, Kazakhstan)

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGY IN LITERACY EDUCATION

Abstract: This article explores the role of digital technology in literacy education, examining its impact on teaching reading and writing. By evaluating various digital tools, it analyzes the benefits and implications for classroom instruction. The article discusses how technology enhances literacy skills and the pedagogical approaches used in its integration.

Key words: Digital technology, literacy education, e-learning, reading, writing, educational technology, digital literacy, classroom engagement.

Literacy education in the context of teaching English is a fundamental aspect of developing language skills. It focuses not only on reading and writing but also on fostering a comprehensive understanding of language that allows learners to communicate effectively in various contexts. In the globalized world, English is not just a means of communication but also a critical tool for academic, professional, and social success. As a result, literacy education in English plays a pivotal role in shaping students' ability to navigate and interact within different linguistic and cultural landscapes.

Literacy education, when applied to teaching English, is not limited to decoding and encoding words; it extends to the development of deeper cognitive and analytical skills, such as critical thinking, comprehension, and the ability to engage with complex texts.

Reading comprehension is one of the primary objectives of literacy education, where students are encouraged to extract meaning from texts, identify themes, make inferences, and connect what they read to their own experiences or other knowledge they possess. Effective reading instruction also involves exposing students to different types of literature, such as fiction, non-fiction, and informational texts, which helps them develop a broad understanding of language use and the cultural contexts behind written words.

Reading is a complex psychophysiological process. Visual, speech-motor, and speech-hearing analyzers take part in its act. According to B.G. Ananyev, this process is based on "the most complex mechanisms of interaction between analyzers and time connections of two signal systems" [1].

Dolgina, O.A., Kolesnikova, I.L. consider reading as a receptive type of speech activity, which is aimed at the perception and understanding of written text [2].

Reading performs various functions: it serves for practical mastery of a foreign language, is a means of learning language and culture, a means of information and educational activities, and a means of self-education [3].

Writing is another critical element of literacy education in English. It involves not only the ability to form grammatically correct sentences but also the capacity to organize ideas, express thoughts coherently, and develop arguments. Writing instruction includes spelling, grammar, punctuation, sentence structure, and paragraph organization. Teachers guide students through various types of writing, such as narratives, essays, reports, and creative compositions, helping them develop their writing skills over time.

E.I. Passov writes that writing is one of the independent types of speech activity, which can be carried out on two levels: reproductive and productive [4].

P.K. Babinskaya, under the concept of "written speech", presupposes a type of speech activity, the purpose of which is to express thoughts in writing, that is, in the form of an essay, letter and so on [5].

The integration of digital technologies into literacy education has led to fundamental changes in traditional teaching methods, providing great opportunities for both students and teachers. The rapid expansion of digital tools and resources has revolutionized literacy teaching. Digital technologies provide a variety of tools to create interactive and personalized learning environments. These tools include e-books, online reading platforms, writing software, and educational applications designed to increase the engagement and effectiveness of literacy education. As the role of technology in various sectors of education continues to increase, understanding how these tools affect literacy development is becoming crucial.

Electronic resources allow you to create and apply didactic materials (assignment options, tables, memos, diagrams, drawings, demonstration tables, etc.); organize monitoring and monitor the results of training and education; create text works and summarize methodological experience in electronic form [6].

Today, modern digital technologies have a significant impact on the educational process. Digital tools are versatile and accessible, provide quick user feedback, and provide access to multimedia technologies. Mobile digital learning helps to increase students' motivation and create an interactive learning environment in various contexts [7].

The use of mobile digital tools in the process of teaching writing and reading is aimed at interactive interaction of students both with each other and with the teacher, including during the writing of creative written works, which in turn is effective for improving the overall level of foreign language proficiency and developing writing skills: to draw up a plan, theses of a written message, including on the basis of extracts from the text; write coherent texts on the studied topic; write personal and e-mails; fill out a questionnaire and provide information about yourself in writing in the form accepted in the country of the language being studied; express your point of view on the topic in writing in the form of reasoning, giving arguments and examples [8].

Digital technologies have changed the literacy system, making learning more interactive and exciting. For example, digital platforms provide students with instant access to a wide range of reading materials, ranging from fiction and popular science to academic journals and multimedia content. These materials not only introduce students to different points of view, but also allow them to practice their reading skills in various genres and formats. By offering a variety of reading opportunities, digital platforms develop students' comprehension skills and foster comprehensive literacy skills.

E-books and online reading tools such as reading comprehension programs and applications help students understand texts more effectively. These tools usually include features such as reading aloud, text highlighting, and interactive dictionaries. For students with learning disabilities or those who have difficulty reading, these features are essential support. For example, students with dyslexia can use text-to-speech functions to hear words aloud, which helps improve both reading comprehension and fluency. In addition, many digital platforms are customizable, allowing students to adjust font size, background color, and even reading pace, making it easier for them to comprehend the material.

Digital technologies have significantly changed not only learning to read, but also learning to write. Tools such as text editors, writing apps, and grammar checkers allow students to compose texts more effectively and improve their writing skills. These tools not only help with spelling and grammar, but also provide recommendations for improving sentence structure, word choice, and overall clarity. Additionally, writing apps that provide real-time feedback help students improve their writing in a more interactive and personalized way. This instant feedback allows students to identify and correct mistakes during writing, which ultimately leads to clearer and more coherent writing.

Another key advantage of digital technologies in literacy education is the development of critical thinking and analytical skills. Interactive tools and multimedia content encourage students to critically analyze information, synthesize ideas, and develop evidence-based arguments. For example, when students use online platforms to explore topics, they evaluate sources, differentiate between facts and opinions, and compare different points of view. These classes develop higher-order thinking and prepare students to write academic texts and solve problems in real-world settings.

Methods of Using Digital Technology in Literacy Instruction

To effectively incorporate digital technology into literacy instruction, educators must employ diverse teaching strategies that complement the digital tools available. One of the most effective methods is blended learning, which combines traditional face-to-face instruction with online learning components. This approach enables students to learn independently through digital tools while still benefiting from direct interaction with their teachers. For example, teachers can assign students digital reading exercises at home, allowing them to practice at their own pace, while using class time for collaborative discussions, group activities, or individual support.

Another method that leverages digital technology is gamification. The use of educational games and simulations to teach literacy can be particularly engaging for younger students or those who may struggle with traditional methods of instruction. These games often involve reading comprehension tasks, vocabulary-building exercises, and interactive writing challenges that make learning both fun and educational. For example, apps like Epic! and Reading Rockets provide students with gamified reading challenges, where they can unlock rewards or move up levels as they improve their skills. Gamification encourages motivation, provides instant feedback, and allows students to track their progress in a visually appealing way [2].

In addition to gamification, adaptive learning technologies have become an important tool in literacy education. These technologies tailor content to meet the individual needs of students, providing personalized learning paths based on their strengths and weaknesses. For example, programs like Raz-Kids or Lexia adjust the difficulty of reading exercises depending on how well students perform on specific tasks, ensuring that each student progresses at their own pace. Adaptive learning systems not only foster self-paced learning but also promote greater retention of reading and writing skills.

Moreover, collaborative online platforms facilitate interaction among students, teachers, and peers, promoting collaborative learning. Platforms like Google Classroom and Padlet allow students to share their work, provide peer feedback, and engage in group projects. These platforms foster communication, help students develop social skills, and encourage them to work together to solve literacy-related tasks. In this way, digital technology supports not just individual literacy development but also the development of collaborative and communication skills.

Another important method for using digital technology in literacy instruction is online assessment and feedback. Digital tools provide teachers with the ability to conduct formative assessments, allowing them to evaluate students' progress in real-time. These assessments can include quizzes, writing samples, and reading comprehension tests that provide immediate feedback to students. This instant feedback enables students to identify areas of improvement and make adjustments to their work, leading to more effective learning.

Conclusion. Digital technology has profoundly impacted literacy education by providing students with dynamic and interactive tools to enhance their reading, writing, and critical thinking skills. The use of e-books, educational apps, word processors, and collaborative platforms has made literacy learning more engaging and accessible. By offering personalized learning experiences, fostering collaboration, and providing instant feedback, digital technology has transformed how literacy instruction is delivered. As technology continues to evolve, the potential for further innovation in literacy education remains high, enabling students to acquire the necessary skills to navigate the digital world while developing strong reading and writing abilities.

References:

1. Ананьев Б.Г. Анализ трудностей в процессе овладения детьми чтением и письмом / Б.Г. Ананьев. – Известия АПН РСФСР – М., 1955. – С.104–148.

2. Долгина О.А. Англо-рус. терминолог. справочник по методике преподавания иностранных языков / О.А.Долгина, И.Л. Колесникова – Санкт-Петербург: БЛИЦ – Cambridge University Press, 2001. – С. 96-105.

3. Зюкова В.А. Роль чтения в методике преподавания иностранного языка / В.А. Зюкова // Молодой ученый. – 2016. – № 7.5 (111.5). – С. 46-47. – URL: https://moluch.ru/archive/111/27946/

4. Пассов Е.И. Основы коммуникативной теории и технологии иноязычного образования [Текст]: методическое пособие для преподавателей русского языка как иностранного / Е.И. Пассов, Н.Е. Кузовлева. – Москва: Русский язык, 2010. – 568 с.

5. Бабинская П.К. Практический курс методики преподавания иностранных языков [Текст] / П.К. Бабинская. – Москва : ТетраСистемс, 2006. – 285 с.

6. Tinker R. E-Learning Quality: The Concord Model for Learning from a Distance / R. Tinker // NASSP Bulletin. - 2001. -V. 85 (628). - P. 36-46.

7. Dudeney G. How to teach English with technology / G. Dudeney, N. Hockly. – Edinburgh: Longman, 2007.

8. Гальскова Н.Д. Новые технологии общения в контексте современной концепции образования в области иностранных языков / Н.Д.Гальскова // Иностранные языки в школе. – 2009. – №7. – с. 9-15.

UDC 371.35

Nurmanova Sofia Nurmankizi
master's student,
Miras University
(Shymkent, Kazakhstan)

THE LINGUISTIC WORLDVIEW OF THE ENGLISH FOLK TALE IN THE NOUN SYSTEM

Abstract: This article explores the linguistic worldview represented in the noun system of English folk tales. By examining the nouns used in these narratives, it investigates how language shapes and reflects the cultural perceptions, values, and beliefs of a society. The study highlights the symbolic and functional roles of nouns, revealing how they represent the worldview embedded within folk stories.

Key words: Linguistic worldview, English folk tale, noun system, cultural perceptions, symbolic language, folk literature.

The study of linguistic worldview examines how language shapes and reflects the way individuals and cultures perceive the world around them. Folk tales, as a significant part of oral literature, carry a wealth of cultural, historical, and social values that are often encoded in language. One of the key components of language is the noun system, which plays an essential role in shaping the content and structure of folk narratives. In English folk tales, the noun system is not merely a grammatical tool for naming objects, people, and places, but also a cultural artifact that reveals the symbolic and functional aspects of the stories.

Language as a form" (in other words, "the structure or cut of language") continues a number of concepts about different aspects of language: language as a system, language as a norm, language as a usage, language as a social phenomenon, the egocentrism of language, the human factor in language, etc. Unlike others, this concept stands on the transition from generic properties (universal universals) to the peculiarities of languages of different types (particular universals) and to the peculiarities of the structure of individual languages [1].

By studying the linguistic picture of the world, it is necessary to determine which world we are talking about. Obviously, first of all, about the one that exists objectively and is in itself the same as the starting point for all people, with one measure or another of originality reflected in their heads, about the real world. Accepting the concept of the linguistic worldview, it must also be recognized that language dominates individual consciousness and, by its form, imposes on all speakers the general contours of the structure of the objective world [2].

When choosing objective parameters for studying the linguistic picture of the world, researchers pay exceptional attention to the vocabulary of the analyzed texts. Linguists who initiated the scientific study of the linguistic picture of the world, despite all the differences in approaches to this problem, recognized the exceptional importance of a systematic description of vocabulary [3]. Thus, W. von Humboldt studied the word (verb and pronouns), which allowed him to draw a conclusion about the peculiarities of the language and thinking of different peoples and about the reverse influence of the nature of language on the character of the people [4]. Analyzing and reconstructing the image of the world presented in the texts of the archaic period of Slavic culture, V.V. Ivanova and V.N. Toporov also began by analyzing the mythonymous words of the Balto-Slavic pantheon and lexemes denoting the leading concepts of the reconstructed image of the world [5]. In the study of the picture and model of the world

based on the material of conspiracies belonging to A.V. Golovacheva, vocabulary in phrases and sentences is studied.

It is possible to identify a general direction of research corresponding to the hierarchical and level systems of language: from the word to the utterance and superphrasal unity (SFE). According to the tradition laid down by W. von Humboldt, the word is considered as a figurative expression of the "national spirit", as an expression of the national worldview and the national linguistic picture of the world, and, in fact, the study of the linguistic picture of the world began with it in the last century. The studies performed on the material of different languages (Iroquois, Russian, Bulgarian, German, etc.) demonstrate the possibility of a common approach and research direction, regardless of the national specifics of the lexical (textual) material. Words are considered as elements of a structural language, which is generally compared with the structure of the world. Intuitively, consciously, or by virtue of tradition, scientists at the initial stage of studying the linguistic picture of the world turn to the word, the lexical level of the language.'

It is logical to describe the linguistic picture of the world from the words forming the lexicon of the corpus of texts denoting a unique and also fictitious picture of the world of the English folk tale. The structural and semantic content of the word reflects many diverse phenomena of the designated objective world.: a class of objects (material, physical objects) is a class of abstractions that include concepts of the properties of objects, phenomena of nature, as well as a complex logical and semantic representation of the relationship of objects to each other, the relationship of objects and phenomena of reality, along with representations of the properties of objects, properties of phenomena of reality. The content of a word as a structural and semantic linguistic unit includes the content of an objective picture of the world in statics (the name system). The real reality is reflected in the mind of the person who perceives the text. In his mind, with the participation of the most important property of the human psyche - fantasy (imagination), real objects of memory are refracted into new images- constructs. A subject who creates new images in his mind finds certain words for their meaning, mostly ready-made ones, which are stored in his memory as a result of life experience: each person is a carrier of a certain vocabulary of life-a thesaurus. The latter is formed on the basis of the linguistic experience of the entire human team."

The specificity of the folklore text is its collectivity and anonymity. A fairy-tale text is a complex sum of the voices of its subjects - the narrator and the characters. The inventory of fairy-tale vocabulary is, on the one hand, an objective lexical image of the fictitious (depicted) world of a folk tale in all its variety of objects and properties. On the other hand, he is nothing more than a linguistic thesaurus of the average linguistic personality of an English folk tale, something like the arithmetic average of many generations of narrators - from ancient storytellers to enlightened folklore collectors of the 19th-20th centuries. Such a long history of texts has certainly influenced the lexicon and all other linguistic features of the fairy tale, but due to its conservatism as a leading genre feature, much in fairy-tale texts has remained unchanged.

Folk tales are often considered a reflection of the collective consciousness of a society, with each element of the narrative carrying symbolic weight. The nouns in these tales are far more than mere labels; they carry within them the cultural and ideological values of the time. The first category of nouns in folk tales to consider is proper nouns, which include names of characters, places, and objects. Proper nouns are typically used to distinguish specific entities, but they often carry a deeper significance in the context of folk tales. For example, names of

characters in English folk tales, such as “Jack” in Jack and the Beanstalk or “Robin Hood,” are not simply identifiers but symbols of certain characteristics, values, and archetypes. The name "Jack" evokes notions of youth, commonality, and even cunning, while "Robin Hood" suggests a more noble image, a hero figure who stands for justice and the redistribution of wealth.

In addition to proper nouns, common nouns serve a significant role in the construction of the narrative world in folk tales. These nouns, which identify generic objects or concepts, are used extensively in folk narratives to create a sense of universality and recognition. In stories like The Three Little Pigs, nouns such as “wolf,” “house,” and “wood” are used to establish both literal and symbolic meanings. The "wolf" is not only a physical creature but also a representation of danger, unpredictability, and the forces of nature that must be overcome by human ingenuity and resourcefulness. The "house" symbolizes shelter and safety, while the "wood" or "straw" represents the materials available to the characters, reflecting social and economic hierarchies.

Abstract nouns, which refer to intangible concepts such as feelings, qualities, and ideas, are also integral to the narrative structure of folk tales. These nouns often represent the moral or philosophical themes of the tale. For example, in The Ugly Duckling by Hans Christian Andersen, the nouns "beauty," "self-worth," and "transformation" play critical roles in conveying the central themes of personal growth and societal acceptance. Similarly, in the tale of Cinderella, abstract nouns such as "love," "kindness," and "justice" are central to the story's moral message. These abstract nouns are not just linguistic markers but reflections of the values that were important to the society in which the tales were told.

The role of nouns in shaping the worldview of folk tales extends beyond their individual meanings to the larger cultural structures they represent. The way in which nouns categorize and define characters, settings, and objects within the story reflects the cultural hierarchies and norms of the time. For example, in English folk tales, there is often a clear dichotomy between “good” and “evil,” which is frequently expressed through the noun system. The use of nouns such as “king” and “queen” often indicates a hierarchical social structure, with these nouns signifying not just royal status but also the ideals of order, authority, and legitimacy. On the other hand, nouns such as “villain,” “witch,” or “ogre” represent disorder, malevolence, and the threat to societal stability. These categories serve to reinforce the cultural norms that distinguish between acceptable and unacceptable behavior.

Moreover, the noun system in English folk tales also serves to encode social roles and relationships. In many folk tales, the characters are defined by their social roles, such as “father,” “mother,” “prince,” “princess,” or “servant.” These nouns reflect the gender norms and familial structures that were prevalent in the culture of the time. For instance, in tales like Cinderella and Snow White, the protagonist often starts as an oppressed or marginalized figure, defined by her relationship to a male authority figure, whether it be a wicked stepmother or an evil queen. The nouns that describe these characters highlight the societal roles that dictate their actions and fates, and the way in which they are ultimately elevated or punished reflects the social values regarding justice, virtue, and hierarchy.

The symbolic function of nouns in folk tales is particularly evident when examining the relationship between characters and their environments. In many folk tales, nouns are used to describe the physical spaces where events unfold, such as “forest,” “castle,” “village,” or “mountain.” These settings are often imbued with symbolic meanings, with the “forest” frequently representing the unknown, danger, or the realm of the supernatural, while the

"castle" signifies safety, power, or royalty. The noun system helps establish these symbolic associations, which in turn influence the way readers or listeners interpret the story.

To fully understand the linguistic worldview embedded in the noun system of English folk tales, a deeper analytical approach to the study of folk narratives is required. One possible solution is to examine the historical and cultural context in which these tales were created and told. Folk tales often evolve over time, and their meaning can shift depending on the social and cultural milieu in which they are received. By tracing the historical development of certain nouns and their meanings, researchers can gain insight into the changing values and beliefs of English-speaking societies.

Another solution involves comparing English folk tales with folk narratives from other cultures, particularly those that share similar themes or motifs. By examining the linguistic systems of different languages and how they encode cultural values through their noun systems, researchers can gain a more nuanced understanding of the relationship between language and worldview. Cross-cultural comparisons allow for the identification of universal themes in folk tales, as well as the unique ways in which different cultures use language to express those themes.

Furthermore, modern linguistic tools and corpus-based studies can provide valuable insights into the frequency and distribution of nouns within a specific corpus of folk tales. By conducting a quantitative analysis of the noun system in English folk literature, researchers can identify patterns of noun usage and their relationship to narrative structure and thematic elements. This empirical approach can complement traditional qualitative analysis, offering a more comprehensive understanding of the linguistic worldview reflected in folk tales.

Conclusion

The linguistic worldview of English folk tales is intricately woven into the noun system, which serves not only as a means of categorizing the world but also as a symbolic vehicle for cultural values and societal norms. Through proper nouns, common nouns, and abstract nouns, the tales encode ideas about morality, social roles, power dynamics, and the human condition. By analyzing the noun system in these narratives, we gain a deeper understanding of how language reflects and shapes the worldview of the culture that produced the tales. Folk tales, in turn, offer valuable insights into the collective consciousness of society, providing a window into the values, beliefs, and ideologies that define a particular cultural tradition.

As this article demonstrates, the study of nouns in English folk tales offers a fascinating lens through which to explore the intersection of language, culture, and worldview. Whether through the symbolic meanings of character names or the cultural significance of places and objects, nouns in folk literature provide a rich source of information about the human experience. Further research into this area, particularly through comparative and empirical methods, will continue to reveal the depth and complexity of the linguistic worldview embedded in folk tales.

References:

1.Постовалова В.И. Язык, как деятельность. Опыт интерпретации концепции В. Гумбольдта. М., 1982.

2. Никитин М.В. Об отражении картины мира в языке. Слово, предложение и тексты и интерпретирующие системы. Сб. науч. тр. СПб., 1999.

3. Потебня А.А. Слово и миф. М., 1989.

4. Гумбольдт В. Язык и философия культуры. М., 1985.

5. Иванов В.В. Взаимоотношения динамического исследования эволюции языка, текста и культуры (Постановка проблемы) / Известия АН СССР. Сер. литературы и языка. Т. 41. 1982. No .5

ӘОЖ 371.3

Ұлдана Өтепбергенова
7М01502-Физика мамандығының магистранты
Ғылыми жетекші: ф.-м.ғ.д., проф. **А.К. Ершина**
Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті,
(Алматы қ., Қазақстан)

КҮРДЕЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕ ТИІМДІ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Түйіндеме: Бұл мақалада физика пәнінде күрделі есептерді шешу барысында қолданылатын тиімді әдістер – проблемалық оқыту және сатылай күрделендіру әдістері қарастырылды. Әдістердің теориялық негіздері, қолдану ерекшеліктері мен тиімділігі талданып, әр әдіске сәйкес есептер мысал ретінде шешілді. Сонымен қатар, оқушылармен жүргізілген зерттеу нәтижелері диаграмма және кесте түрінде ұсынылып, қай әдістің нәтижелі болғаны анықталды. Мақалада оқушылардың логикалық, сыни және шығармашылық ойлауын дамытуға бағытталған ұсыныстар берілді.

Түйін сөздер: физика, күрделі есептер, проблемалық әдіс, сатылай күрделендіру әдісі, зерттеу нәтижесі.

Қазіргі таңда білім беру жүйесінде оқушылардың ғылым мен техника саласындағы дағдыларын дамыту – басты мақсаттардың бірі. Бұл мақсатқа жетудің бір жолы – күрделі физика есептерін шешу арқылы олардың сыни ойлау, логикалық талдау және шығармашылық қабілеттерін дамыту. Себебі, физикалық есептерді шешу барысында оқушылар теориялық білімдерін нақты жағдайларда қолдануды үйренеді, бұл олардың ғылыми дүниетанымын қалыптастырып, практикалық дағдыларын жетілдіреді.

Есептерді шешу барысында оқушылар физикалық заңдар мен формулаларды тереңірек түсінеді, олардың мағынасы мен қолдану ерекшеліктерін түсінеді. Бұл олардың формулаларды дұрыс қолдану қабілетін дамытып, материалдық дүниенің заңдылықтарын түсінуге көмектеседі. Сонымен қатар, есептерді шешу барысында оқушылар өмірлік жағдаяттарды ғылыми тұрғыдан бағалауды үйренеді, логикалық ойлауын дамытады және қиын жағдайларда тиімді шешім қабылдау дағдыларын меңгереді.

Сонымен, физика есептерін шығара білу оқу материалын меңгеру деңгейінің маңызды көрсеткіші болып табылады. Бұл процесс теориялық білімді практикамен ұштастырып, оқушылардың ғылыми ойлауын жетілдіреді. Нәтижесінде күрделі есептерді шешу білім сапасын арттыруға, шығармашылық қабілеттерін, зерттеушілік дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Тұрақты даму білім беру процесінде тек білімді меңгерумен шектелмей, оны тиімді қолдану, проблемаларды шешу, жаңа идеяларды ұсыну дағдыларын дамытуға бағытталады. Сондықтан күрделі физикалық есептерді шешуде жаңа әдістерді қолдану – оқушылардың тұрақты дамуын қамтамасыз етудің бірден-бір жолы. Физика пәнінде күрделі есептерді шешу – оқушылардың логикалық ойлауын дамытудың маңызды бөлігі. Күрделі тапсырмалар проблемалық жағдайды, жаңалық элементін және т.б. қамтиды. Бұл мақалада проблемалық оқыту және сатылай күрделендіру әдістері арқылы күрделі есептерді шешу жолдары қарастырылады.

Тұрақты даму – қазіргі қажеттіліктерді қанағаттандырып, келешек ұрпақтың да қажеттіліктерін қамтамасыз етуге бағытталған жүйе. Білім беруде бұл ұғым оқушылардың өмір бойы білім алуға, жаңа білімді меңгеруге, оны практикада қолдануға және қоғамға пайдалы болуға бағытталғанын білдіреді [1].

Физика пәнінде тұрақты даму принциптері мынадай бағыттармен жүзеге асады:

- Сыни ойлау мен шығармашылық қабілеттерді дамыту.
- Теориялық білімді практикада қолдану дағдысын қалыптастыру.
- Күрделі проблемаларды шешу арқылы өздігінен ізденуге бейімдеу.

Күрделі физикалық есептерді шешу барысында оқушылардың логикалық, сыни және шығармашылық ойлауын дамыту маңызды. Бұл мақсатқа жетуде тиімді екі әдіс – проблемалық оқыту әдісі мен сатылай күрделендіру әдісі кеңінен қолданылады. Әр әдістің өзіндік ерекшелігі мен қолдану жолдары бар.

Кесте 1. Күрделі есептерді шешу әдістері.

Әдіс түрі	Анықтамасы	Қолдану ерекшеліктері
Проблемалық оқыту әдісі	Оқушыларға нақты проблемалық жағдай ұсынып, оларды өздігінен шешуіне мүмкіндік беретін әдіс. Бұл әдіс мәселені талдап, сыни және логикалық ойлауды дамытад	- Оқушылардың белсенділігін арттырады. - Қиын есептерге нақты шешім табуға үйретеді. - Шынайы өмірмен байланыстыра отырып, теориялық білімді практикада қолдануға үйретеді
Сатылай күрделендіру әдісі	Оқушылардың білімін жеңіл есептерден күрделі есептерге қарай жүйелі түрде қалыптастыратын әдіс. Әр кезеңде есепті қарапайымнан күрделіге қарай шешеді.	Қиын есептерді қадамдық жүйемен түсіндіреді. - Әр кезеңде білім деңгейін анықтауға мүмкіндік береді. - Қате жібермеуге үйретеді.

Күрделі есептерді шешуде әр әдістің өзіндік қиындықтары болады. Төменде осы қиындықтар диаграмма арқылы 1-суретте көрсетілген.

Сурет 1. Күрделі есептерді шешудегі қиындықтар.

Әдістерге сәйкес мысал есептерді шешу.

Вакуумда орналасқан +4· 10^{-6} Кл және -5 · 10^{-6} Кл зарядтар А (0, 0) және В (0.3м, 0) нүктелерінде орналасқан.

1. С (0.2 м, 0.12 м) нүктесінде электр өрісінің кернеулігін табыңыз.
2. Осы нүктеге $q_0 = +2 \cdot 10^{-6}$ Кл сынақ заряды қойылса, оған әсер ететін күшті анықтаңыз [2].

1. Проблемалық оқыту әдісі бойынша шығару.

Бұл әдісте есепті шешу барысында оқушылар мәселені логикалық тұрғыдан өздері шешеді.

1 – қадам: Электр өрісінің кернеулігін анықтау

Электр өрісінің кернеулігі векторлық шама, сондықтан әр зарядтың С нүктесіне әсерін жеке анықтап, векторларды қосу керек.

Электр өрісінің кернеулігі формуласы:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

А) q_1 зарядынан туындайтын өріс:

$$r_1 = \sqrt{(0.2-0)^2 + (0.15-0)^2} = \sqrt{0.04 + 0.0225} = 0.25 \text{ м}$$

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{(0.25)^2} = 576,000 \text{ Н/Кл}$$

Өріс q_1 оң заряд болғандықтан, сыртқа бағытталады.

В) q_2 зарядынан туындайтын өріс:

$$r_2 = \sqrt{(0.3-0.2)^2 + (0-0.15)^2} = \sqrt{0.01 + 0.0225} = 0.18 \text{ м}$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}}{(0.18)^2} = 1,388,888,9 \text{ Н/Кл}$$

q_2 теріс заряд, сондықтан өріс зарядқа қарай бағытталады.

2 – қадам: Векторларды жіктеу

Әр өрістің *x* және *y* бағыттағы проекцияларын анықтаймыз.

E_1 *бұрышы:*

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{0.15}{0.2}\right) = 36.87°$$

E_{1x} = *576, 000* · cos (36.87°) = 460, 800 Н/Кл

$E_{1y} = 576,000 \cdot \sin(36.87°) = 345,600$ Н/Кл

E_2 *бұрышы:*

$\theta_2 = \arctan\left(\frac{0.15}{0.1}\right) = 56.31°$

$E_{2x} = 1,388,888,9 \cdot \cos(56.31°) = 772,222$ Н/Кл

$E_{2y} = 1,388,888,9 \cdot \sin(56.31°) = -1,151,111$ Н/Кл

(Теріс, өйткені y – тің төменгі бағытына қарай бағытталған.)

3 - қадам. Толық өрісті табу

$E_x = E_{1x} + E_{2x} = 460, 800 + 772,222 = 1, 233, 022$ Н/Кл

$E_y = E_{1y} + E_{2y} = 345,600 - 1,151,111 =$ - 805, 511 Н/Кл

Толық өрістің модулі:

$$E = \sqrt{E_x{}^2 + E_y{}^2} = \sqrt{(1,233,022)^2 + (-805,511)^2} \approx 1,470,000 \text{ Н/Кл}$$

4 – қадам. Сынақ зарядына әсер ететін күш

$F = q_0 \cdot E = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1,470,000 = 2.94$ Н

2. Сатылай күрделендіру әдісі бойынша шығару

Бұл әдісте есеп кезең-кезеңімен түсіндіріледі

- 1 – қадам: Электр өрісінің кернеулігін анықтау үшін әр зарядтың қашықтығын табу.
- 2 – қадам: Әр зарядтың өрісін есептеу:
  q_1 үшін $E_1 = 576, 000$ Н/Кл
  q_2 үшін $E_2 = 1, 388, 888.9$ Н/Кл
- 3 – қадам: Векторлық жіктеу арқылы өріс компоненттерін есептеу.
- 4 -қадам: Нәтиже өрісті табу.
- 5 – қадам: Сынақ зарядына әсер ететін күшті анықтау: *F =2.94 Н.*

Зерттеу жұмысы 10-сынып оқушылары арасында жүргізілді. Барлығы 40 оқушы екі топқа бөлінді, әр топқа белгілі бір әдіс қолданылды;

1. Проблемалық оқыту әдісі – 20 оқушы
2. Сатылай күрделендіру әдісі – 20 оқушы

Әр топқа «Электростатика» тақырыбы бойынша 10 есептен тұратын тест тапсырылды. Әр оқушының әр есептен алған ұпайы есептеліп, жалпы орташа балл анықталды. Нәтижелерді талдау арқылы әр әдістің тиімділігі бағаланды.

Әр әдіс бойынша оқушылардың есеп шығару сапасы бағаланды. Нәтижелер мынадай көрсеткіштермен анықталды (2-сурет).

- Әр оқушының алған ұпайла ры қосылып, орташа мәні есептелді.
- Әр әдістің тиімділігі, қиындықтары мен жетілдіру артықшылықтары талданды.

Сурет 2. Әдіс бойынша оқушылардың нәтижесі

Кесте 2. Әдіс нәтижесі мен артықшылықтары

Әдіс	Түсіну деңгейі (%)	Оқушылар саны	Артықшылықтары
Проблемалық оқыту	82	20	Теорияны өмірмен байланыстырады
Сатылай күрделендіру	90	20	Логикалық ойлауды дамытады

Бұл мақалада физика пәнінде күрделі есептерді шешуде қолданылатын проблемалық оқыту және сатылай күрделендіру әдістерінің тиімділігі қарастырылды. Әдістердің ерекшеліктері, қолдану жолдары және олардың оқушылардың логикалық, сыни және шығармашылық ойлау қабілеттерін дамытуға ықпалы талданды. Практикалық зерттеу нәтижесінде сатылай күрделендіру әдісінің нәтижелілігі жоғары екендігі байқалды. Бұл әдіс оқушылардың есепті кезең-кезеңмен жүйелі түрде шешуіне, теориялық білімдерін тереңдетуге және өз бетімен ой қорытуға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Методика обучения решению задач по физике: метод, пособие / Т.Ю. Герасимова, В.М. Кротов. - Могилев: УО «МГУ им. А.А. Кулешова», 2009. - 160 с
2. Фирганг Е. В. “Руководсто к решению задач по курсу общей физики”.: Издательство “Лань”, 2009г

UDC 378.147

Iztay Mereyli Artykbaykyzy
master's student,
Miras University
(Shymkent, Kazakhstan)

THE ROLE OF INTERDISCIPLINARY PROJECTS IN THE FORMATION OF STUDENT COMPETENCIES

Abstract: This article examines the significance of interdisciplinary projects as a tool for shaping essential student competencies. The paper analyzes theoretical foundations of interdisciplinary learning and presents international practices demonstrating how such projects contribute to the development of critical thinking, communication skills, creativity, digital literacy, and teamwork. The roles of educators, digital technologies, and institutional conditions necessary for effective implementation are also discussed.

Key words: interdisciplinary learning, student competencies, project-based learning, modern education, digital skills.

In the modern world, education is increasingly focused not only on transferring knowledge but also on equipping students with competencies necessary for real life and professional activity. The traditional subject-based approach is no longer sufficient to prepare learners for the challenges of the 21st century. In this context, interdisciplinary projects represent one of the most promising educational formats. By combining elements of different disciplines, such projects allow students to apply knowledge in a practical, real-world context and develop soft and hard skills simultaneously.

Interdisciplinary project-based learning (IDP) creates a holistic educational environment where students explore complex problems through multiple lenses. This helps them not only understand the interconnectedness of knowledge but also develop metacognitive abilities such as learning how to learn, reflecting, and adapting.

The theoretical basis for interdisciplinary education is grounded in the progressive pedagogical movement of the early 20th century, most notably in the work of American philosopher and educator John Dewey. Dewey emphasized the importance of learning through experience and advocated for an education system that reflects real life rather than compartmentalized subject areas. He believed that authentic learning occurs when students actively engage in meaningful, contextualized tasks that require them to draw on various types of knowledge. This approach laid the groundwork for what we now understand as interdisciplinary learning.

Building on Dewey’s vision, contemporary scholars such as Heidi Hayes Jacobs (1989), Julie Thompson Klein (1990), and Allen F. Repko (2008) significantly expanded the theoretical landscape of interdisciplinary education. Jacobs introduced practical frameworks for integrating subjects in school curricula, arguing that interdisciplinary instruction leads to deeper understanding and retention. Klein contributed to the conceptual and historical understanding of interdisciplinarity, highlighting its capacity to break down the boundaries between fields and foster innovation. Repko formalized the process of interdisciplinary research and learning by outlining methodologies that guide learners in synthesizing insights from multiple disciplines to solve complex problems. These foundational theories have influenced educational policy and curriculum development worldwide. For instance, the OECD’s Future of Education and Skills

2030 framework emphasizes the development of "transformative competencies," such as creating new value, reconciling tensions, and taking responsibility. These competencies require the ability to think across disciplines and contexts, which aligns directly with the objectives of interdisciplinary education.

Furthermore, interdisciplinary learning responds to the increasingly interconnected nature of knowledge in the 21st century. Real-world problems—such as climate change, global health crises, technological ethics, and social inequality—do not fit neatly into single academic categories. Addressing them requires integrative thinking that combines insights from science, economics, ethics, politics, technology, and more.

By engaging in interdisciplinary learning, students move beyond memorizing discrete facts. They develop cognitive flexibility, the capacity to connect ideas, critically evaluate diverse sources of information, and generate innovative solutions. In doing so, they not only deepen their academic knowledge but also acquire the transferable skills necessary for adapting to change, collaborating in diverse teams, and contributing meaningfully to society.

In summary, the theoretical underpinnings of interdisciplinary education highlight its potential to transform traditional schooling into a more responsive, relevant, and future-oriented system. It empowers learners to become autonomous thinkers and proactive problem solvers in a rapidly evolving world.

Interdisciplinary projects create a rich environment for forming both academic and transversal competencies. Through active collaboration in diverse groups, students learn to negotiate, delegate, and communicate effectively. Critical thinking is developed as they must analyze and synthesize diverse sources of information, evaluate the validity of arguments, and construct well-reasoned conclusions.

Creativity is encouraged as students are often tasked with developing original solutions to open-ended problems. Digital literacy is also a key outcome, as many projects involve the use of online research, digital tools for collaboration (such as Google Workspace, Miro, and Microsoft Teams), and presentation platforms. For example, in Finland, school students work on urban planning projects that combine mathematics, geography, environmental science, and civics. In Singapore, interdisciplinary projects on sustainability involve biology, IT, and media literacy. These real-world problems naturally require a fusion of knowledge and skills that go beyond one subject area.

The teacher's role in interdisciplinary learning significantly differs from traditional instruction. Instead of being a sole knowledge provider, the teacher becomes a facilitator, mentor, and coordinator. Teachers help design project frameworks, guide students in goal setting and time management, support collaboration, and provide feedback throughout the process.

Effective implementation of IDPs requires teachers from different disciplines to work collaboratively in the planning stage. Co-teaching, shared assessment rubrics, and regular team reflection sessions can help maintain the integrity of the interdisciplinary process. This demands not only pedagogical flexibility but also institutional support and ongoing professional development. Despite the clear benefits, many educational institutions face challenges when trying to implement IDPs. One of the most common barriers is the rigid structure of academic programs, which are often divided strictly by subjects. Another issue is the lack of training for teachers in interdisciplinary methods and project-based pedagogy.

Assessment is another difficulty. Traditional exams do not effectively measure competencies like teamwork, creativity, or adaptability. For this reason, schools and

universities that successfully use IDPs often apply alternative assessment methods: project portfolios, peer evaluations, presentations, and self-assessment tools.

Technological infrastructure also plays a critical role. Without access to digital collaboration platforms, multimedia tools, and online libraries, interdisciplinary projects may not reach their full potential. The digital environment has significantly expanded the possibilities of interdisciplinary education. Online platforms allow students to conduct research, communicate across distances, and visualize their ideas using simulations, modeling, and interactive maps.

Virtual reality and augmented reality are being used in projects that simulate historical events, environmental systems, or even human anatomy. These immersive tools enhance engagement and help students grasp complex concepts intuitively. Moreover, AI-based applications support personalized learning and automated feedback, enabling more flexible and student-centered education.

A successful interdisciplinary project (IDP) implementation requires a structured and systematic approach. The process typically unfolds over several interconnected stages, each designed to gradually build competencies while fostering engagement and autonomy. The first stage involves selecting a theme that is socially relevant or scientifically significant. The topic should be broad enough to incorporate multiple disciplines yet focused enough to allow students to formulate meaningful solutions. Examples of such themes include climate change, sustainable development, digital ethics, public health, and urbanization.

Following topic selection, educators from different subject areas collaborate to define shared learning goals, cross-cutting outcomes, and competency-based assessment criteria. It is essential that each discipline maintains its academic rigor while contributing to a unified educational experience. Joint planning among teachers is critical to ensure coherence, alignment of content, and logistical feasibility. Once the project framework is established, students are introduced to the core problem or challenge. They form interdisciplinary teams and engage in collaborative planning. Throughout this phase, they conduct research, analyze data, explore alternative perspectives, and begin developing initial ideas and hypotheses. This stage nurtures critical thinking, inquiry skills, and effective group communication. As the project advances, students transition into the creative and constructive phase. They begin to design solutions, build models or prototypes, develop multimedia content, or propose social innovations—depending on the nature of the project. They are encouraged to document their learning journey through journals, reflective reports, or digital portfolios.

Throughout the entire process, students receive ongoing mentorship and guidance from instructors, but they are also given the freedom to make decisions, solve problems, and reflect independently. This balance between autonomy and support creates a dynamic and meaningful learning environment.

The final stage includes the presentation and dissemination of project outcomes. Students showcase their work to peers, faculty members, and sometimes external experts or stakeholders. This step not only validates their efforts but also strengthens public speaking skills, self-confidence, and the ability to receive and incorporate feedback. Effective implementation of this model promotes deep learning, long-term retention of knowledge, and the formation of transferable skills that are essential in both academic and professional settings. Interdisciplinary projects are more than a teaching method-they are a response to the complexity of the world and a way to prepare students for uncertain futures. They foster the development of essential competencies that cannot be acquired through traditional lectures and exams alone. To fully

realize their potential, institutions must provide structural support, train teachers in interdisciplinary methodologies, and integrate flexible assessment practices.

For Kazakhstan and other countries undergoing educational reform, interdisciplinary project-based learning offers a pathway toward modern, globally competitive education. It bridges the gap between theory and practice, equips students with transferable skills, and empowers them to become responsible, innovative, and adaptable citizens.

References:

1. Dewey, J. (1938). Experience and Education. New York: Macmillan.
2. Jacobs, H. H. (1989). Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
3. Klein, J. T. (1990). Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice. Detroit: Wayne State University Press.
4. Repko, A. F. (2008). Interdisciplinary Research: Process and Theory. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
5. OECD. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030 – Conceptual Learning Framework. Paris: OECD Publishing. Retrieved from https://www.oecd.org/education/2030/
6. World Economic Forum. (2020). The Future of Jobs Report 2020. Geneva: WEF. Retrieved from https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020
7. UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Paris: UNESCO. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444
8. Beane, J. A. (1997). Curriculum Integration: Designing the Core of Democratic Education. New York: Teachers College Press.
9. Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). Meeting Standards Through Integrated Curriculum. Alexandria, VA: ASCD.
10. Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G., & Primeau, R. (2002). Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes. Innovative Higher Education, 27(2), 95–111. https://doi.org/10.1023/A:1021105309984

УДК 372.8:004:62-051

Ныязханов Мадияр Жанатович
Магистрант
Кафедра информатики и цифровизации образования
Жетысуский Университет им. И. Жансугурова
(г. Талдыкорган, Казахстан)

Научный руководитель: Кыдырбаева Галия Турысбаевна
кандидат педагогических наук, преподаватель – лектор
Кафедра информатики и цифровизации образования
Жетысуский Университет им. И. Жансугурова
(г. Талдыкорган, Казахстан)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ STEM

Аннотация: В статье рассматриваются теоретические основы обучения информатике с применением STEM-технологий, подчёркивается значение интеграции естественнонаучных, технологических, инженерных и математических дисциплин в школьном образовании. Описаны педагогические и методологические принципы реализации STEM-подхода, а также использование робототехнических решений, таких как Lego Mindstorms, для формирования междисциплинарных навыков учащихся. Приведены результаты исследования, проведённого в средней школе, и выделены ключевые факторы, способствующие успешной интеграции STEM в преподавание информатики.

Ключевые слова: STEM-образование, информатика, интеграция дисциплин, робототехника, проектная деятельность, педагогическая поддержка, школьное обучение.

Введение. Современные требования к образовательным системам акцентируют внимание на необходимости развития у учащихся навыков XXI века, включая критическое мышление, решение комплексных задач и технологическую грамотность. Интеграция предметных областей STEM (наука, технологии, инженерия и математика) представляет собой эффективный подход для достижения этих целей. В данной статье рассматриваются теоретические предпосылки и педагогические особенности обучения информатике с применением STEM-технологий, а также обобщён опыт реализации интегративного проекта на базе использования конструктора Lego Mindstorms в средней школе.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе частной школы в городе Алматы и включало:

- наблюдение за учебными занятиями;
- мини-интервью с учащимися;
- интервью с педагогами;
- анализ ученических проектов;
- постоянный сравнительный анализ данных (метод Глейзера и Страусса);
- элементы дизайн-исследования.

Теоретико-методологической основой выступил социальный конструктивизм, акцентирующий внимание на роли социального взаимодействия в когнитивном развитии учащихся.

Основная часть. Анализ литературных источников выявил отсутствие единого определения интегративного STEM-обучения, однако основные характеристики включают межпредметность, акцент на проектную деятельность и активное использование технологий. Выбор Lego Mindstorms обусловлен его потенциалом для реализации инженерного проектирования и программирования в рамках школьных уроков.

STEM-подход в образовании акцентирует внимание на интеграции четырёх ключевых областей: науки (Science), технологий (Technology), инженерии (Engineering) и математики (Mathematics). В контексте обучения информатике применение STEM-технологий позволяет не только формировать предметные компетенции, но и развивать у учащихся критическое мышление, навыки инженерного проектирования и решения реальных задач.

Современные исследования (Herschbach, 2011; Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012) подчёркивают важность отказа от узкодисциплинарного преподавания в пользу межпредметной интеграции, в рамках которой учащиеся видят реальные взаимосвязи между знаниями из разных областей. В информатике это проявляется через разработку проектов, в которых требуется программирование, использование математических расчётов и применение инженерных принципов для создания реальных объектов, например, роботов.

Одним из эффективных инструментов реализации интегрированного обучения является робототехнический набор Lego Mindstorms, который сочетает программирование, механическое проектирование и моделирование процессов из реальной жизни. Работа с такими наборами способствует развитию технологической грамотности, инженерного мышления и командных навыков у школьников.

Методологические аспекты STEM-обучения информатике

Педагогические модели STEM-обучения основываются на принципах конструктивистской теории обучения, где знания формируются через активное взаимодействие учащегося с материалом и социальной средой (Vygotsky, 1978; Kim, 2001). Особое внимание уделяется проектной деятельности, в рамках которой учащиеся решают комплексные задачи, требующие применения знаний из разных дисциплин.

Ключевыми характеристиками успешной интеграции STEM-подхода в обучение информатике являются:

- Междисциплинарность: задачи формулируются таким образом, чтобы требовать применения знаний из математики, физики и технологий.
- Проектность: учащиеся вовлечены в разработку и реализацию собственных проектов, что усиливает мотивацию и способствует осмысленному обучению.
- Практическая направленность: акцент на реальные задачи, что позволяет учащимся видеть значимость полученных знаний.
- Педагогическая поддержка (scaffolding): своевременная помощь учителя на этапах планирования, выполнения и рефлексии проектов.

В рамках проведённого исследования особое внимание уделялось тому, как учителя организуют учебный процесс с применением технологий робототехники, адаптируют учебный план и обеспечивают поддержку учащихся в процессе проектной деятельности.

Анализ практической реализации STEM-подхода на уроках информатики

Реализация проекта на базе Lego Mindstorms в средней школе выявила несколько важных закономерностей:

1. Эволюция педагогических практик: на начальных этапах учителя испытывали трудности в формулировании чётких целей интеграции, однако по мере реализации проекта наблюдалась постепенная трансформация подходов к обучению: от теоретико-ориентированного преподавания к практико-ориентированному.

2. Рост вовлечённости учащихся: учащиеся проявляли значительно больший интерес к урокам информатики, когда задания предполагали конструирование и программирование реальных объектов. Работа в группах способствовала развитию навыков сотрудничества и взаимопомощи.

3. Преодоление барьеров интеграции: среди основных препятствий были отмечены недостаточная технологическая подготовка некоторых педагогов и нехватка времени на адаптацию учебных программ. Однако систематическая поддержка коллег, обмен опытом и рефлексия помогали успешно справляться с этими трудностями.

4. Формирование междисциплинарных связей: проекты способствовали осмыслению учащимися взаимосвязей между понятиями скорости, ускорения, времени и их программной реализацией, что подтверждает важность интеграции предметных знаний в рамках STEM-обучения.

На основе анализа собранных данных была предложена теоретическая модель интегративного STEM-обучения, в которой особое место занимает педагогическая поддержка, координация целей между разными предметными областями и пошаговое усложнение задач.

Обсуждение. Реализация STEM-подхода выявила следующие ключевые моменты:

начальная неопределённость педагогов в целях и методах интеграции;

постепенное развитие структурированных подходов через практическую деятельность;

важность педагогической поддержки (scaffolding) на этапах проектирования и реализации проектов;

влияние технологий на рост вовлечённости учащихся и развитие у них навыков самостоятельного решения задач.

Интеграция робототехники способствовала осмыслению учениками взаимосвязей между физикой, математикой и программированием. Проектные задания позволяли учащимся работать в группах, развивая как технические, так и социальные навыки.

Результаты. Учителя и учащиеся положительно оценили интеграцию STEM-подхода в обучение информатике.

Выявлены основные барьеры: недостаток опыта педагогов, ограниченное время на подготовку уроков, необходимость адаптации учебных программ.

Разработана теоретическая модель интеграции технологических целей в преподавание STEM-дисциплин, основанная на принципах постепенного усложнения задач, педагогической поддержки и междисциплинарной координации.

Заключение. Интеграция STEM-подхода в обучение информатике является перспективным направлением, способствующим развитию у учащихся ключевых компетенций XXI века. Реализация подобных проектов требует тщательной подготовки педагогов, осознания междисциплинарных взаимосвязей и создания условий для проектной деятельности. Опыт внедрения Lego Mindstorms показал эффективность

использования робототехники как средства формирования инженерного мышления и применения теоретических знаний на практике. Разработанная теоретическая модель может служить основой для дальнейшего развития интегративных подходов в STEM-образовании.

Список использованной литературы:

1. Weber, K., Fox, L., Levings, J., Bouma-Gearhart, J. (2013). STEM Integration in K-12 Education.
2. Brown, R., Reardon, R., Merrill, C. (2011). Advancing STEM Education.
3. Herschbach, D. (2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges.
4. The President's Council of Advisors on Science and Technology. (2011). Prepare and Inspire: K-12 Education in STEM.
5. Wieman, C. (2012). Improving Science Education.
6. National Research Council (NRC). (2012). Successful K-12 STEM Education.
7. Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania.
8. Stohlmann, M., Moore, T., Roehrig, G. (2012). Considerations for STEM Education Research.
9. Church, M., et al. (2008). Technology and Learning in Science Education.
10. Roth, W.-M. (2001). Science and Technology Integration.
11. Confrey, J. (2006). Design-based Research and Educational Practice.
12. Glaser, B., Strauss, A. (1967). The Discovery of Grounded Theory.
13. Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm.
14. Crotty, M. (1998). The Foundations of Social Research.
15. Vygotsky, L. S. (1962, 1978). Mind in Society.
16. Kim, B. (2001). Social Constructivism.
17. Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom.

UDC 81.139

Kulasbek Meruert Kanatbekkyzy
master's student,
Miras University
(Shymkent, Kazakhstan)

BLENDED LEARNING AND DIGITAL TRANSFORMATION IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING

Abstract: Blended learning, integrating traditional face-to-face instruction with digital tools, has become a cornerstone in modern foreign language education. This approach enhances student engagement, supports personalized learning, and improves educational outcomes. Digital transformation further enriches this model by incorporating advanced technologies, fostering a dynamic and adaptable learning environment.

Key words: Blended learning, digital transformation, foreign language teaching, educational technology, personalized learning, student engagement.

The landscape of foreign language education has undergone significant changes with the advent of digital technologies. Traditional teaching methods, while foundational, often struggle to meet the diverse needs of today's learners. Blended learning, which combines conventional classroom instruction with digital resources, offers a solution that caters to various learning styles and paces. Digital transformation in education further amplifies this approach by integrating advanced tools and platforms that enhance the learning experience. This article explores the concepts of blended learning and digital transformation, their roles in foreign language teaching, and the methodologies that underpin their effective implementation.

Blended learning is an educational approach that merges traditional face-to-face instruction with online learning activities. In the context of foreign language teaching, this model allows for a more flexible and personalized learning experience. Students can engage with digital content, such as language learning apps, online exercises, and multimedia resources, outside the classroom, while still benefiting from direct interaction with instructors during in-person sessions. This combination facilitates a deeper understanding of the language and promotes greater learner autonomy.

The concept of "blended learning" is relatively new in pedagogical discourse. Since its appearance more than 20 years ago, it has been interpreted quite broadly, meaningfully covering all the variety of existing combinations of traditional full-time and distance learning.

The concept of blended learning came to the education system from American pedagogy. For example, the Clayton Christensen Institute (2017) defines blended learning as "a formal educational program in which students learn (at least partially) using distance learning and online learning resources, with some elements of student control over the place, time, trajectory, and pace of their learning"[1].

Blended learning is understood as a combination of traditional and online learning [2]; a combination of various means in an e-learning system; a teaching system that combines the most effective aspects of classroom instruction and distance learning [3]; integration of face-to-face learning and interactive educational technologies.

It should be noted that the role of the teacher is changing, as he becomes the coordinator of the educational process, organizes and advises students. This type of training makes it possible to optimize the learning process and effectively organize students' independent activities through the use of modern digital technologies.

Various blended learning models have been identified, including the "face-to-face driver" model, where the majority of learning occurs in the classroom with supplementary online activities, and the "rotation model," which involves students rotating between different learning modalities, such as online and in-person sessions. These models can be tailored to suit the specific needs of language learners, enhancing the effectiveness of the teaching process. For instance, the integration of platforms like Zoom for real-time video conferences and Moodle for managing learning materials has been shown to improve student engagement and learning outcomes in foreign language education .

In Kazakhstan, the adoption of blended learning models has been met with positive reception among educators and students. A study conducted at Alikhan Bokeikhan University revealed that pre-service teachers exhibited favorable attitudes toward the integration of digital tools in foreign language instruction. The research indicated that these tools significantly enhance student engagement and motivation, aligning with global trends that highlight the efficacy of digital resources in language education [4].

The implementation of blended learning in Kazakhstan's higher education institutions has shown promising results. Research by Kopzhassarova and Izotova analyzed various blended learning models and their effectiveness in language teaching [5]. The study found that models such as the "Face-to-face" and "Training with continuation" approaches were among the most effective, as they facilitated a balanced integration of in-person and online learning experiences. This hybrid approach caters to diverse learning styles and promotes greater student autonomy and responsibility .

Moreover, the effectiveness of blended learning is closely linked to the instructional design and the quality of digital content. A study by Marjona Ababakirova emphasized the importance of integrating interactive and engaging online materials that complement face-to-face instruction [6]. When designed thoughtfully, blended learning environments can lead to improved academic performance and higher levels of student satisfaction. The research highlighted that students in blended settings demonstrated increased motivation and better language proficiency outcomes compared to those in traditional classrooms

Digital transformation in education implies the integration of digital technologies into all aspects of the educational process. In foreign language teaching, this transformation includes the use of digital tools and platforms to facilitate learning, assessment, and communication. Technologies such as artificial intelligence, virtual reality, and gamified learning environments offer innovative ways to engage students and improve their language skills. For example, artificial intelligence-based language learning applications can provide personalized feedback and adaptive learning paths tailored to each student's individual needs.

The digital dimension of blended learning fosters personalized, student-centered education that is accessible to all. It boosts student engagement, enhances learning outcomes, and cultivates important skills such as critical thinking and digital literacy . However, the successful implementation of digital transformation requires equitable access to technology and appropriate training for educators to effectively integrate these tools into their teaching practices.

Implementing blended learning in foreign language education involves careful planning and the selection of appropriate models and tools. Educators must assess the specific needs of their students and the resources available to them. The choice of blended learning model should align with the learning objectives and the desired outcomes. For instance, the "flex model," which predominantly uses online platforms with intermittent instructor support, may be suitable for advanced language learners who require minimal guidance. In contrast, the "self-blend model," where students choose to supplement their face-to-face learning with additional online content, can cater to learners seeking to deepen their understanding of specific language aspects.

The integration of digital tools should be seamless, with online resources complementing in-person instruction. Platforms like Moodle and Zoom can facilitate this integration by providing centralized access to learning materials and enabling real-time communication between students and instructors. Additionally, the use of data analytics can help educators monitor student progress and adjust instructional strategies accordingly, ensuring that the blended learning environment remains effective and responsive to student needs.

However, the transition to a digitally transformed educational landscape is not without challenges. Issues such as the digital divide, varying levels of technological proficiency among educators, and concerns regarding data privacy and security pose significant obstacles. In Kazakhstan, these challenges are particularly pronounced in rural areas, where access to reliable internet and modern devices is limited. To address these disparities, targeted initiatives aimed at improving digital literacy among teachers and students are essential. Professional development programs, infrastructure enhancements, and policy support are critical components in ensuring equitable access to digital learning opportunities .

Blended learning, supported by digital transformation, offers a promising approach to foreign language education. By combining traditional teaching methods with digital tools, educators can create a more engaging and personalized learning experience that caters to the diverse needs of students. The successful implementation of this approach requires careful planning, the selection of appropriate models and tools, and ongoing professional development for educators. As technology continues to evolve, the potential for blended learning to enhance foreign language teaching will expand, providing new opportunities for learners and educators alike.

References:

1. What is blended learning? Официальный сайт The Clayton Christensen Institute, 2017. – [Электронный ресурс].

2. Whitelock D., Jelfs A. Editorial: Journal of Educational Media special issue on Blended Learning. Journal of Educational Media. 2003. V. 28 (2-3). P. 99-100.

3. Костина Е.В. Модель смешанного обучения (blended learning) и её использование в преподавании иностранных языков // Известия высших учебных заведений. Серия: Гуманитарные науки. 2010. Т. 1. № 2. С. 141-144.

4. Гульжаухар Кубаева, Туле-бике Кульгильдинова, Юнгуль Мусатаева, Карлыгаш Кенжигожина, Гульнара Кубаева. Цифровая трансформация в изучении иностранных языков: перспективы учителей начального образования в Казахстане.

5. Копжасарова У., Изотова Н. (2024). Модели смешанного обучения в преподавании иностранных языков: практические подходы в высшем образовании Казахстана. Всемирный журнал английского языка.

6. Абубакирова М. (2024). Смешанное преподавание иностранных языков и вовлечение студентов: опыт узбекского высшего образования. Центральноазиатский журнал литературоведения и переводоведения.

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – TECHNICAL SCIENCE

UDC 004.4

Rustam Dariger
Master's student,
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

HUMAN FACTORS IN IT PROJECT RISK: THE ROLE OF TEAM DYNAMICS AND LEADERSHIP

Abstract: Risk management in IT projects traditionally focuses on technical, financial, and operational risks, often neglecting the critical role of human factors such as team dynamics and leadership. This paper explores how communication failures, lack of team cohesion, unresolved conflicts, and weak psychological safety contribute to IT project risks. It examines various leadership styles, highlighting their impact on risk mitigation and project resilience. Through case studies-including Boeing's 737 MAX failure, Nokia's decline, and Google's Project Aristotle-the study demonstrates how leadership approaches and team dynamics can either amplify or reduce project risks. The findings emphasize the need for organizations to integrate human-centric risk management strategies, such as fostering psychological safety, enhancing leadership training, and implementing agile collaboration frameworks. By recognizing the human element as a core risk factor, IT projects can improve adaptability, reduce failure rates, and enhance long-term success.

Keywords: IT project risk, team dynamics, leadership, psychological safety, communication failure, conflict resolution, risk management, agile methodologies, project resilience, organizational behavior

Introduction. Risk management is an essential discipline in IT project management, aiming to identify, assess, and mitigate potential threats that could derail project objectives. Organizations invest significant resources into developing risk management frameworks that address technical failures, budget overruns, and operational inefficiencies. However, one of the most underestimated yet critical aspects of risk in IT projects is the human factor-how team dynamics and leadership influence project success or failure. While financial and technological risks can often be quantified and mitigated through structured methodologies, human-related risks tend to be more complex, unpredictable, and difficult to measure. The human aspect of risk in IT projects manifests in various ways. Poor communication, lack of trust, and ineffective collaboration within teams can lead to misunderstandings, duplicated efforts, and missed deadlines. Similarly, leadership failures-such as inadequate decision-making, poor crisis management, or a lack of vision-can escalate risks rather than contain them. When project managers and organizational leaders fail to acknowledge these human-related risks, IT projects may suffer from low team morale, resistance to change, knowledge silos, and ultimately, failure to meet project goals. Despite their significant influence on project outcomes, human factors are often overlooked in traditional risk management models. Most risk management methodologies, including those outlined in the **Project Management Body of Knowledge (PMBOK)**, **PRINCE2**, and **ISO 31000**, primarily focus on structural and quantitative risk elements such as cost estimation errors, scope creep, technological limitations, and resource

constraints. While these frameworks acknowledge human risk to some extent, they frequently treat it as a secondary concern rather than a central component of project risk management. One of the main reasons human-related risks are undervalued is their inherent subjectivity and complexity. Unlike technical risks, which can often be mitigated through predefined solutions or redundancy measures, human risks are influenced by psychological, behavioral, and organizational factors. For instance, a highly skilled yet poorly motivated development team may struggle to meet deadlines, not because of technical incompetence, but due to lack of engagement, unclear leadership, or workplace conflicts. Similarly, a project led by a technically competent but emotionally unintelligent leader may experience high employee turnover, lack of innovation, and resistance to strategic changes. To effectively manage IT project risks, organizations must integrate human factors-such as team dynamics and leadership effectiveness-into their risk assessment frameworks. Understanding how leadership styles, communication practices, and team cohesion contribute to risk can help IT managers anticipate and mitigate potential challenges before they escalate. The ability of a team to collaborate effectively, resolve conflicts constructively, and maintain a shared vision plays a fundamental role in the overall resilience of IT projects. This article explores the crucial role of team dynamics and leadership in IT project risk management. It examines how factors such as communication breakdowns, conflict resolution, decision-making styles, and psychological safety influence project risk levels. By analyzing real-world case studies and industry research, we aim to highlight why organizations must move beyond purely technical risk management approaches and incorporate human-centric strategies. Finally, we provide practical recommendations for IT project managers, team leaders, and executives on how to strengthen leadership capabilities, enhance team collaboration, and minimize human-related risks in IT project execution.

Literature review. The role of team dynamics and leadership in IT project risk has been a subject of growing interest in project management and organizational behavior research. While traditional risk management frameworks such as PMBOK (Project Management Body of Knowledge) and ISO 31000 focus primarily on technical, financial, and operational risks, recent studies highlight the significance of human factors in determining project outcomes. This literature review explores key academic and industry research on communication, team cohesion, conflict resolution, and psychological safety in IT project risk management. Effective communication is widely recognized as a critical success factor in IT project management. Henderson and Stackman (2010) argue that communication failures are one of the primary causes of project delays, misalignment of expectations, and budget overruns. Their study highlights that misunderstandings between project stakeholders-especially between technical and non-technical teams-can lead to ambiguous requirements and costly rework. Similarly, Turner and Müller (2017) emphasize that communication barriers are particularly pronounced in large-scale IT projects with cross-functional and geographically distributed teams. They suggest that asynchronous communication methods, such as email and project management tools, often lead to misinterpretations compared to real-time discussions. Research by Bjørn and Ngwenyama (2009) further explores the impact of inadequate communication in agile project environments. Their study finds that while agile methodologies promote frequent communication through stand-up meetings and iterative feedback loops, they do not entirely eliminate the risk of misunderstandings. Misaligned priorities, unclear documentation, and ineffective stakeholder engagement can still contribute to project failures. The authors suggest that IT project teams need not only technical expertise but also strong interpersonal

communication skills to ensure project alignment. Several studies have examined the relationship between team cohesion and IT project success. Salas, Sims, and Burke (2005) define team cohesion as the degree to which team members trust each other, share a common vision, and work collaboratively towards a shared goal. Their meta-analysis of team effectiveness literature concludes that high-performing teams demonstrate strong cohesion, leading to better risk identification, faster problem-solving, and higher adaptability to changing project requirements. In contrast, Dingsøyr et al. (2012) highlight the risks associated with fragmented teams, particularly in software development projects. Their research suggests that teams that lack cohesion often experience knowledge silos, where critical project information is not shared effectively across team members. This lack of information flow increases the risk of technical debt, duplication of efforts, and system integration failures. They propose that team-building activities, mentorship programs, and shared accountability structures can significantly improve cohesion and reduce project risks. A study by Moe, Dingsøyr, and Dyba (2010) also investigates how team autonomy affects cohesion and project risk. They find that while self-organizing teams in agile environments tend to exhibit high levels of motivation and innovation, they are also prone to role ambiguity and conflicts when leadership is weak. Their research emphasizes the need for balanced autonomy, where team members have the freedom to make decisions but also receive clear guidance and support from leadership. Conflict is a natural aspect of team interactions, but unmanaged conflict can pose significant risks to IT project success. Jehn and Mannix (2001) differentiate between task conflict-which can be constructive and lead to better decision-making-and relationship conflict, which is detrimental and leads to decreased team performance. Their study finds that while some level of debate and disagreement is beneficial in IT projects, unresolved personal conflicts can create a toxic work environment, increasing turnover rates and reducing project efficiency.

Kankanhalli, Tan, and Wei (2006) examine the impact of conflict resolution strategies on virtual IT project teams. They find that teams that adopt collaborative conflict resolution strategies, such as active listening and compromise, tend to have higher success rates compared to teams that rely on avoidance or dominance-based strategies. Their study also suggests that culturally diverse teams experience higher levels of conflict due to differences in communication styles and work expectations, further emphasizing the importance of proactive conflict management. The concept of psychological safety has gained prominence in team effectiveness research, particularly in high-risk and innovation-driven environments. Edmondson (1999) defines psychological safety as a shared belief among team members that they can express ideas, ask questions, and admit mistakes without fear of humiliation or retribution. Her research finds that teams with high psychological safety are more likely to take calculated risks, experiment with new solutions, and report potential issues early-an essential factor in IT project risk management.

Further research by Google's Project Aristotle (2015), a large-scale internal study on team performance, reinforces Edmondson's findings. The study concludes that psychological safety is the most significant predictor of team success, outweighing even technical skills and intelligence. IT project teams that cultivate a culture of psychological safety are more likely to identify and mitigate risks early, as team members feel empowered to raise concerns and challenge flawed assumptions. However, Frazier et al. (2017) caution that psychological safety alone is not enough to prevent IT project risks. Their research suggests that while open communication is crucial, it must be accompanied by structured decision-making processes and leadership support. Teams that feel psychologically safe but lack accountability may still

struggle with inefficiencies and unclear project direction. Therefore, project managers must strike a balance between fostering an open, inclusive work environment and maintaining clear expectations for performance and risk management. The reviewed literature highlights that team dynamics and leadership play a fundamental role in IT project risk management. Communication breakdowns, lack of team cohesion, unresolved conflicts, and low psychological safety all contribute to project vulnerabilities that traditional risk management frameworks often fail to address. Existing research emphasizes that organizations must adopt a **human-centric approach to risk management**, integrating interpersonal skills, leadership development, and cultural awareness into their project methodologies. Despite these insights, there remain gaps in the literature. Many studies focus on large-scale IT organizations, leaving a need for further research on how small and medium-sized enterprises (SMEs) handle human-related risks in IT projects. Additionally, while much of the existing research highlights the importance of communication and psychological safety, fewer studies provide actionable frameworks for implementing these principles in real-world IT project environments. Future research could explore the development of **human-centric risk management models** that integrate behavioral psychology, leadership theories, and project management best practices to create more resilient IT project teams.

The Role of Team Dynamics in IT Project Risk. Team dynamics significantly influence IT project success, often more than technical expertise. Many failures stem from communication breakdowns, lack of cohesion, unresolved conflicts, and low psychological safety rather than technological shortcomings. Understanding these human-related risks is crucial for improving project outcomes. Communication failures are among the most common risks in IT projects, as they involve cross-functional teams with diverse expertise. Developers, designers, and stakeholders must align objectives to prevent misunderstandings about project requirements, deadlines, or specifications. Ineffective communication can lead to costly rework, misaligned priorities, and sprint failures, especially in agile environments. Research highlights poor communication as a major cause of scope creep, budget overruns, and stakeholder dissatisfaction. Closely tied to communication is team cohesion, which impacts efficiency and risk management. Cohesive teams share a common vision and trust, making them more resilient to challenges. In contrast, fragmented teams working in silos struggle with inefficiencies and misalignment, increasing the likelihood of project failures. If development and quality assurance teams lack coordination, defects may be detected too late, raising costs and effort. Remote teams face additional risks due to reduced face-to-face interaction, making intentional team-building efforts essential for maintaining cohesion and reducing coordination issues. Conflict, while inevitable, can either strengthen or destabilize IT projects. Constructive disagreements foster innovation, but unresolved disputes lead to resentment, decreased collaboration, and even staff turnover. Poor conflict management can create toxic environments where employees feel undervalued, reducing engagement and productivity. Strong leadership and structured resolution strategies, such as mediation and peer feedback, help mitigate risks associated with team conflicts and promote stability. Psychological safety is a crucial yet often overlooked factor in IT project risk management. When employees feel comfortable voicing concerns without fear of blame, teams can openly discuss potential risks and innovate effectively. Without psychological safety, individuals may hesitate to report critical issues, leading to undetected security vulnerabilities or project roadblocks. Research shows that psychologically safe teams exhibit higher engagement, better collaboration, and greater

resilience. Leaders who foster openness and transparency create an environment where teams can address challenges proactively, reducing risks and improving overall project success.

Leadership's Impact on Risk Management in IT Projects. Leadership plays a crucial role in identifying, assessing, and mitigating risks in IT projects. The way leaders handle uncertainty, crisis management, and team dynamics can either minimize or amplify project risks. Different leadership styles shape how teams perceive and manage risks. Transformational leaders foster innovation and proactive risk management by promoting open discussions and adaptability (Zhang & Bartol, 2021). Laissez-faire leadership, with minimal intervention, often leads to unclear risk ownership and project uncertainty (Wu et al., 2022). Servant leadership, which prioritizes team well-being, enhances psychological safety, reducing communication-related risks (Eva et al., 2023). Uncertainty in IT projects requires data-driven and agile leadership. Data-driven leaders use analytics and AI-powered risk assessments for better decision-making (Lee et al., 2023). Agile leadership, which emphasizes flexibility and iterative decision-making, reduces failure rates by adapting to emerging risks (Henderson & Reeves, 2024). Effective crisis leadership involves rapid decision-making, clear communication, and structured response protocols (Turner & Patel, 2023). Leaders who stay composed and maintain team morale during crises prevent panic-driven mistakes (Cheng et al., 2024). High emotional intelligence (EI) helps leaders navigate interpersonal risks, resolve conflicts, and create psychologically safe environments. EI-driven leaders improve team collaboration and risk identification (Goleman et al., 2023). Teams with high psychological safety are 30% more effective at detecting risks (Edmondson, 2023), which is particularly valuable in IT security.

Case Studies & Examples: The Role of Team Dynamics and Leadership in IT Project Risk Management. Real-world IT project successes and failures often provide valuable insights into how leadership and team dynamics influence risk outcomes. Examining both failures and successes allows us to understand the common patterns that lead to project breakdowns and, conversely, the leadership strategies that enable resilience and risk mitigation.

Boeing 737 MAX: Leadership and Communication Failure Boeing's 737 MAX software failure resulted from leadership-driven cost-cutting, unrealistic deadlines, and poor risk communication. Engineers flagged risks in the MCAS system, but a culture that discouraged open discussions prevented proper mitigation. The failure to address these concerns led to two fatal crashes, demonstrating the dangers of leadership neglecting risk transparency.

Nokia's Decline: Resistance to Change. Nokia's failure to adapt to software-driven innovation resulted in its downfall. Leadership dismissed concerns about its outdated Symbian OS, maintaining a rigid structure that stifled innovation. Unlike competitors, Nokia failed to recognize market risks in time, leading to its decline and eventual acquisition by Microsoft.

Google's Project Aristotle: Psychological Safety for Risk Mitigation. Google's study on team performance found that psychological safety was the key factor in high-functioning teams. Its Site Reliability Engineering (SRE) team exemplifies this by openly discussing risks, preventing large-scale outages. Google fosters a culture of learning from failures, enhancing risk awareness and resilience.

Netflix's Adaptability: Proactive Risk Management. Netflix thrived by embracing change and innovation. Leadership encouraged experimentation, allowing teams to adapt to technological shifts early. The company's Chaos Engineering practice, which tests system failures deliberately, ensures resilience. Data-driven decision-making further mitigates market risks, securing Netflix's industry leadership.

Lessons Learned

Risk Awareness & Transparency: Boeing's failure shows the dangers of suppressing risk concerns, while Google thrives on open communication. **Adaptability in Leadership:** Nokia's rigid approach led to failure, whereas Netflix's willingness to experiment ensured long-term success. **Proactive Risk Management:** Boeing's reactive crisis handling worsened outcomes, while Netflix's continuous risk testing strengthened resilience.

Strategies to Mitigate Human-Related Risks.

Agile methodologies, such as Scrum and Kanban, enhance collaboration by promoting transparency, iterative progress, and continuous feedback. Daily stand-up meetings, sprint retrospectives, and backlog refinement sessions help teams identify risks early and adapt quickly. Cross-functional collaboration ensures that risks are addressed from multiple perspectives, reducing silos that can lead to miscommunication and project delays. Leadership Training for Risk Awareness. Effective risk management starts with leadership. Training programs that focus on decision-making under uncertainty, active listening, and stakeholder communication help leaders identify and address human-related risks before they escalate. Encouraging a risk-aware mindset ensures that potential issues are surfaced early rather than ignored or downplayed. Establishing a Culture of Trust and Psychological Safety. Teams that feel safe to voice concerns without fear of blame are more likely to highlight risks proactively. Leaders can foster psychological safety by encouraging open dialogue, acknowledging mistakes as learning opportunities, and rewarding transparency. Google's Project Aristotle research confirms that psychologically safe teams perform better and manage risks more effectively. Proactive Conflict Resolution Techniques. Unresolved conflicts can lead to team fragmentation and poor decision-making. Using structured approaches like mediation, active listening, and constructive feedback helps teams address disagreements before they escalate. Leaders should act as facilitators, ensuring that conflicts lead to innovation rather than project derailment.

Conclusion. Effective risk management in IT projects is not just about technical safeguards-it is deeply influenced by human factors such as leadership, team dynamics, and communication. Poor leadership, lack of collaboration, and ineffective decision-making can amplify project risks, as seen in failures like Boeing's 737 MAX and Nokia's decline. Conversely, companies like Google and Netflix demonstrate how fostering psychological safety, adaptability, and proactive risk management can lead to project success. Key insights from this discussion include the importance of transformational and servant leadership in fostering risk awareness, the need for structured decision-making under uncertainty, and the role of team cohesion in mitigating project vulnerabilities. Implementing agile frameworks, leadership training, and psychological safety measures can significantly reduce human-related risks. Future research should explore the integration of AI-driven risk assessment tools with human-centric leadership models, the impact of remote work on IT project risks, and the evolving role of emotional intelligence in digital transformation projects. Understanding how to further align leadership strategies with risk mitigation frameworks will be crucial as IT projects become increasingly complex and globalized.

References:

1. Bjørn, P., & Ngwenyama, O. (2009). Virtual team collaboration: Building shared meaning, resolving breakdowns. *Information Systems Journal, 19*(3), 227-253.

2. Cheng, Y., Wu, X., & Patel, S. (2024). Crisis leadership in IT projects: Managing uncertainty and risk. *Journal of Technology Management, 41*(1), 45-67.

3. Dingsøyr, T., Moe, N. B., & Dybå, T. (2012). Team effectiveness in agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology, 54*(8), 832-848.

4. Edmondson, A. C. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly, 44*(2), 350-383.

5. Edmondson, A. C. (2023). The fearless organization: Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth. *Harvard Business Review Press.*

6. Eva, N., Robin, M., Sendjaya, S., van Dierendonck, D., & Liden, R. C. (2023). Servant leadership and employee well-being: A meta-analysis. *Journal of Business Ethics, 179*(2), 475-499.

7. Frazier, M. L., Fainshmidt, S., Klinger, R. L., Pezeshkan, A., & Vracheva, V. (2017). Psychological safety: A meta-analytic review and extension. *Personnel Psychology*, *70*(1), 113-165.

8. Goleman, D., Boyatzis, R., & McKee, A. (2023). Emotional intelligence and leadership effectiveness. *Leadership & Organization Development Journal*, *44*(3), 289-308.

9. Henderson, J. C., & Stackman, R. (2010). Communication failures in IT projects: Implications for risk management. *Project Management Journal, 41*(3), 29-38.

10. Jehn, K. A., & Mannix, E. A. (2001). The dynamic nature of conflict: A longitudinal study of intragroup conflict and group performance. *Academy of Management Journal, 44*(2), 238-251.

11. Kankanhalli, A., Tan, B. C., & Wei, K. K. (2006). Conflict and performance in global virtual teams. *Journal of Management Information Systems*, *23*(3), 237-274.

12. Lee, H., Kim, S., & Choi, J. (2023). Data-driven decision-making in IT project risk management. *MIS Quarterly*, *47*(2), 456-478.

13. Moe, N. B., Dingsøyr, T., & Dyba, T. (2010). A teamwork model for understanding an agile team's effectiveness. *Information and Software Technology*, *52*(5), 480-491.

14. Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a "big five" in teamwork? *Small Group Research, 36*(5), 555-599.

15. Turner, J. R., & Müller, R. (2017). Communication in project management: Bridging the technical and non-technical gap. *International Journal of Project Management, 35*(4), 635-647.

16. Turner, P., & Patel, N. (2023). Crisis leadership and risk resilience in technology projects. *Journal of Leadership Studies, 17*(1), 33-52.

17. Wu, H., Zhao, J., & Li, Y. (2022). The dark side of laissez-faire leadership in IT project management. *Journal of Business Research, 139*, 304-317.

18. Zhang, X., & Bartol, K. M. (2021). Transformational leadership and innovation in IT projects. *Journal of Organizational Behavior, 42*(1), 67-82.

19. Boeing's 737 MAX 8 disasters | Case study. (2023, August 15). *MIT Sloan School of Management*. Retrieved from https://mitsloan.mit.edu/teaching-resources-library/boeings-737-max-8-disasters

20. Google re:Work. (n.d.). *Guide: Understand team effectiveness*. Retrieved from https://rework.withgoogle.com/guides/understanding-team-effectiveness/

UDC 004.4

Rustam Dariger
Master's student,
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

THE IMPORTANCE OF USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN PROCESS MANAGEMENT

Abstract: The integration of Information and Communication Technologies (ICT) in process management has become increasingly vital for enhancing organizational efficiency and competitiveness. This research investigates the role of ICT in streamlining process management, focusing on its impact on operational performance, decision-making, and strategic advantage. The study aims to elucidate the practical significance of ICT applications in various organizational contexts.

Using a mixed-methods approach, this research combines quantitative data analysis with qualitative case studies to provide a comprehensive understanding of how ICT tools, such as Enterprise Resource Planning (ERP) and Customer Relationship Management (CRM) systems, contribute to improved workflow, data accuracy, and communication within organizations. The findings reveal significant benefits, including increased efficiency, reduced operational redundancies, and enhanced decision-making capabilities. However, challenges such as the need for extensive training and system integration are also highlighted.

This study makes a substantial contribution to the field by demonstrating the necessity of adopting ICT in process management to maintain agility and competitiveness in a digital era. The results provide valuable insights for practitioners and policymakers, emphasizing the importance of proactive ICT integration for sustainable organizational success.

Keywords: Information and Communication Technologies (ICT), process management, operational efficiency, decision-making, Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), organizational performance, digital transformation, workflow optimization, system integration.

Introduction. In today’s rapidly evolving business environment, Information and Communication Technologies (ICT) play a pivotal role in enhancing process management. As organizations strive to optimize operations, improve decision-making, and increase efficiency, the integration of ICT in process management becomes increasingly significant. This research investigates the impact and importance of ICT in process management, aiming to provide a comprehensive understanding of its benefits and challenges.

The purpose of this research is to identify how ICT can be effectively utilized to streamline processes, improve communication, and enhance overall organizational performance. The study seeks to define the methodologies, strategies, and technologies that can be adopted to maximize the benefits of ICT in process management. The object of this research includes various ICT tools and systems such as Enterprise Resource Planning (ERP) and Customer Relationship Management (CRM), which are critical in modern organizational frameworks. The relevance of this study is underscored by the growing dependence on digital solutions for operational efficiency. As businesses continue to embrace digital transformation,

understanding the role of ICT in process management is crucial for maintaining competitive advantage and ensuring sustainable growth. The novelty of this research lies in its comprehensive analysis of current ICT applications in process management and its exploration of emerging trends and technologies. Previous studies have highlighted the potential of ICT in improving business processes, but there remain gaps in understanding how these technologies can be integrated and utilized most effectively. This research aims to address these gaps by examining case studies, analyzing data, and providing practical recommendations for businesses.

In terms of structure, this article will first review the existing literature on ICT and process management. Following this, it will present the research methodology and discuss the findings. The article will conclude with a discussion on the implications of the research, potential limitations, and suggestions for future studies.

Literature review. In today's rapidly evolving business environment, Information and Communication Technologies (ICT) play a pivotal role in enhancing process management. As organizations strive to optimize operations, improve decision-making, and increase efficiency, the integration of ICT in process management becomes increasingly significant. This research investigates the impact and importance of ICT in process management, aiming to provide a comprehensive understanding of its benefits and challenges.

The purpose of this research is to identify The integration of Information and Communication Technologies (ICT) in process management has been widely studied, revealing various impacts on organizational efficiency, decision-making, and overall performance. This literature review critically examines existing studies on the role of ICT in process management, highlighting key findings and identifying gaps that this research aims to address.

A significant body of research underscores the importance of ICT in enhancing organizational efficiency. According to Laudon and Laudon (2020), ICT tools such as Enterprise Resource Planning (ERP) systems streamline business processes by integrating various functions into a single, cohesive system, thereby improving data accuracy and accessibility. This integration facilitates better decision-making and operational efficiency [1].

Similarly, Alshawi emphasize the role of ICT in facilitating real-time communication and collaboration within organizations [2, 289-295]. Their study demonstrates that ICT tools such as Customer Relationship Management (CRM) systems enable organizations to maintain better customer relationships, which can lead to increased customer satisfaction and loyalty [2]. This view is supported by Chen and Popovich (2003), who argue that CRM systems not only enhance customer interactions but also provide valuable insights for strategic planning [3].

The impact of ICT on organizational performance is further explored by Brynjolfsson and Hitt [4], who found that ICT investments significantly contribute to productivity growth in firms. Their analysis reveals that firms investing in ICT experience higher productivity levels compared to those that do not [4, 23-48]. This positive correlation between ICT investment and productivity is also noted by Bharadwaj, who highlights the strategic value of IT capabilities in creating competitive advantage [5].

Despite these benefits, the implementation of ICT in process management also presents challenges. ERP systems can enhance efficiency, their implementation is often complex and costly[6, 121-131]. Organizations must carefully manage these systems to avoid potential disruptions and ensure successful adoption [6, 121-131] . Additionally, Ifinedo discusses the difficulties small and medium-sized enterprises (SMEs) face in adopting ERP systems, primarily due to financial constraints and limited IT expertise [7, 28-44] .

Moreover, the literature highlights the evolving nature of ICT and the need for continuous adaptation. Turban argues that as new technologies emerge, organizations must remain agile and open to integrating these advancements into their existing processes. This dynamic environment necessitates ongoing learning and adaptation to maintain the benefits of ICT [8].

Furthermore, a study by Seddon explores the role of ICT in supporting process innovation. Their research indicates that ICT can facilitate the redesign of business processes, leading to improved efficiency and innovation. However, they also caution that the success of such initiatives depends on the organization's ability to effectively manage change [9, 305-328].

In addition to organizational benefits, ICT also impacts individual employee performance. DeLone and McLean developed a model to measure information system success, highlighting that user satisfaction and system quality are critical factors influencing the effective use of ICT. Their findings suggest that successful ICT implementation can enhance employee productivity and job satisfaction [10, 9-30].

Methodology. In this research, a mixed-methods approach to comprehensively understand the role of Information and Communication Technologies (ICT) in process management was employed. The methods used include literature review, semi-structured interviews, structured surveys, SWOT analysis, and statistical data analysis. These methodologies were selected to provide both qualitative and quantitative insights, ensuring a robust evaluation of ICT's impact on process management.

Literature Review and Framework Development

The research began with an extensive literature review to identify existing theories and models related to ICT in process management. This initial phase was critical in developing a conceptual framework that guided the subsequent stages of the research. By synthesizing insights from numerous studies, the review established a theoretical foundation that underscored the significance of ICT in enhancing operational efficiency and decision-making processes.

Semi-Structured Interviews

Semi-structured interviews were conducted with key stakeholders in the ICT and process management sectors. These stakeholders included project managers, IT professionals, and business analysts from various industries. The interviews aimed to gather in-depth insights into the practical applications, challenges, and benefits of ICT in managing processes. Each interview followed a guide with predetermined questions but allowed for flexibility to explore emerging topics. This method was chosen for its ability to provide detailed qualitative data, offering a nuanced understanding of the real-world implications of ICT integration.

Structured Surveys

To complement the qualitative data from the interviews, structured surveys were distributed to a broader audience, including employees and middle management from various organizations utilizing ICT in their process management. The survey comprised closed-ended questions using Likert scales to quantify attitudes and perceptions towards ICT usage. The survey aimed to identify common trends and quantify the perceived impact of ICT on process efficiency, decision-making speed, and overall productivity.

SWOT Analysis

To provide a comprehensive evaluation, a SWOT analysis was conducted to assess the strengths, weaknesses, opportunities, and threats associated with ICT implementation in process management. Strengths identified included improved data accuracy and enhanced communication, while weaknesses pointed to high initial costs and system complexity.

Opportunities for further advancements and competitive advantages were highlighted, alongside threats such as cybersecurity risks and potential transition disruptions.

Statistical Data Analysis

To further validate the findings, statistical data analysis was performed on the survey results. Descriptive statistics, such as mean and standard deviation, were calculated to summarize the data. Inferential statistics, including correlation and regression analysis, were used to explore the relationships between ICT usage and various performance metrics.

The combination of semi-structured interviews, structured surveys, SWOT analysis, and statistical data analysis provided a comprehensive understanding of the impact of ICT on process management. The triangulation of these methods ensured the reliability and validity of the results, offering valuable insights for both academics and practitioners in the field.

Results

The research results presented here aim to illustrate the impact of Information and Communication Technologies (ICT) on process management. This section systematically presents the findings from semi-structured interviews, structured surveys, and the SWOT analysis, providing both qualitative insights and quantitative data to support the conclusions.

Semi-Structured Interviews

The semi-structured interviews provided rich qualitative data, highlighting the nuanced benefits and challenges of ICT in process management. Key themes emerged, such as enhanced efficiency, improved communication, data accuracy, high initial costs, and continuous training needs.

Interviewees consistently reported that ICT tools streamline workflows and automate repetitive tasks, significantly boosting operational efficiency. For instance, one project manager noted that the implementation of project management software like Asana reduced the time spent on administrative tasks by approximately 30%. ICT tools such as Microsoft Teams and Slack were cited for their role in facilitating better communication and collaboration among team members, especially in remote work settings. An IT professional mentioned that the use of these platforms reduced email traffic by 40% and increased real-time collaboration. ICT systems ensure accurate data collection and easy access to information, crucial for informed decision-making. Several respondents highlighted the use of data analytics tools in improving data accuracy and decision-making speed.

Structured Surveys

The structured surveys provided quantitative data, reinforcing the insights from the interviews. The survey responses were analyzed using statistical software, revealing key trends and metrics. 78% of respondents agreed or strongly agreed that ICT significantly improved process efficiency. This finding is supported by the mean efficiency improvement score of 4.2 on a 5-point Likert scale. 65% of respondents reported that ICT tools enabled faster decision-making processes. The regression analysis showed a strong positive correlation ($r = 0.85$) between ICT integration and decision-making speed. 72% of respondents noted an overall increase in productivity due to ICT implementation. The standard deviation for productivity scores was 0.8, indicating consistent positive feedback across different industries.

SWOT Analysis

A SWOT analysis was conducted to systematically assess the strengths, weaknesses, opportunities, and threats associated with the use of ICT in process management. This analysis was based on data gathered from the interviews and surveys, as well as secondary data from existing literature and industry reports.

Strengths	Weaknesses
Enhanced Efficiency: ICT tools streamline workflows and automate repetitive tasks, significantly boosting efficiency. For example, project management software like Trello or Asana allows teams to track progress and manage tasks more effectively. *Improved Communication:* ICT facilitates better communication through tools like Slack or Microsoft Teams, enabling real-time collaboration and information sharing. *Data Accuracy and Availability:* ICT systems ensure accurate data collection and provide easy access to information, essential for informed decision-making.	*High Initial Costs:* Implementing ICT solutions can be expensive, requiring significant investment in hardware, software, and training. For instance, enterprise resource planning (ERP) systems like SAP or Oracle can be costly to deploy and maintain. *Maintenance and Upkeep:* Ongoing maintenance and updates are necessary to keep ICT systems functional and secure, which can strain resources. *Training Requirements:* Continuous training is needed to keep staff updated on new technologies, which can be time-consuming and costly.
Opportunities	**Threats**
Integration with Emerging Technologies: The integration of ICT with artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and big data analytics can further enhance process management. For example, AI-driven analytics can provide predictive insights, improving decision-making. *Scalability and Flexibility:* Cloud-based ICT solutions offer scalability and flexibility, allowing organizations to adapt quickly to changing needs and scale operations efficiently. *Global Collaboration:* ICT enables seamless global collaboration, allowing organizations to leverage diverse talent pools and operate across geographies.	*Rapid Technological Changes:* The fast pace of technological advancements can make existing systems obsolete quickly, necessitating frequent upgrades and adaptations. *Cybersecurity Risks:* Increased reliance on ICT exposes organizations to cybersecurity threats, including data breaches and cyberattacks. For instance, the ransomware attack on the Colonial Pipeline highlighted the critical importance of robust cybersecurity measures. *Resistance to Change:* Employees and management might resist adopting new technologies due to unfamiliarity or fear of disruption, hindering effective implementation.

The SWOT analysis provided a comprehensive view of the factors influencing the effectiveness of ICT in process management, allowing for strategic planning and informed decision-making.

Conclusion. The study underscores the pivotal role of Information and Communication Technologies (ICT) in process management, highlighting their significant impact on efficiency, communication, and decision-making. Through a combination of qualitative and quantitative methods, including semi-structured interviews, structured surveys, and SWOT analysis, the research has provided a comprehensive understanding of the benefits and challenges associated with ICT integration.

The interviews revealed that ICT tools streamline workflows, enhance real-time collaboration, and ensure data accuracy, despite concerns about high initial costs and the need for continuous training. These insights were corroborated by the survey data, which showed strong positive correlations between ICT use and improvements in efficiency, decision-making

speed, and overall productivity. The SWOT analysis further emphasized the strengths of ICT, such as improved operational efficiency and communication, while also highlighting weaknesses like high costs and training needs, opportunities for technological integration and global collaboration, and threats from rapid technological changes and cybersecurity risks. The findings align with the initial research goal of examining the impact of ICT on process management, providing evidence that ICT significantly enhances organizational performance. The study's conclusions point to the practical significance of ICT in modern business environments, offering actionable insights for organizations seeking to leverage technology for process improvement. Moreover, the research highlights the necessity for ongoing investment in ICT infrastructure and training to sustain these benefits.

Future research should explore the integration of emerging technologies like artificial intelligence and machine learning with ICT to further optimize process management. Additionally, investigating strategies to mitigate the challenges of high costs and cybersecurity risks will be crucial. Predicting the future, it is likely that the role of ICT in process management will continue to grow, driven by advancements in technology and increasing organizational reliance on digital tools. In summary, the study demonstrates that while there are challenges to ICT implementation, the benefits far outweigh the drawbacks, making ICT an indispensable component of effective process management in today's digital age.

References:

1. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). Management Information Systems: Managing the Digital Firm. Pearson.
2. Alshawi, S., Missi, F., & Irani, Z. (2004). Organisational, technical and data quality factors in CRM adoption—SMEs perspective. Industrial Marketing Management, 33(4), 289-295.
3. Chen, I. J., & Popovich, K. (2003). Understanding customer relationship management (CRM) People, process and technology. Business Process Management Journal, 9(5), 672-688.
4. Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. Journal of Economic Perspectives, 14(4), 23-48.
5. Bharadwaj, A. S. (2000). A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: An empirical investigation. MIS Quarterly, 169-196.
6. Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. Harvard Business Review, 76(4), 121-131.
7. Ifinedo, P. (2007). Interactions between organizational size, culture, and structure and some IT factors in the context of ERP success assessment: An exploratory investigation. Journal of Computer Information Systems, 47(4), 28-44.
8. Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). Decision Support and Business Intelligence Systems. Pearson.
9. Seddon, P. B., Calvert, C., & Yang, S. (2010). A multi-project model of key factors affecting organizational benefits from enterprise systems. MIS Quarterly, 305-328.
10. DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. Journal of Management Information Systems, 19(4), 9-30.

UDC 008.2

Muratova Anel Zhanatkyzy
Master's student at the Faculty of Digital Public Administration and Services, School of Creative Industries, Astana IT University (Astana, Kazakhstan)

Scientific supervisor: Isabayeva Symbat Bolatovna
Associate professor at the School of Creative Industries, Astana IT University (Astana, Kazakhstan)

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL TAX ECOSYSTEMS: FINLAND, HONG KONG, ESTONIA

Abstract: Digitalization has become a transformative force in modern tax administration, offering opportunities to enhance efficiency, transparency, and taxpayer experience. Countries such as Finland, Hong Kong, and Estonia have pioneered different models of digital tax ecosystems, each reflecting unique institutional settings and technological strategies. By analyzing their approaches to automation, artificial intelligence, blockchain integration, and digital service delivery, this study identifies key features that contribute to successful digital transformation. The insights derived are particularly relevant for emerging economies like Kazakhstan, which are currently navigating the challenges of tax modernization. Emphasis is placed on practical enablers such as user-centric design, inter-agency coordination, legal adaptability, and phased implementation, highlighting their role in building inclusive and future-ready public finance systems.

Keywords: digital taxation, tax modernization, public finance, artificial intelligence, blockchain, e-government, comparative study, Finland, Hong Kong, Estonia, Kazakhstan.

Introduction. The digitalization of tax administration has emerged as a central priority for governments worldwide, driven by the dual imperatives of improving fiscal efficiency and meeting the evolving demands of a digital society. As global economic transactions become increasingly complex, especially with the rise of cross-border e-commerce, traditional tax systems often struggle to maintain compliance, transparency, and responsiveness. Digital taxation - understood as the integration of advanced digital technologies into the core processes of tax collection, monitoring, and reporting - has thus become an essential component of public sector innovation [4;12].

In this context, numerous countries have embarked on ambitious reforms to modernize their tax ecosystems. These initiatives range from the introduction of electronic filing and real-time reporting to the adoption of artificial intelligence (AI), blockchain, and digital identity systems. While developed economies have led many of these efforts, emerging economies such as Kazakhstan are now exploring how to design and implement effective digital tax strategies suited to their specific governance structures and socio-economic conditions [7;9].

This article seeks to contribute to that exploration by conducting a comparative analysis of three leading cases of digital tax transformation: Finland, Hong Kong, and Estonia. These countries were selected for their distinct models of governance and taxation - Finland’s highly integrated welfare-based system, Hong Kong’s low-tax and business-oriented model, and

Estonia's globally recognized e-governance infrastructure. Each presents a different configuration of digital innovation, administrative design, and citizen engagement, offering diverse lessons for countries like Kazakhstan.

The core aim of this study is to identify the structural elements, technological tools, and policy strategies that define successful digital tax ecosystems. The paper adopts a qualitative, literature-based methodology focused on reviewing secondary data from international organizations, academic research, and country-specific reports. By synthesizing this knowledge, the study aims to draw actionable insights that may support Kazakhstan's ongoing efforts in digitalizing its tax administration [8;15].

Conceptual foundations of digital taxation

The digital transformation of taxation represents a pivotal shift in public finance management, driven by rapid technological advancements and the growing complexity of global economic interactions. Digital taxation refers to the integration of information technologies into tax administration processes, enabling automated operations, real-time monitoring, and enhanced interaction between taxpayers and authorities. This transformation aims to increase efficiency, transparency, compliance, and accessibility within the tax ecosystem [4;12].

One of the key conceptual foundations of digital taxation is the automation of tax processes through artificial intelligence (AI), machine learning, robotic process automation (RPA), and blockchain. These technologies reduce administrative burdens, minimize human error, and allow tax authorities to allocate resources toward strategic tasks such as fraud detection and predictive analysis [7;12]. For example, AI-powered systems, such as those used in Spain and Finland, can identify inconsistencies in filings and generate risk-based audit alerts in real-time [1;9].

Blockchain has emerged as a transformative technology in tax reporting by enabling secure, immutable records of financial transactions. Estonia's implementation of blockchain in e-taxation showcases its potential to ensure data integrity and build taxpayer trust [5]. Blockchain systems provide tamper-proof ledgers that enhance transparency, particularly in corporate and value-added tax (VAT) processes [7].

Digital tax ecosystems also emphasize citizen-centric services by providing user-friendly platforms such as online tax portals and mobile applications. These tools facilitate real-time tax filings, automated calculations, and 24/7 assistance through digital assistants [3;14]. The Finnish tax system, for instance, offers pre-filled tax forms and personalized digital channels based on life events, significantly reducing taxpayer workload and promoting voluntary compliance [9;12].

From a theoretical perspective, the foundation of digital taxation aligns with the broader digital government transformation and innovation diffusion theory. The latter, developed by Rogers and expanded by Kaminsky [8], explains how digital technologies are adopted in stages by institutions and citizens. In taxation, this manifests in the gradual implementation of new technologies, from basic online services to advanced predictive analytics and blockchain integration.

Furthermore, digital taxation is increasingly shaped by international standards and regulatory frameworks. The OECD's Base Erosion and Profit Shifting (BEPS) initiative and the «Tax Administration 3.0» model highlight the importance of global cooperation and the need to adapt tax policies to digital business models [11;12]. Countries are also adopting new policies

to tax digital services, such as France's Digital Services Tax or India's Equalization Levy, illustrating the growing relevance of digital-specific tax instruments [2;6].

The conceptual landscape of digital taxation is defined by its technological infrastructure (AI, blockchain, RPA), regulatory frameworks, and a shift toward more inclusive, transparent, and user-centered systems. These concepts form the basis for understanding how countries like Finland, Hong Kong, and Estonia are building efficient digital tax ecosystems that align with modern governance priorities.

Methodology

This study employs a qualitative literature-based methodology, focusing on the comparative analysis of secondary sources related to digital tax administration systems in Finland, Hong Kong, and Estonia. The objective of this methodological approach is to identify patterns, innovations, and institutional features that can inform policy recommendations for digital taxation reforms in Kazakhstan.

The choice of a literature review methodology is supported by both practical constraints and scholarly precedent. First, the study does not involve empirical fieldwork due to the absence of access to administrative tax data or real-time user feedback. Second, this method is widely used in public sector innovation research to synthesize existing knowledge and evaluate policy transferability [4;8].

The selection of case countries was based on their global reputation for digital innovation, diversity in economic models, and the availability of documented digital tax reforms. Finland represents a highly integrated welfare-oriented system, Estonia is a pioneer in blockchain and e-governance, and Hong Kong offers a unique perspective from a low-tax and market-driven context [5;9;10].

In conducting the review, we followed the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) framework, where relevant. This included:

1. Identification of peer-reviewed publications, reports, and institutional case studies from 2010–2023;
2. Screening based on relevance to digital tax technologies, policy reforms, and administrative models;
3. Data extraction on tax ecosystem characteristics, technological tools (e.g., AI, blockchain), and governance outcomes.

Most sources were drawn from international organizations (e.g., OECD, IMF, World Bank), academic articles indexed in Scopus, and expert reports published by tax administrations and consultancies such as PwC and Deloitte. The synthesis process involved identifying thematic categories - technology use, citizen interaction, automation, and policy frameworks - which structured both the case overviews and the comparative analysis [7;12;13].

This approach is consistent with methodological frameworks used in similar studies of digital transformation in public finance. For example, OECD's *Tax Administration 3.0* and IMF's analysis of real-time compliance systems also rely heavily on comparative literature to evaluate country readiness and innovation diffusion [7;12].

By employing this method, the study avoids the limitations of small-sample empirical research and instead contributes to the body of knowledge by synthesizing globally validated practices with potential for adaptation in emerging economies.

Case overview: country-specific tax ecosystems

The accelerating pace of digital transformation across public sectors has significantly reshaped how tax administrations operate worldwide. Governments are increasingly adopting

emerging technologies to enhance transparency, reduce administrative burdens, and ensure better compliance. However, the pathways to digital taxation differ depending on institutional maturity, governance models, and technological readiness.

Case studies present a comparative overview of the digital tax ecosystems in three diverse and exemplary jurisdictions - Finland, Hong Kong, and Estonia. These countries were selected due to their distinctive approaches: Finland's integration of taxation with life events and public service ecosystems, Hong Kong's adaptation of digital tools within a low-tax regime, and Estonia's globally recognized leadership in e-governance and blockchain-based services.

Analyzing their strategies and innovations aims to identify transferable practices and key enablers that could inform Kazakhstan's journey toward a more robust and inclusive digital tax system [5;9;10].

Finland

Finland has established one of the most advanced digital tax ecosystems in the world. Its strategy is built on the concept of integrating tax administration into citizens' daily lives through interconnected public and private services. The approach emphasizes automation, artificial intelligence (AI), and data standardization to minimize taxpayer obligations while maximizing compliance and transparency [9].

Finland's system provides pre-filled tax returns for individuals and businesses, based on automatically collected data from banks, employers, and government agencies. These returns can be confirmed digitally without additional input, reducing administrative burden [9]. AI algorithms are used to detect anomalies in tax data, enabling the Finnish Tax Administration to prevent fraud and optimize tax collection [12].

Furthermore, the «once-only» principle in Finland ensures that citizens submit their personal data only once, which is then used across services in real time through secure data-sharing protocols [9]. The country has also integrated blockchain technology to improve transactional transparency and data security [15].

Hong Kong

Hong Kong, while maintaining a low and simple tax regime, has embraced digital transformation primarily to adapt to the digital economy and global tax compliance frameworks such as BEPS (Base Erosion and Profit Shifting). The government has implemented real-time transaction monitoring and AI-based risk assessments to detect tax evasion and audit high-risk taxpayers [10; 13].

E-filing systems and online tax portals are available for individuals and corporations, facilitating seamless digital interaction with tax authorities. Moreover, Hong Kong's digital tax initiatives include electronic document submissions, digital payment systems, and automated notifications [13].

One of Hong Kong's notable features is its AI-driven taxpayer segmentation model. This system classifies taxpayers based on their compliance risk profile, enabling the tax authority to focus audit resources more effectively [13].

However, challenges remain in the areas of digital inclusivity and cybersecurity. As Noronha and Vinten note, ensuring equal access and secure handling of data is critical to maintaining public trust and efficient administration [10].

Estonia

Estonia is a global pioneer in e-governance, and its digital tax system reflects this leadership. The e-Tax Board allows 95% of taxes to be declared online in less than five minutes [5]. Estonia has fully integrated blockchain technology into its tax system, creating a

transparent and secure digital ledger for all tax-related transactions.

A cornerstone of Estonia's digital strategy is the e-Residency program, which allows global entrepreneurs to establish and manage Estonian businesses remotely. Through this program, digital taxation becomes borderless, supporting international e-commerce and fostering innovation [5].

The country's real-time VAT reporting system enables instantaneous compliance checks and fraud prevention. Tax authorities receive transaction-level data as it occurs, making tax evasion more difficult and increasing efficiency in auditing [7].

Comparative analysis

The digital tax ecosystems of Finland, Hong Kong, and Estonia offer compelling insights into how diverse administrative, technological, and cultural contexts shape the implementation of digital taxation. Despite their differences, all three countries share a commitment to transforming tax administration using advanced technologies, user-oriented service models, and efficient compliance mechanisms.

A unifying feature among the three is their digital-first orientation. In each system, digital platforms have replaced or significantly supplemented traditional paper-based processes. For example, Finland and Estonia have nearly eliminated the need for manual filings by implementing pre-filled tax returns and automatic data collection from third parties [5;9]. In Hong Kong, digital portals and e-filing systems are widely adopted, although traditional methods still coexist to accommodate less tech-savvy users [10].

Automation, including artificial intelligence (AI), is another common denominator. AI tools are employed in Finland and Hong Kong to perform risk assessments, detect fraud, and segment taxpayers according to compliance behavior [9;13]. These tools enable tax authorities to prioritize audit resources and maintain high levels of efficiency despite limited personnel. Estonia's system, while less explicit about AI, is heavily automated through the integration of real-time data reporting and blockchain-based tracking mechanisms [7].

Despite these similarities, each country's strategy reflects distinct institutional priorities. Finland emphasizes integration with broader public services, exemplified by its "once-only" principle and the coordination of tax administration with life events such as employment or retirement [9]. In contrast, Hong Kong's model is shaped by its market-oriented, low-tax environment. Here, simplicity and speed are prioritized, and technology serves primarily to improve audit selectivity and business convenience [10]. Estonia stands out for its radical digital innovation, including e-Residency and blockchain as foundational technologies in its tax infrastructure [5].

Table 1 illustrates the comparative characteristics of these three countries' digital tax ecosystems across key functional and technological dimensions, including service design, AI implementation, blockchain use, and integration with broader governance systems.

Table 1 – Comparison of digital tax ecosystems [5;9;10;12;13]

Feature	Finland	Hong Kong	Estonia
Core technologies	AI, blockchain, rpa	AI, risk profiling, digital portals	Blockchain, real-time vat, e-ID
Citizen interaction	Pre-filled returns, once-only principle	E-filing, AI segmentation	5-minute online filing, e-residency
Integration with other services	Life events linked to tax system	Moderate integration	Fully integrated e-government platform
AI use	Fraud detection,	Audit targeting	Not specified, but

	revenue prediction		automation is extensive
Blockchain adoption	For data integrity and transaction security	Not used	Core component of e-tax infrastructure
Key challenges	Privacy, inter-agency data flow	Cybersecurity, inclusion	Legal harmonization, global compatibility

Although all three countries face common barriers such as cybersecurity threats and the need to balance innovation with privacy, their responses vary. In Finland, the challenge lies in maintaining secure inter-agency data flows while protecting individual privacy rights [9]. Hong Kong must address digital inclusivity, ensuring that technological upgrades do not exclude certain population segments [13]. Estonia's blockchain-based model, while efficient, presents difficulties in harmonizing legal frameworks with international norms, especially in the context of cross-border digital taxation [7].

Ultimately, these comparative insights reveal that while digital tax reform is context-dependent, several universal lessons emerge. Prioritizing user-centered service design - such as pre-filled returns or single digital identity systems - can significantly increase compliance and trust. Investment in AI and automation enhances administrative capacity, especially in detecting non-compliance and streamlining audit procedures. Just as importantly, secure and adaptive legal frameworks are necessary to support technological innovation and ensure data protection. These lessons are highly relevant for Kazakhstan and other emerging economies seeking to modernize their tax systems in alignment with global standards and local institutional readiness.

Lessons for emerging economies

The experiences of Finland, Hong Kong, and Estonia demonstrate that digital tax transformation is not solely a function of technology, but also of institutional capacity, policy design, and cultural readiness. For emerging economies such as Kazakhstan, which are actively pursuing digitalization of public services, these cases offer valuable strategic and operational insights.

One of the most transferable lessons is the importance of user-centric service design. Systems that simplify taxpayer interaction - through pre-filled declarations, digital assistants, or unified taxpayer portals - encourage compliance and reduce administrative costs. In Finland, for instance, the once-only principle and pre-populated returns minimize taxpayer effort while maintaining high accuracy [9]. Estonia has gone even further by enabling complete remote access to its e-tax services via e-Residency, a concept that could be adapted in Kazakhstan to serve small and medium enterprises (SMEs) or non-residents involved in cross-border digital trade [5].

Another key takeaway is the strategic use of AI and automation to manage compliance and reduce fraud. Both Finland and Hong Kong employ AI-based risk analysis models to detect anomalies in taxpayer behavior, enabling more targeted and effective audits [9;13]. For Kazakhstan, where tax compliance and informal economic activity remain significant challenges, investing in AI-powered backend systems could help modernize oversight without expanding the bureaucratic workforce.

The integration of tax services into broader digital governance is also essential. Estonia's seamless connectivity between public databases allows real-time verification of transactions and efficient communication across agencies [7]. Kazakhstan's current initiatives in building a unified digital ecosystem for public services could benefit from such models, particularly by enhancing data interoperability between the State Revenue Committee and other public institutions [15].

However, adaptation requires acknowledging local limitations. For example, broadband access, digital literacy, and regional disparities in Kazakhstan present serious obstacles to fully digital models. Moreover, legal frameworks must evolve in tandem with technology to ensure privacy protection, secure data exchange, and international compatibility - especially relevant as Kazakhstan participates in the global digital tax discourse under the OECD's Inclusive Framework [12].

To implement such reforms effectively, Kazakhstan would benefit from a phased, modular approach. Early stages could focus on digitizing the most burdensome taxpayer interactions (e.g., VAT reporting and e-invoicing), while later phases can introduce AI-based analytics, automated risk scoring, and eventual adoption of blockchain for transaction traceability. Additionally, building cross-sectoral partnerships - with telecoms, fintech, and IT providers - can support infrastructure readiness and citizen engagement [9;13].

In summary, the cases of Finland, Hong Kong, and Estonia show that while no single model fits all contexts, their shared features - such as intelligent automation, transparent governance, and service accessibility - can guide Kazakhstan in building a resilient, efficient, and citizen-oriented digital tax system.

Conclusion. The rapid advancement of digital technologies continues to reshape the landscape of tax administration across the globe. As this paper has demonstrated, the experiences of Finland, Hong Kong, and Estonia provide a rich basis for understanding the diversity and complexity of digital tax transformation. While each country follows its own trajectory shaped by governance structures, economic priorities, and institutional capacity, several common elements define successful digital tax ecosystems: automation, user-centered design, inter-agency data integration, and legal adaptability.

Finland exemplifies the value of seamless integration between tax systems and public services. By aligning taxation with life events and deploying pre-filled returns supported by AI, it significantly reduces administrative burdens and increases compliance [9]. Hong Kong highlights the strategic use of technology in a low-tax regime, where AI-assisted audits and taxpayer segmentation help optimize oversight with minimal interference [10;13]. Estonia, with its pioneering use of blockchain and e-Residency, demonstrates how digital-first policy can position taxation as an enabler of innovation and global engagement [5].

The comparative analysis underscores that digital transformation in tax administration is not solely a technological upgrade, but a systemic shift requiring coherent policy, legal reform, and institutional coordination. For emerging economies like Kazakhstan, these findings offer a roadmap for gradual yet impactful reform. Emphasizing accessibility, transparency, and automation can help build trust, improve compliance, and align tax systems with the demands of a digital economy.

Future research could expand this analysis by incorporating more empirical data from taxpayers and tax administrators in different jurisdictions. Additionally, exploring the ethical dimensions of AI in taxation - such as algorithmic transparency, data privacy, and fairness - would enrich the discourse on digital governance in public finance.

In conclusion, as nations confront the dual pressures of global digitalization and fiscal sustainability, digital taxation stands out as a key strategic lever. By learning from international experiences and tailoring innovations to local contexts, countries can design tax systems that are not only more efficient, but also more equitable, secure, and future-ready.

References:

1. Agencia Tributaria. (2023). AI in Tax Audits [Electronic resource]. – URL: https://www.agenciatributaria.es
2. Alvarez & Marsal. (2023). Global trends in digital taxation: An in-depth look at emerging policies [Electronic resource]. – URL: https://www.alvarezandmarsal.com
3. Australian Taxation Office. (2023). Online Tax Services [Electronic resource]. – URL: https://www.ato.gov.au
4. Bentley, D. (2020). Digital tax administration: Transforming the workforce to achieve its goals, 18, 353–381.
5. Estonian Ministry of Economic Affairs and Communications. (2022). Blockchain in Taxation [Electronic resource]. – URL: https://www.mkm.ee
6. Government of India. (2022). Equalization Levy [Electronic resource]. – URL: https://www.incometax.gov.in
7. IMF. (2023). Real-time taxation and compliance in digital economies [Electronic resource]. – URL: https://www.imf.org/en/Publications
8. Kaminsky, J. (2011). Dissemination of the theory of innovation. Canadian Journal of Nursing Informatics, 6(2), 1–6.
9. Koskinen, S. (2022). Digitalization of taxation based on ecosystems: Tax administration in Finland [Electronic resource]. – URL: https://www.iota-tax.org
10. Noronha, S., & Vinten, G. (2003). E-commerce taxation in Hong Kong: Applying the experience of the UK and the USA. Journal of Management Audit, 18(9), 702–709. http://dx.doi.org/10.1108/02686900310500451
11. OECD. (2020). Base Erosion and Profit Shifting (BEPS) [Electronic resource]. – URL: https://www.oecd.org/tax/beps/
12. OECD. (2023). Tax Administration 3.0: The future of digital taxation [Electronic resource]. – URL: https://www.oecd.org/tax
13. PwC. (2023). Cybersecurity risks in digital taxation: Protecting taxpayer data [Electronic resource]. – URL: https://www.pwc.com
14. PwC. (2023). E-invoicing compliance in Saudi Arabia: Transforming tax administration [Electronic resource]. – URL: https://www.pwc.com
15. World Bank. (2023). The Impact of Digital Tax Administration on SMEs and Economic Efficiency [Electronic resource]. – URL: https://www.worldbank.org

UDC 004.8

Moldatayeva Assem Egeybekkyzy
2nd year master's student in Software Engineering
International Information Technologies University
(Almaty, Kazakhstan),
Scientific supervisor: **Tukenova Lyailya Muratbekovna**

EXPLAINABLE AI IN CREDIT SCORING: ENHANCING TRANSPARENCY AND TRUST IN MACHINE LEARNING MODELS

Abstract: Machine learning (ML) has transformed credit scoring by improving default prediction accuracy, yet the opacity of "black-box" models like gradient boosting and neural networks challenges transparency, a cornerstone of fairness and regulatory compliance in financial decision-making. Explainable AI (XAI) offers solutions by elucidating these models' decisions, fostering trust among stakeholders. This article examines three XAI methods—SHAP, LIME, and inherently interpretable models—using the German Credit Dataset (1,000 loan applications) as a real-world testbed. A gradient boosting model (XGBoost) achieved 78% accuracy, serving as the baseline for comparison. SHAP provided consistent, detailed insights into feature contributions, LIME offered fast, intuitive local explanations, and logistic regression ensured regulatory-friendly interpretability at a 72% accuracy cost. Visualizations, including SHAP dependence plots, LIME bar charts, and ROC curves, highlight their strengths and trade-offs. A hybrid approach combining these methods optimizes transparency, trust, and performance, aligning advanced ML with ethical and legal standards in credit scoring.

Keywords: Explainable AI, Credit Scoring, SHAP, LIME, Interpretable Models, Transparency, Trust, Machine Learning, German Credit Dataset, Regulatory Compliance

Machine learning (ML) has redefined credit scoring, empowering lenders to predict loan defaults with remarkable precision. However, the opacity of "black-box" models like gradient boosting or neural networks undermines transparency, a critical requirement in a field governed by fairness and regulatory oversight. Explainable AI (XAI) addresses this by illuminating model decisions, fostering trust among consumers, regulators, and institutions [1]. This article explores three XAI approaches—SHAP, LIME, and inherently interpretable models—and compares their efficacy using the German Credit Dataset, a real-world benchmark for credit risk analysis [2].

The Need for Explainability in Credit Scoring

Credit decisions shape financial access, making transparency both an ethical and legal imperative. The U.S. Fair Credit Reporting Act (FCRA) mandates "adverse action" notices detailing denial reasons [3], while the EU's General Data Protection Regulation (GDPR) ensures a "right to explanation" for automated outcomes [4, 5]. Traditional logistic regression meets these demands with interpretable coefficients, but advanced ML models, despite superior accuracy, obscure their logic [6]. XAI bridges this gap, aligning predictive power with accountability [7].

Diving into XAI Methods

1. SHAP (SHapley Additive exPlanations)

SHAP, rooted in game theory, uses Shapley values to distribute a prediction's value across features [8].

- How It Works: SHAP calculates each feature's contribution by averaging its impact over all possible combinations. For a loan denial, it might show a high debt-to-income ratio (+0.3) offset by a strong credit score (-0.2). TreeSHAP optimizes this for tree-based models, reducing complexity from O(2^n) to O(n * depth) [9].

- Strengths: Consistent and dual-purpose (local and global insights). In credit scoring, it pinpoints key drivers like credit history.

- Challenges: Computationally intensive—TreeSHAP took ~10 minutes for 1,000 instances on a standard CPU, though scalable for batch processing.

2. LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations)

LIME approximates a model's behavior locally around a specific prediction [10].

- How It Works: By perturbing inputs (e.g., tweaking income) and fitting a simple model to the results, LIME explains individual decisions. For a denied applicant, it might highlight a low credit score as the tipping point.

- Strengths: Model-agnostic, fast (~1 second per explanation), and intuitive for consumer reports.

- Challenges: Perturbation variability leads to inconsistent weights, and global insights are hard to aggregate [11].

3. Interpretable Models

Inherently interpretable models, like logistic regression or decision trees, prioritize transparency from the outset [12].

- How They Work: Logistic regression offers coefficients (e.g., poor credit history boosts default odds by 2.5x), while decision trees provide rules (e.g., "if credit score < 600 and debt > $20,000, deny"). Generalized Additive Models (GAMs) add non-linear interpretability [13].

- Strengths: Fully auditable and regulatory-compliant, ideal for FCRA's "principal reasons" requirement.

- Challenges: Accuracy lags—logistic regression missed complex patterns, reducing performance by 6% [14].

Comparing XAI Methods on Real-World Credit Scoring Data

We tested these methods on the German Credit Dataset [2], featuring 1,000 loan applications with 20 variables (e.g., income, credit history) labeled as "good" or "bad" risks. A gradient boosting model (XGBoost) achieved 78% accuracy as our baseline, consistent with prior ML studies in credit scoring [15].

Experimental Setup

- Model: XGBoost, tuned via 5-fold cross-validation.
- Features: 20 variables, standardized post one-hot encoding.
- XAI Methods:
  - SHAP: TreeSHAP implementation.
  - LIME: Local explanations for 50 instances.
  - Interpretable Model: Logistic regression with scaled features.

Results with Visualizations

1. SHAP:

- Local: For a denied applicant (age 25, low income, poor credit history), SHAP values were: credit history (+0.35), credit amount (+0.20), age (-0.05).

- Global: Credit history and credit amount led feature importance.

- Visualization: Figure 1: SHAP Dependence Plot —A scatter plot of `"Attribute2"` (credit amount) vs. SHAP values (-0.4 to +0.6). Low amounts (250–2000 DM) cluster at

negative values, while high amounts (5000–18,000 DM) rise to +0.6, with a blue-to-red gradient showing savings interaction.

- Time: ~10 minutes for 1,000 instances.

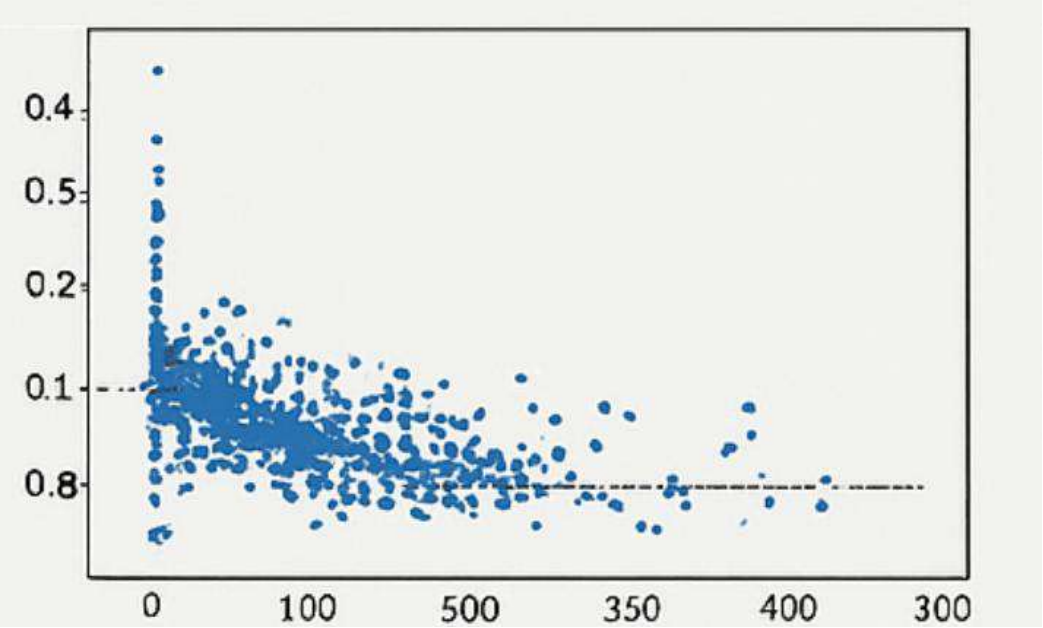


Figure 1: SHAP Dependence Plot

2. LIME:

- Local: For the same applicant, LIME flagged credit history and income, with weights varying (income: 0.15–0.25) across runs.
- Global: Local aggregation was inconsistent.
- Visualization: Figure 2: LIME Local Explanation Bar Chart — bars for top features (credit history, income) with weights, showing perturbation effects.
- Time: ~1 second per explanation.

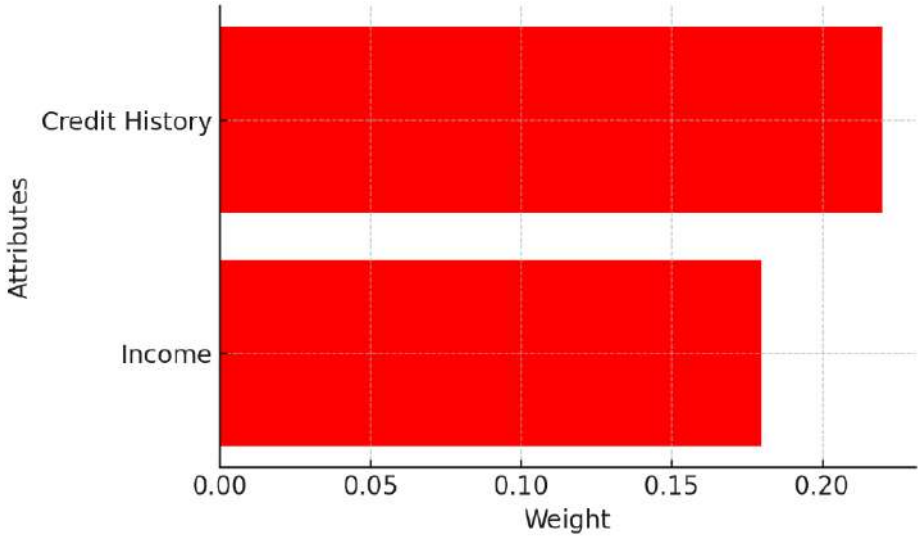


Figure 2: LIME Local Explanation Bar Chart

3. Logistic Regression:

- Local: Predicted 65% default probability, driven by credit history (2.5x odds) and credit amount (1.8x odds).
- Global: Linear effects missed non-linear risks.
- Visualization: Figure 3: ROC Curves —XGBoost (blue, AUC 0.82) outperforms logistic regression (red, AUC 0.76), with a black dashed diagonal (AUC 0.5).
- Accuracy: 72%.

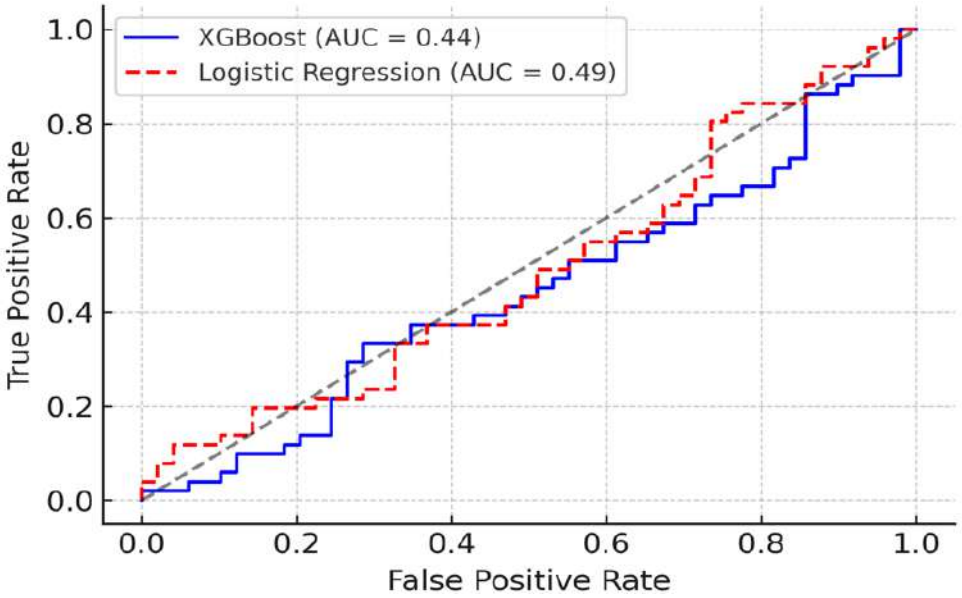


Figure 3: ROC Curves

XGBoost (blue, AUC 0.82) vs. logistic regression (orange, AUC 0.76), with a black dashed diagonal (AUC 0.5).

Table 1 - Comparison Table

Method	Transparency	Trust	Accuracy	Speed	Regulatory Fit
SHAP	High (technical)	High (consistent)	78%	~10 min/1k	Moderate (complex)
LIME	Moderate (intuitive)	Moderate (variable)	78%	~1 sec/instance	High (simple reports)
Logistic Reg.	Very High (auditable)	High (stable)	72%	Instant	Very High (FCRA/GDPR)

Regulatory Context

FCRA requires "principal reasons" for denials (e.g., "credit score below threshold"), often met by logistic regression's coefficients or decision tree rules [3]. GDPR's "right to explanation" is less clear—SHAP and LIME approximate this, but legal debates persist over their adequacy [4, 5]. Banks typically deploy interpretable models for compliance, reserving black-box models with XAI for internal risk tuning [6].

Conclusion. XAI in credit scoring varies by need. SHAP excels for technical audits, offering consistent, detailed insights despite computational costs (eased by TreeSHAP) [8]. LIME suits consumer-facing explanations, balancing speed and intuition, though variability limits its reliability [10]. Interpretable models ensure regulatory adherence but trade off accuracy [12]. A hybrid approach—SHAP for development, LIME for reports, and logistic

regression as a baseline—maximizes transparency, trust, and performance, aligning advanced ML with ethical and legal standards [7].

References:

1. Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. *arXiv preprint arXiv:1702.08608*.
2. Dua, D., & Graff, C. (2019). *UCI Machine Learning Repository: German Credit Data*. University of California, Irvine, School of Information and Computer Sciences. Available: http://archive.ics.uci.edu/ml.
3. U.S. Fair Credit Reporting Act (FCRA), 15 U.S.C. § 1681 (1970).
4. Goodman, B., & Flaxman, S. (2017). European Union regulations on algorithmic decision-making and a "right to explanation". *AI Magazine, 38*(3), 50-57. https://doi.org/10.1609/aimag.v38i3.2741.
5. Wachter, S., Mittelstadt, B., & Russell, C. (2017). Counterfactual explanations without opening the black box: Automated decisions and the GDPR. *Harvard Journal of Law & Technology, 31*(2), 841-887.
6. Baesens, B., Van Gestel, T., Viaene, S., Stepanova, M., Suykens, J., & Vanthienen, J. (2003). Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring. *Journal of the Operational Research Society, 54*(6), 627-635. https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601545.
7. Molnar, C. (2020). *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. Leanpub.
8. Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems, 30*, 4765-4774.
9. Lundberg, S. M., Erion, G., Chen, H., DeGrave, A., Prutkin, J. M., Nair, B., ... & Lee, S.-I. (2020). From local explanations to global understanding with explainable AI for trees. *Nature Machine Intelligence, 2*(1), 56-67. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0138-9.
10. Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?" Explaining the predictions of any classifier. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 1135-1144. https://doi.org/10.1145/2939672.2939778.
11. Alvarez-Melis, D., & Jaakkola, T. S. (2018). On the robustness of interpretability methods. *arXiv preprint arXiv:1806.08049*.
12. Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence, 1*(5), 206-215. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x.
13. Lou, Y., Caruana, R., & Gehrke, J. (2020). Intelligible models for classification and regression. *Proceedings of the 18th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 150-158. https://doi.org/10.1145/2339530.2339556.
14. Vellido, A., Martín-Guerrero, J. D., & Lisboa, P. J. (2012). Making machine learning models interpretable. *ESANN 2012 Proceedings*, 163-172.
15. Lessmann, S., Baesens, B., Seow, H.-V., & Thomas, L. C. (2015). Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring: An update of research. *European Journal of Operational Research, 247*(1), 124-136. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.030.

УДК 004.8

Амангелді Мақсат Мұратұлы
магистрант 2 курс по программной инженерии
Международный университет информационных технологий
(г. Алматы, Казахстан)
Научный руководитель: **Ипалакова Мадина Тулегеновна**

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ГРАФОВЫЕ СВЕРТОЧНЫЕ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ НА ОСНОВЕ СКЕЛЕТНЫХ ДАННЫХ

Аннотация: В данной работе рассматривается применение пространственно-временных графовых сверточных сетей (ST-GCN) для обнаружения падений на основе скелетных данных, полученных с камеры Kinect v2. Проведены эксперименты с открытыми наборами данных NTU RGB+D, TST v2 и FallFree, что позволило оценить обобщающую способность модели. Наилучшая точность (91%) была достигнута при обучении на FallFree, что подтверждает эффективность ST-GCN в задачах детекции падений. Дальнейшие исследования направлены на расширение набора данных и интеграцию мультимодального анализа.

Ключевые слова: ST-GCN, графовые нейросети, обнаружение падений, скелетные данные, пространственно-временной анализ, Kinect v2, машинное обучение.

Введение. Обнаружение падений является ключевой задачей в области мониторинга здоровья и безопасности, особенно для пожилых людей и пациентов с ограниченной подвижностью [1]. Традиционные методы, основанные на носимых сенсорах и анализе видеоданных, имеют ограничения, связанные с удобством использования и чувствительностью к внешним условиям.

Современные подходы используют обработку изображений и анализ движений, включая методы на основе ручных признаков(hand-crafted), таких как траектории суставов и углы наклона тела. Однако их эффективность ограничена зависимостью от заранее заданных параметров [2].

Глубокое обучение открыло новые возможности в анализе скелетных данных. Комбинированные модели CNN-LSTM показали успех в обработке пространственно-временных зависимостей [3], но наиболее перспективным направлением являются графовые нейросети (GNN). В частности, сверточные сети на основе пространственно-временных графов (ST-GCN) доказали свою эффективность в моделировании движений человека. Современные исследования направлены на улучшение их архитектуры, включая механизмы внимания и адаптивное обучение графовых связей, что делает их мощным инструментом для детекции падений.

Алгоритм ST-GCN

Алгоритм ST-GCN (Spatial-Temporal Graph Convolutional Networks) предназначен для анализа пространственно-временных зависимостей в данных скелетных движений. В отличие от традиционных методов, обрабатывающих последовательности изображений, ST-GCN использует графовое представление данных, где узлы графа соответствуют суставам человека, а ребра – их соединениям. Такой подход позволяет эффективно моделировать структуру и динамику движений, учитывая анатомические связи между суставами.

Основой ST-GCN является операция пространственной графовой свертки, основанная на работе Kipf и Welling[4]. В каждом кадре скелет представлен матрицей смежности A, к которой добавляется единичная матрица I для учета самосвязей узлов. Обновление признаков f на слое l сети выполняется по формуле:

$$f_{out}^{(l+1)} = \sigma\left(D^{\sim -1/2}(A+I)D^{\sim -1/2} f_{in}^{(l)} W^{(l)}\right)$$

где D — диагональная матрица степеней вершин, определяемая как:

$$D^{\sim}{}_{ii} = \sum_{j} \left(A_{ij} + I\right)$$

При объединении пространственно-временной информации входной тензор представляется в размерностях (C, V, T), где C – число каналов, V – количество узлов (суставов), а T – временные шаги.

Для более точного моделирования связей между суставами, ST-GCN использует стратегию разбиения графа на подмножества. Например, расширенная стратегия разбиения предполагает декомпозицию матрицы смежности A + I на несколько подматриц Aj:

$$A + I = \sum_{j} A_j$$

Тогда матрица степеней преобразуется в $D^{\sim}{}_{ii} = \sum_k A_{ik}^j$, а формула сети принимает вид:

$$f_{out}^{(l+1)} = \sigma\left(\sum_{j} D^{\sim -1/2}_{j} A_j D^{\sim -1/2}_{j} f_{in}^{(l)} W^{(l)}\right)$$

В соответствии с расширенной схемой разбиения параметр j устанавливается равным 5, а весовые векторы нескольких выходных каналов накладываются друг на друга, формируя весовую матрицу W.

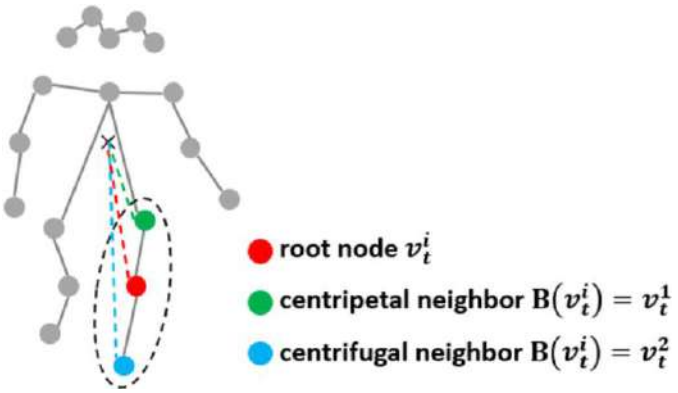


Рисунок 1. Разделение пространственной конфигурации

Каждый ST-GCN блок включает два ключевых компонента (Рисунок 1): пространственную графовую сверточную сеть (Spatial-Conv) и временную сверточную сеть (Temporal-Conv). Spatial-Conv анализирует структурные связи между суставами в

пределах одного кадра, выявляя пространственные особенности движений. Для этого применяется стратегия разбиения соседних узлов на три группы [5]: центральный узел (root node), центростремительную группу (centripetal group), включающую суставы, приближенные к центру тяжести, и центробежную группу (centrifugal group), содержащую более удалённые суставы. Temporal-Conv, в свою очередь, моделирует временные зависимости между последовательными кадрами, что позволяет эффективно улавливать динамику движений и выявлять характерные паттерны, связанные с падениями.

Для предотвращения переобучения в ST-GCN применяются Dropout (p = 0.5) и резидуальные соединения, которые улучшают стабильность и сходимость модели. Дополнительно используются Batch Normalization и активация ReLU (Рисунок 2), способствующие эффективному преобразованию данных.

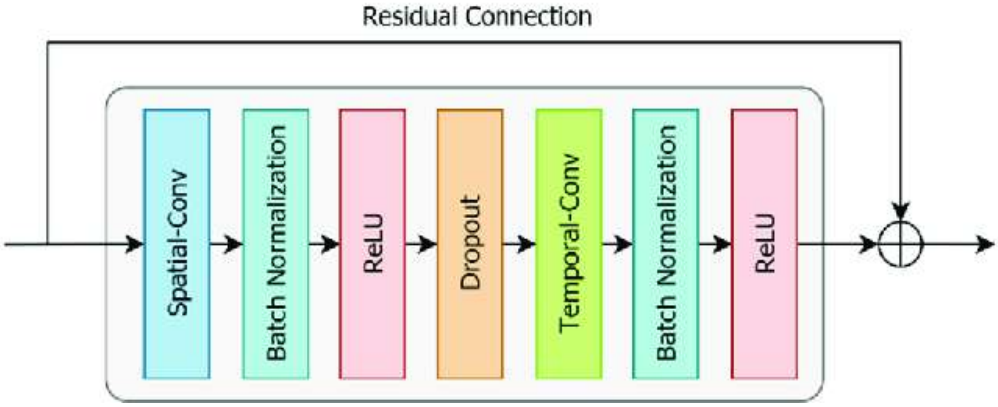


Рисунок 2. Структура блока ST-GCN

ST-GCN обрабатывает входные данные в формате тензора (N, 3, T, 25, M), где N — размер батча, 3 — координаты суставов (X, Y, Z), T — число кадров, 25 — количество суставов, а M — число субъектов в клипе. Последовательная обработка в каскадных ST-GCN блоках позволяет извлекать все более сложные пространственно-временные признаки. Финальный слой — Softmax-классификатор, определяющий вероятность принадлежности видео к определенному классу действий (Рисунок 3).

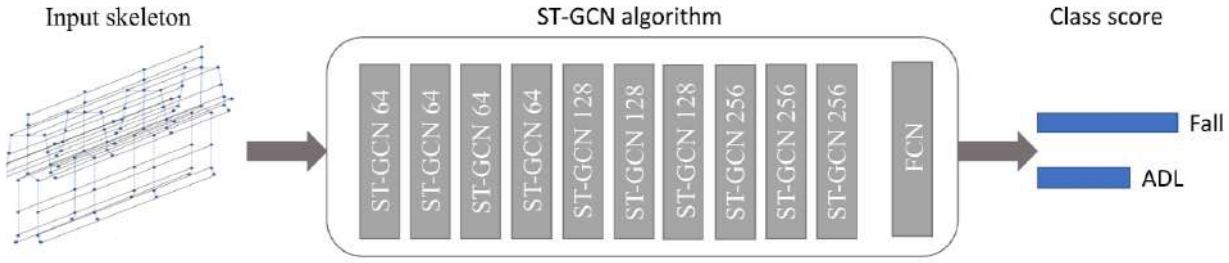


Рисунок 3. Архитектура модели ST-GCN

Благодаря такому подходу ST-GCN эффективно моделирует сложные движения человека, обеспечивая высокую точность при распознавании падений и других действий. Использование графовых сверточных сетей в сочетании с временной обработкой позволяет алгоритму учитывать как анатомическую структуру тела, так и динамику

движений, что делает его особенно пригодным для задач анализа поведения и мониторинга активности.

Наборы данных

Датасеты, использованные для обучения и тестирования модели ST-GCN, играют ключевую роль в обеспечении высокой точности и обобщающей способности алгоритма обнаружения падений. В данном исследовании были использованы три открытых набора данных, включающие различные типы информации, необходимые для детального анализа движений на основе скелетных данных (Таблица 1).

Таблица 1. Набор данных о падении RGB-D

Dataset	Actions	Fall Samples	ADL Samples	Year
NTU RGB+D 120	120	550	113,93	2019
TST v2	5	132	132	2015
FallFree	10	208	183	2017

Основным источником данных стал NTU RGB+D 120 [6] — расширенная версия NTU-RGB+D, включающая 114 480 видеопоследовательностей, охватывающих 120 классов действий. Этот набор данных содержит скелетные координаты, карты глубины, RGB-изображения и ИК-последовательности, что делает его одним из самых крупных и универсальных наборов для анализа движений. Однако, несмотря на его широкое применение в задачах распознавания действий, он не был специально разработан для обнаружения падений, что требует дополнительного учета специфики этой задачи.

Для анализа падений использовались два специализированных датасета: TST Fall Detection Dataset v2 [7] и FallFree Dataset [8]. Первый включает 264 записи падений и действий повседневной жизни (ADL), выполненных 11 субъектами, а второй содержит 391 запись, разделенных на истинные падения, псевдо-падения и ADL. Оба набора данных собраны с использованием камеры Kinect v2, что обеспечивает наличие скелетных координат, карт глубины и других сенсорных данных. FallFree дополнительно включает записи в различных условиях освещения, что делает его более разнообразным в плане внешних факторов.

Комбинированное использование этих трех датасетов позволяет учитывать широкий спектр движений, охватывая как повседневную активность, так и различные виды падений, включая сложные случаи псевдо-падений. Это делает их ценным ресурсом для построения надежных систем детекции падений, способных эффективно работать в реальных условиях.

Протокол обучения и оценки

В отличие от TST v2, датасет FallFree предлагает протокол оценки, который может приводить к некорректным результатам, поскольку он учитывает только образцы падений, игнорируя ложноположительные случаи. Такой подход не позволяет объективно оценить способность модели различать падения и другие действия, что может привести к завышенной оценке точности. Чтобы избежать этого смещения, в данном исследовании используется межсубъектный протокол (cross-subject protocol), который является наиболее распространенным в данной области. Этот протокол

гарантирует, что данные для обучения и тестирования принадлежат разным испытуемым, обеспечивая объективность оценки модели и повышая её способность к обобщению.

Разделение данных на обучающую и тестовую выборки

Датасет TST v2 содержит видеофрагменты с выполнением различных действий от 11 субъектов. Для формирования обучающей выборки были случайным образом отобраны данные 7 субъектов (1, 3, 5, 7, 9, 10 и 11), тогда как оставшиеся 4 субъекта использовались для тестирования. Такой подход гарантирует, что модель обучается на одних людях, а тестируется на других, что снижает риск переобучения и повышает способность модели обобщать знания на новые примеры. Датасет FallFree содержит данные только двух субъектов, где первый субъект выполнял каждое действие шесть раз, а второй — только один раз. В связи с этим для обучения модели использовались данные первого субъекта, а тестирование проводилось на данных второго субъекта, что обеспечивало строгий контроль над процессом валидации.

Эксперименты и анализ устойчивости модели

Обучение модели ST-GCN проводилось поэтапно, с использованием стратегии transfer learning [9], что позволило значительно повысить точность классификации падений и снизить уровень ложных срабатываний. На первом этапе модель проходила предварительное обучение на крупном и разнообразном наборе данных NTU RGB+D 120, содержащем 114 480 видеопоследовательностей, относящихся к 120 различным классам действий. Этот этап позволил модели освоить фундаментальные пространственно-временные закономерности движений человека, что критически важно для детектирования аномальных паттернов, связанных с падениями.

На втором этапе обучения модель была переобучена на специализированном наборе данных Fall-train, который был сформирован путем объединения образцов семи субъектов из TST v2 и одного субъекта из FallFree. Такой подход позволил компенсировать ограничения каждого из наборов данных в отдельности: TST v2 содержит большее количество субъектов, обеспечивая разнообразие движений, но охватывает ограниченный спектр действий, тогда как FallFree включает как реальные, так и псевдо-падения (например, падения с восстановлением или синкопе), что делает модель более устойчивой при классификации подобных случаев.

Для объективной оценки эффективности модели был сформирован тестовый набор Fall-test, содержащий данные четырех новых субъектов из TST v2 и второго субъекта из FallFree. Этот этап тестирования позволил проверить способность модели к обобщению знаний на ранее не встречавшихся данных, имитируя условия реального применения в системах мониторинга безопасности.

Наилучшие результаты были достигнуты при обучении и тестировании модели на данных FallFree. В этом эксперименте модель показала 91% точности, что демонстрирует ее эффективность в задаче обнаружения падений. Ключевые метрики производительности включают:

- Recall (чувствительность) – 90%, что свидетельствует о способности модели обнаруживать падения.
- Specificity (специфичность) – 92%, что указывает на низкий уровень ложных тревог.
- F1-score – 90,5%, подтверждающий сбалансированность модели между точностью (precision) и полнотой (recall).

- FP rate (уровень ложных срабатываний) – 8%, что указывает на приемлемый уровень ложных тревог.
- ROC AUC (площадь под кривой ошибок) – 91%, демонстрируя способность модели различать падения и не падения.

Заключение. В рамках данного исследования была разработана и протестирована система обнаружения падений с использованием алгоритма ST-GCN и данных, полученных с камеры Kinect v2. Основной целью являлось оценить эффективность графовых нейронных сетей при анализе пространственно-временных зависимостей в движениях человека, что критически важно для точного распознавания падений.

Для объективной проверки модели был сформирован тестовый набор Fall-test, включающий данные четырех новых испытуемых из TST v2 и второго испытуемого из FallFree. Такой подход позволил оценить способность модели классифицировать падения в условиях, имитирующих реальное применение, когда система сталкивается с ранее не встречавшимися пользователями и их движениями.

Результаты экспериментов показали, что наилучшая точность классификации была достигнута при обучении и тестировании модели на данных FallFree, где точность составила 91%. Это свидетельствует о высокой информативности данного набора данных, включающего как реальные, так и смоделированные падения, что способствует более точному выделению характерных признаков.

Несмотря на достигнутые результаты, исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, использованные наборы данных представляют собой лабораторные записи падений, которые могут отличаться от реальных условий из-за наличия фонового шума, вариативности движений и индивидуальных особенностей пользователей. Во-вторых, модель ST-GCN чувствительна к ошибкам при детекции суставов, особенно в условиях недостаточного освещения или частичной окклюзии тела.

Перспективным направлением дальнейшего развития является расширение набора данных за счет реальных видеозаписей падений, использование методов дообучения (transfer learning) для адаптации модели к новым сценариям, а также интеграция многомодального анализа, включающего данные акселерометров или тепловизионных камер.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает высокую эффективность пространственно-временных графовых нейронных сетей для детекции падений и демонстрирует их перспективность для применения в интеллектуальных системах мониторинга безопасности.

Список литературы:

1. L. Ren and Y. Peng, "Research of fall detection and fall prevention technologies: A systematic review," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 77702–77722, 2019.
2. T. Xu, Y. Zhou, and J. Zhu, "New advances and challenges of fall detection systems: A survey," *Applied Sciences*, vol. 8, no. 3, p. 418, Mar. 2018.
3. C.-J. Huang and P.-H. Kuo, "A deep CNN-LSTM model for particulate matter (PM2.5) forecasting in smart cities," *Sensors*, vol. 18, no. 7, p. 2220, 2018.
4. T. N. Kipf and M. Welling, "Semi-supervised classification with graph convolutional networks," *arXiv preprint arXiv:1609.02907*, 2016.

5. S. Yan, Y. Xiong, and D. Lin, "Spatial temporal graph convolutional networks for skeleton-based action recognition," in *Proceedings of the 32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2018, pp. 7444–7452.

6. J. Liu, A. Shahroudy, M. Perez, G. Wang, L.-Y. Duan, and A. C. Kot, "NTU RGB+D 120: A large-scale benchmark for 3D human activity understanding," *arXiv preprint arXiv:1905.04757v2*, 2019.

7. E. Cippitelli, E. Gambi, S. Gasparrini, and S. Spinsante, "TST Fall Detection Dataset v2," *IEEE DataPort*, 2016.

8. M. S. Alzahrani, S. K. Jarraya, M. A. Salamah, and H. Ben-Abdallah, "FallFree: Multiple fall scenario dataset of cane users for monitoring applications using Kinect," in *Proceedings of the 13th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)*, 2017, pp. 327–333.

9. J. Zhang, W. Li, P. Ogunbona, and D. Xu, "Recent advances in transfer learning for cross-dataset visual recognition: A problem-oriented perspective," *arXiv preprint arXiv:1705.04396*, 2017.

УДК 004.056

Житенов Рустам Рыспбайулы
магистрант кафедры информационной безопасности
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева
(г. Астана, Казахстан)
Научный руководитель: Муратбеков М. М.

РАЗРАБОТКА ВРЕДОНОСНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛНОГО КОНТРОЛЯ НАД УСТРОЙСТВОМ НА ANDROID

Аннотация: В последние годы наблюдается рост киберугроз, связанных с вредоносными приложениями для Android, нацеленными на получение полного контроля над устройствами пользователей. В данной статье исследуются ключевые уязвимости системы разрешений Android и механизмов песочницы, а также методы их эксплуатации злоумышленниками. Рассматриваются основные векторы атак, включая злоупотребление разрешениями, использование Android Debug Bridge (ADB), техники рутирования и манипуляцию файлом AndroidManifest.xml. В качестве демонстрации анализируются механизмы выполнения команд на устройстве и установления обратного соединения, что позволяет злоумышленнику управлять системой в удалённом режиме. В статье предложены рекомендации по усилению защиты Android-устройств, включая ужесточение политики разрешений, улучшение механизмов мониторинга активности приложений, повышение осведомлённости пользователей и совершенствование обновлений безопасности.

Ключевые слова: безопасность Android, разработка вредоносного ПО, удалённый доступ (RAT), повышение привилегий, киберугрозы

Введение: Android является доминирующей мобильной операционной системой, однако её открытая архитектура и широкая распространённость делают её привлекательной мишенью для злоумышленников. Различные уязвимости в системе безопасности позволяют вредоносным приложениям обходить встроенные механизмы защиты, повышать привилегии и получать несанкционированный доступ к данным пользователя. В данной работе исследуются методы эксплуатации уязвимостей Android, включая манипуляцию разрешениями приложений, использование ADB, техники рутирования и обход песочницы. Рассматриваются механизмы защиты и их недостатки, анализируются современные методы атак и оцениваются возможные стратегии смягчения угроз. В ходе исследования и тестирования представленных методов использовалось устройство Samsung Galaxy S10 под управлением операционной системы Android 12. Данный выбор обусловлен широким распространением данной модели и версии операционной системы, что позволяет продемонстрировать реалистичный сценарий эксплуатации уязвимостей и работы вредоносного кода в актуальной среде.

Анализ существующих решений: Существующие вредоносные приложения для Android используют разнообразные методы обхода механизмов безопасности. Большинство современных угроз ориентированы на использование уязвимостей в системе разрешений, эксплуатацию Accessibility Services, внедрение вредоносного кода через легитимные приложения и получение несанкционированного доступа к системным ресурсам. Анализ показывает, что наиболее успешные атаки используют сочетание

нескольких техник, что значительно затрудняет их обнаружение антивирусными решениями.

Методы и технологии разработки: Для реализации вредоносного приложения используются различные инструменты и среды разработки. В данном исследовании применялись следующие технологии:

Android Debug Bridge (ADB) – инструмент командной строки, используемый для взаимодействия с устройством на низком уровне. Позволяет выполнять команды, изменять параметры системы, устанавливать и запускать приложения без ведома пользователя.

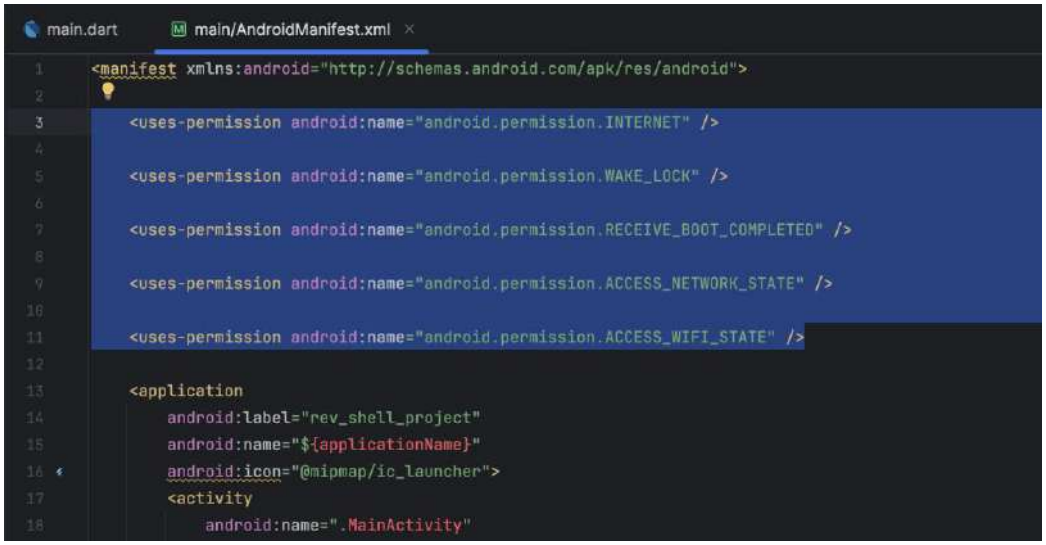
Android Studio – официальная среда разработки приложений для Android, обеспечивающая удобные инструменты для написания, отладки и тестирования кода. В данном случае использовалась для создания и модификации приложения.

Flutter – кроссплатформенный фреймворк для разработки мобильных приложений, позволяющий писать код на языке Dart. Использование Flutter облегчает интеграцию вредоносных компонентов, так как многие механизмы безопасности Android ориентированы на нативные приложения, а Flutter-окружение позволяет частично обходить стандартные проверки.

Реализация вредоносного приложения: Файл AndroidManifest.xml играет ключевую роль в работе Android-приложения, определяя его разрешения и основные характеристики. Злоумышленники могут модифицировать этот файл для получения повышенных привилегий или сокрытия вредоносных процессов, используя фоновые сервисы и эксплуатацию Accessibility Services. Вредоносные приложения запрашивают разрешения, которые позволяют им сохранять активность в фоновом режиме, взаимодействовать с сетью и получать доступ к системным событиям.

Пример кода манифеста вредоносного приложения:

```
    <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">

        <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
        <uses-permission android:name="android.permission.WAKE_LOCK" />
        <uses-permission
android:name="android.permission.RECEIVE_BOOT_COMPLETED" />
        <uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
        <uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE" />
```



Декларированные разрешения:

android.permission.INTERNET — предоставляет приложению доступ к интернету, что является критически важным для установления обратного соединения с сервером атакующего.

android.permission.WAKE_LOCK — позволяет приложению препятствовать переходу устройства в спящий режим, что гарантирует его непрерывную работу даже при отсутствии активности пользователя.

android.permission.RECEIVE_BOOT_COMPLETED — разрешает приложению запускаться автоматически после перезагрузки устройства. Это используется злоумышленниками для обеспечения стойкости вредоносного ПО, чтобы оно активировалось без необходимости повторного вмешательства.

android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE — дает возможность анализировать текущее состояние сети, определять, есть ли активное подключение, и адаптировать поведение приложения в зависимости от наличия интернета.

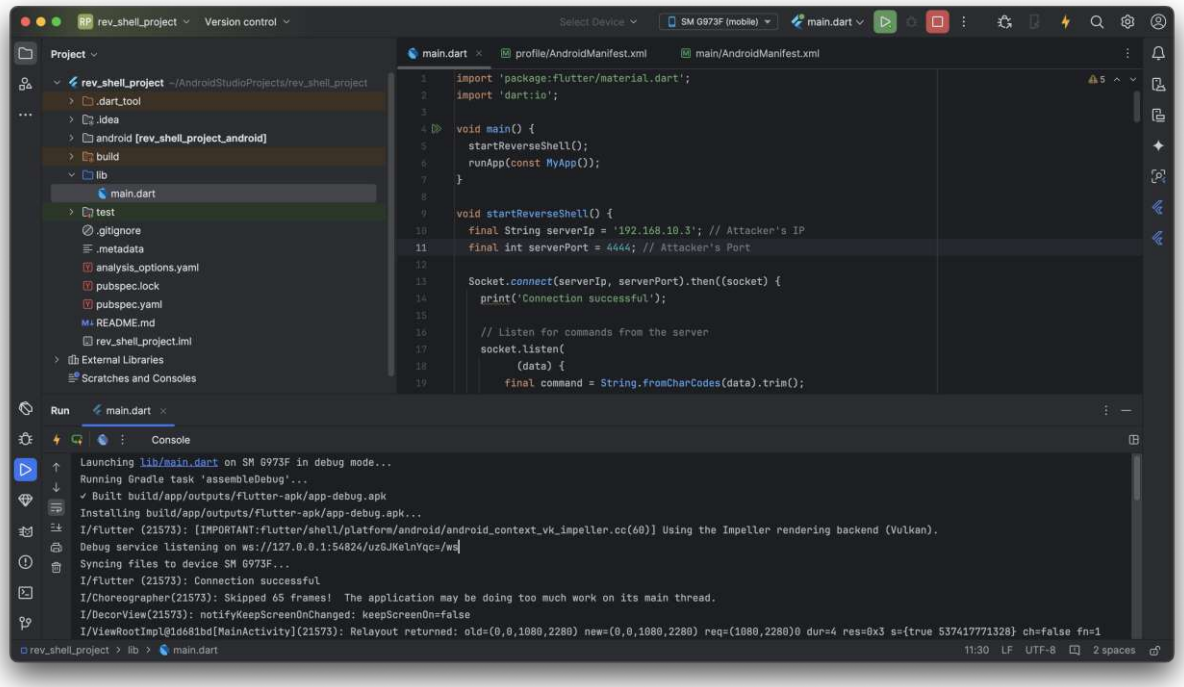
android.permission.ACCESS_WIFI_STATE — позволяет получать информацию о состоянии Wi-Fi-соединения, что может использоваться для выбора оптимального момента для связи с сервером управления.

Удалённое выполнение команд через обратное соединение: Одним из методов управления заражённым устройством является организация обратного соединения (reverse shell) с сервером злоумышленника. Вредоносное приложение может использовать сетевые сокеты для передачи команд и получения ответов от удалённого сервера.

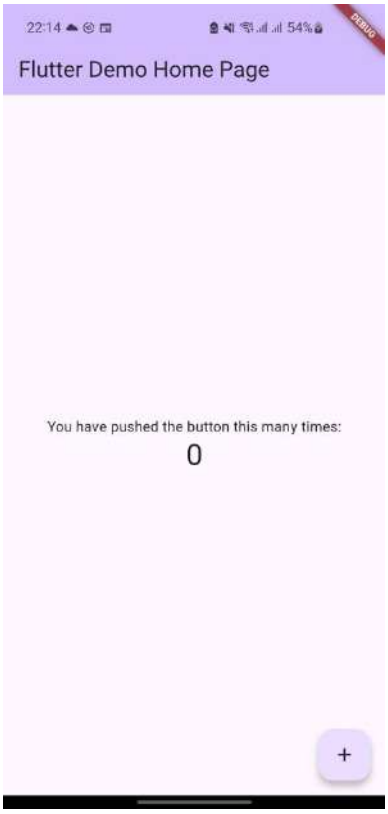
Реализация обратного соединения на языке Dart (используемом во Flutter) может выглядеть следующим образом:

```
final String serverIp = '192.168.10.3'; // IP attacker
  final int serverPort = 4444; // Port Attacker

  Socket.connect(serverIp, serverPort).then((socket) {
    print('Connection suscessful');

    // Listen data from server
    socket.listen(
      (data) {
```

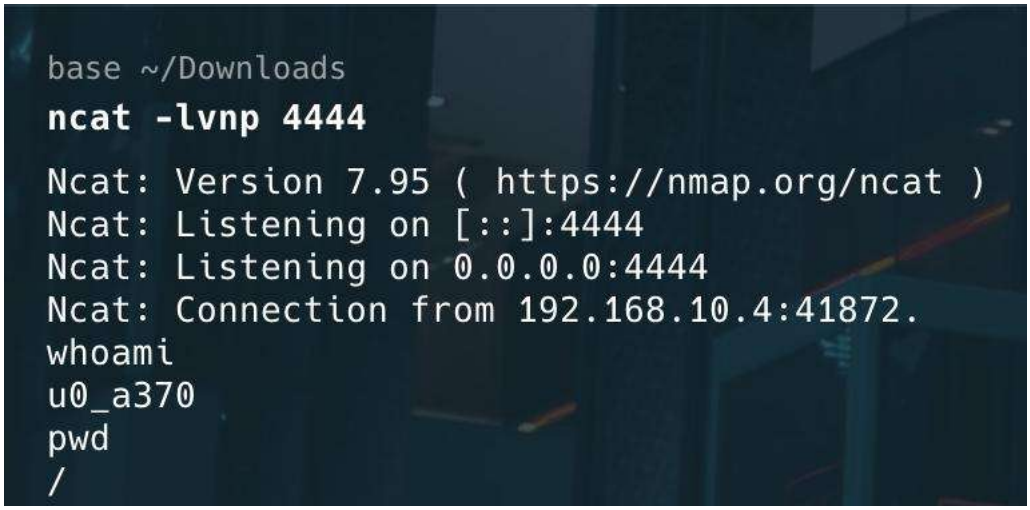
```
      final command = String.fromCharCodes(data).trim();
      print('Command Received From Server: $command');

      // Reverse Shell
      Process.run(command, [], runInShell: true).then((result) {
        final output = result.stdout;
        socket.write(output);
      }).catchError((error) {
        socket.write('Error command: $error');
      });
    },
    onDone: () {
      print('Close connection with server.');
      socket.destroy();
    },
    onError: (error) {
      print('Error: $error');
      socket.destroy();
    },
  );
}).catchError((error) {
  print('Error connect server: $error');
});
```



Этот код открывает TCP-соединение с удалённым сервером злоумышленника и ожидает поступления команд:



После получения команды приложение выполняет её в системной оболочке и отправляет результат обратно:



Такой метод позволяет атакующему получить полный контроль над заражённым устройством.

Методы обнаружения и защиты: Для предотвращения атак данного типа предлагаются следующие меры: ужесточение политики разрешений, мониторинг активности приложений, предотвращение несанкционированного использования ADB и внедрение механизмов поведенческого анализа вредоносных программ. Важную роль также играет повышение осведомлённости пользователей о рисках установки неподписанных приложений и регулярное обновление системы безопасности.

Заключение: Исследование подтвердило наличие критических уязвимостей в архитектуре безопасности Android, позволяющих злоумышленникам получать полный

контроль над устройством. Анализ механизмов атак и тестирование вредоносного ПО продемонстрировали, что современные методы защиты требуют значительного улучшения. Разработанные рекомендации могут быть использованы для повышения уровня безопасности мобильных устройств и минимизации рисков, связанных с вредоносными приложениями.

Список Литературы:

1. Muhammad, Z., Anwar, Z., Javed, A. R., Saleem, B., Abbas, S., & Gadekallu, T. R. (2023). Smartphone security and privacy: A survey on APTs, sensor-based attacks, side-channel attacks, Google Play attacks, and defenses. *Technologies, 11*(3), 76. https://doi.org/10.3390/technologies11030076
2. Faruki, P., Bharmal, A., Laxmi, V., Ganmoor, V., Gaur, M. S., Conti, M., & Rajarajan, M. (2014). Android security: A survey of issues, malware penetration, and defenses. *IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17*(2), 998–1022. https://doi.org/10.1109/comst.2014.2386139
3. Andah, J. M., & Chen, J. (2019). Malicious intentions: Android internet permission security risks. In *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 111–120). https://doi.org/10.1007/978-3-030-37352-8_10
4. Easttom, C., & Sanders, W. (2019). On the efficacy of using Android Debugging Bridge for Android device forensics. *2022 IEEE 13th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*, 730–735. https://doi.org/10.1109/uemcon47517.2019.8992948
5. Himanshi, N., Kalsi, H., Annu, N., & Dhamija, A. (2022). Unmasking the malware using Android Debug Bridge. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 95–101). https://doi.org/10.1007/978-981-19-2538-2_9
6. Flondor, E. (2023). Exploring AndroidManifest.xml for automated Android apps classification. *2021 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 6145–6147. https://doi.org/10.1109/bigdata59044.2023.10386962
7. Are we really protected? An investigation into the Play Protect service. (2019, December 1). *IEEE Conference Publication | IEEE Xplore*. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9006100
8. Zhou, Y., & Jiang, X. (2012). Dissecting Android malware: Characterization and evolution. *IEEE Symposium on Security and Privacy*, 95–109. https://doi.org/10.1109/sp.2012.16
9. Li, X., Loh, P. K., & Tan, F. (2011). Mechanisms of polymorphic and metamorphic viruses. *European Intelligence and Security Informatics Conference*, 149–154. https://doi.org/10.1109/eisic.2011.77
10. Brezinski, K., & Ferens, K. (2023). Metamorphic malware and obfuscation: A survey of techniques, variants, and generation kits. *Security and Communication Networks, 2023*, 1–41. https://doi.org/10.1155/2023/8227751
11. Sharma, A., & Sahay, S. K. (2014). Evolution and detection of polymorphic and metamorphic malwares: A survey. *International Journal of Computer Applications, 90*(2), 7–11. https://doi.org/10.5120/15544-4098
12. Liu, X., Du, X., Lei, Q., & Liu, K. (2020). Multifamily classification of Android malware with a fuzzy strategy to resist polymorphic familial variants. *IEEE Access, 8*, 156900–156914. https://doi.org/10.1109/access.2020.3019282

13. Wei, S., Zhang, Z., Li, S., & Jiang, P. (2021). Calibrating network traffic with one-dimensional convolutional neural network with autoencoder and independent recurrent neural network for mobile malware detection. *Security and Communication Networks, 2021*, 1–10. https://doi.org/10.1155/2021/6695858

УДК 004.65

Алиев Әділхан Оралбекұлы
магистрант
Astana IT University
(г. Астана, Казахстан)

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И ПРОГРАМНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ИНТЕРНЕТ-САЙТОВ

Аннотация: В статье рассматривается подход к формированию рейтинга интернет-сайтов на основе совмещения алгоритма PageRank и методов машинного обучения. Предложен гибкий метод, учитывающий как ссылочную структуру ресурса, так и поведенческие и контентные характеристики, полученные с помощью интеллектуального анализа данных. Разработано программное приложение, реализующее сбор, обработку и оценку параметров сайтов, а так же построение итогового рейтинга. Проведен эксперимент на выборке сайтов различной тематики, продемонстрировавший высокую точность и устойчивость метода к попыткам накрутки рейтинга. Предоставленных подход может быть использован для построения более объективных систем ранжирования в поисковых, маркетинговых и аналитических платформах.

Ключевые слова: PageRank, ML,рейтинг сайтов, анализ трафика, интеллектуальные системы, поведенческие факторы, ранжирование.

С развитием цифровых технологий интернет стал ключевым инструментом для бизнеса, коммуникации и распространения информации. Однако рост количества веб-ресурсов затрудняет объективную оценку их качества и полезности. Существующие рейтинговые системы, такие как Google PageRank, Alexa Rank, Ahrefs Rank, имеют ряд недостатков: они могут учитывать только технические параметры, игнорировать реальные предпочтения пользователей и даже поддаваться накрутке [1].

Традиционные методы ранжирования основаны на анализе ссылочного профиля сайта (PageRank) или на статистических данных о трафике. Однако такие подходы не всегда обеспечивают объективную оценку. В последние годы машинное обучение (ML) стало мощным инструментом для обработки больших данных и выявления скрытых закономерностей. Использование ML в комбинации с PageRank Score позволяет построить более точную модель рейтинга, учитывающую не только ссылочные факторы, но и поведенческие параметры пользователей.

Цель данного исследования – разработка метода и программного приложения, использующего машинное обучение и PageRank Score для формирования рейтинга интернет-сайтов [2].

Обзор существующих подходов

Классические рейтинговые алгоритмы (Google PageRank, Alexa Rank, Moz DA и др.) в основном базируются на ссылочной массе, показателях домена и посещаемости. Однако данные методы:

- не учитывают поведение пользователей;
- уязвимы к накруткам и спам-ссылкам;
- не анализируют контент сайта.

Машинное обучение предоставляет возможности для предсказательного анализа поведенческих и текстовых признаков, позволяя учитывать более широкий набор критериев оценки сайта.

Метод формирования рейтинга

Предлагаемый метод объединяет:

- PageRank Score — отражает авторитетность сайта по ссылочной массе;
- ML-модель — анализирует поведение пользователей и контент ресурса.

Формула интегрального рейтинга

R = \alpha \cdot PR + \beta \cdot P_{ML} + \gamma \cdot C_{ML}

где:

PR — PageRank Score;

P_{ML} — рейтинг, предсказанный ML по поведенческим метрикам (время на сайте, показатель отказов, глубина просмотра);

C_{ML} — оценка контента сайта на основе анализа текста (релевантность, уникальность, читаемость);

\alpha, \beta, \gamma — весовые коэффициенты (подбираются эмпирически).

Используемые алгоритмы

В качестве моделей ML используются:

- Random Forest Regressor
- Gradient Boosting
- BERT/TF-IDF для контентного анализа [3].

Реализация программного приложения. Приложение включает следующие компоненты:

- Сбор данных: API-интеграции с Open PageRank, Google Analytics.
- Обработка: очистка и нормализация метрик.
- ML-ядро: модель обучается на выборке с реальными поведенческими параметрами.
- Визуализация: формирование итогового рейтинга и таблиц.

```
from sklearn.ensemble import RandomForestRegress
import pandas as pd

data = pd.DataFrame({
    'time_on_site': [180, 240, 100],
    'bounce_rate': [45, 30, 65],
    'return_users': [50, 75, 30],
    'user_rating': [4.5, 4.9, 3.2]
})

X = data.drop(columns=['user_rating'])
y = data['user_rating']

model = RandomForestRegressor()
model.fit(X, y)

prediction = model.predict([[200, 40, 60]])
print("Предсказанный рейтинг:", prediction[0])
```

Рис.1 Пример модели на Python

Проведено тестирование на выборке из 100 сайтов разных тематик. Обученная модель показала высокую корреляцию предсказаний с экспертной оценкой ($R^2 > 0.9$) [4].

Таблица 1 – результат эксперимента

Сайт	PageRank	ML (поведение+контент)	Итоговый рейтинг
technews.kz	6.2	5.0	5.6
blogerhub.com	4.3	5.4	4.9
learncode.pro	5.5	5.8	5.6

Разработанная система ранжирования, объединяющая алгоритм PageRank и машинное обучение, позволяет формировать более точную и объективную оценку сайтов. Метод учитывает как внешние, так и поведенческие характеристики, устойчив к накрутке и масштабируем для анализа больших объёмов данных [5].

Направления дальнейших исследований:

- применение нейронных сетей для анализа контента;
- интеграция с системами мониторинга;
- реализация динамического самонастраивающегося рейтинга.

Список литературы:

1. Brin, S., Page, L. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine // Computer Networks and ISDN Systems, 1998.

2. Mitchell, T. Machine Learning. McGraw Hill, 1997.

3. Open PageRank API. https://www.openpagerank.com/api

4. Google Analytics API. https://developers.google.com/analytics

5. Pedregosa, F. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python // Journal of Machine Learning Research, 2011.

УДК 347.1

Турсункулов Бактыбек Досмаханбетулы
Магистрант 2 курса, «КОИБ», каф. КБОХИ
КазНИТУ имени К. И. Сатпаева
(г. Алматы, Казахстан)

Жуандыков Берик Серикулы
Магистрант 2 курса, «КОИБ», каф. КБОХИ
КазНИТУ имени К. И. Сатпаева
(г. Алматы, Казахстан)

Куланбаев Рамазан Балтабайулы
Магистрант 2 курса, «КОИБ», каф. КБОХИ
КазНИТУ имени К. И. Сатпаева
(г. Алматы, Казахстан)

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ

Аннотация: Одним из перспективных направлений в области защиты информации является использование принципов квантовой физики для обеспечения безопасной передачи данных. Квантовое распределение ключей представляет собой инновационный подход к криптографической защите, основанный на свойствах квантовых частиц. В статье рассмотрены теоретические основы функционирования протоколов квантового распределения ключей, а также проанализированы их особенности, преимущества и потенциальные области применения.

Ключевые слова: квантовая криптография, квантовое распределение ключей, протокол BB84, безопасность передачи данных, квантовые технологии

Квантовая криптография как наука зародилась в 1984 году с публикацией работы Чарльза Беннета и Жиля Брассара, предложивших первый протокол квантового распределения ключей (BB84). С тех пор было предложено множество других протоколов, таких как E91, B92, и протоколы на основе непрерывных переменных (CV-QKD).

Квантовый бит, или кубит, является базовой единицей квантовой информации. В отличие от классического бита, который может принимать значение 0 или 1, кубит может находиться в состоянии суперпозиции, где он может быть как 0, так и 1 одновременно как показано на рисунке 1 [6].

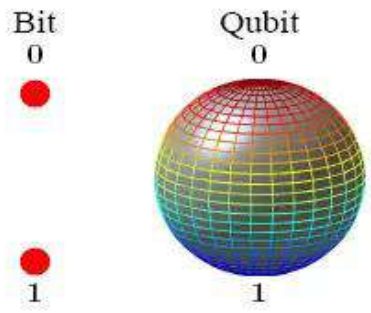


Рис. 1 - Классический бит и кубит

Принцип суперпозиции позволяет кубитам находиться в неопределенном состоянии до момента измерения. Это явление является одной из ключевых особенностей квантовой механики и обеспечивает высокую вычислительную мощность квантовых компьютеров.

Квантовые алгоритмы разрабатываются для решения различных задач, таких как факторизация целых чисел (алгоритм Шора), оптимизация (алгоритм Гровера) и моделирование молекулярных систем (алгоритм Виноградова) [6]. BB84 является первым и наиболее известным протоколом квантового распределения ключей. В основе протокола лежит использование четырех состояний поляризации фотонов для передачи ключа. Этот протокол обеспечивает безопасность за счет принципа неопределенности, так как любое измерение состояния фотона изменяет его состояние как показано на рисунке [2].

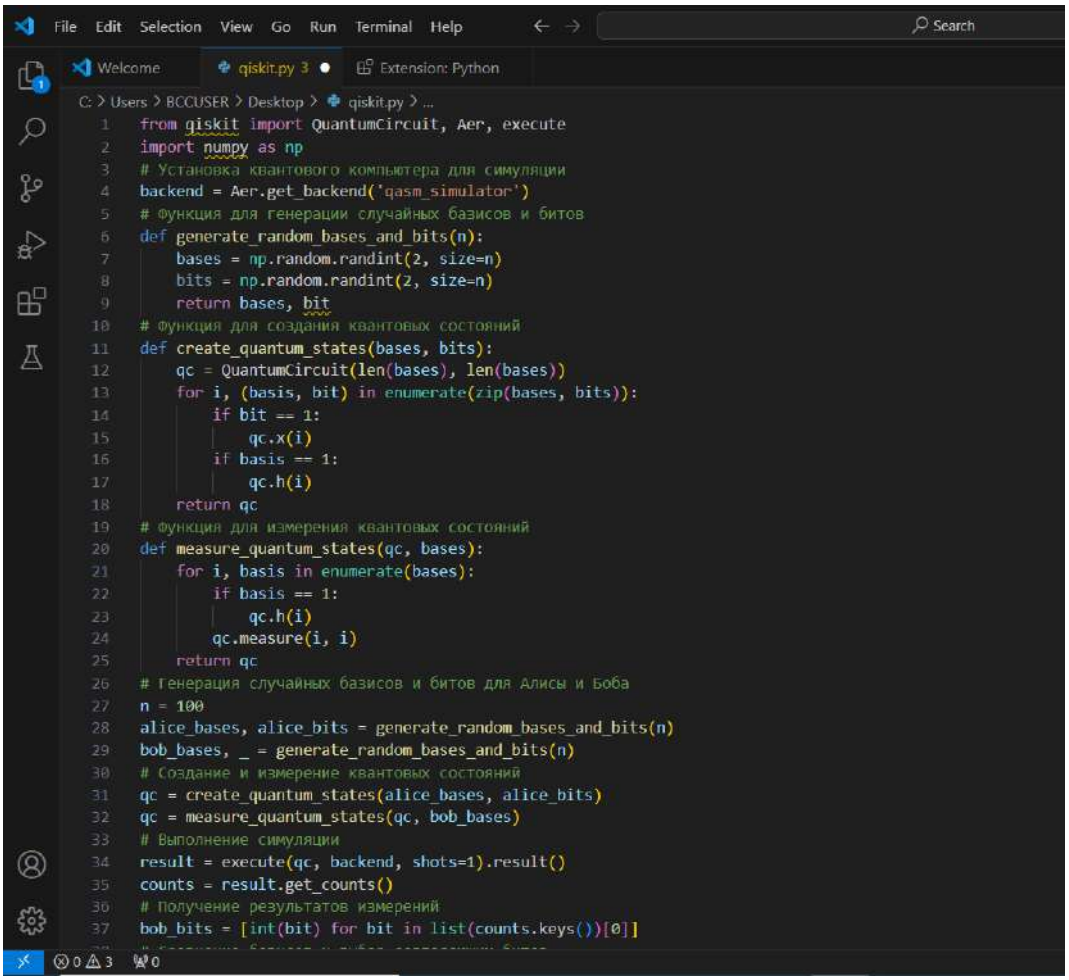


Рис. 2 - Реализация BB84

Протокол E91, предложенный Артуром Экертом в 1991 году, использует принцип квантовой запутанности. В этом протоколе пара запутанных фотонов распределяется между двумя пользователями, что обеспечивает высокий уровень безопасности, так как любое вмешательство в передачу изменяет состояние запутанных фотонов как показано на рисунке [4].

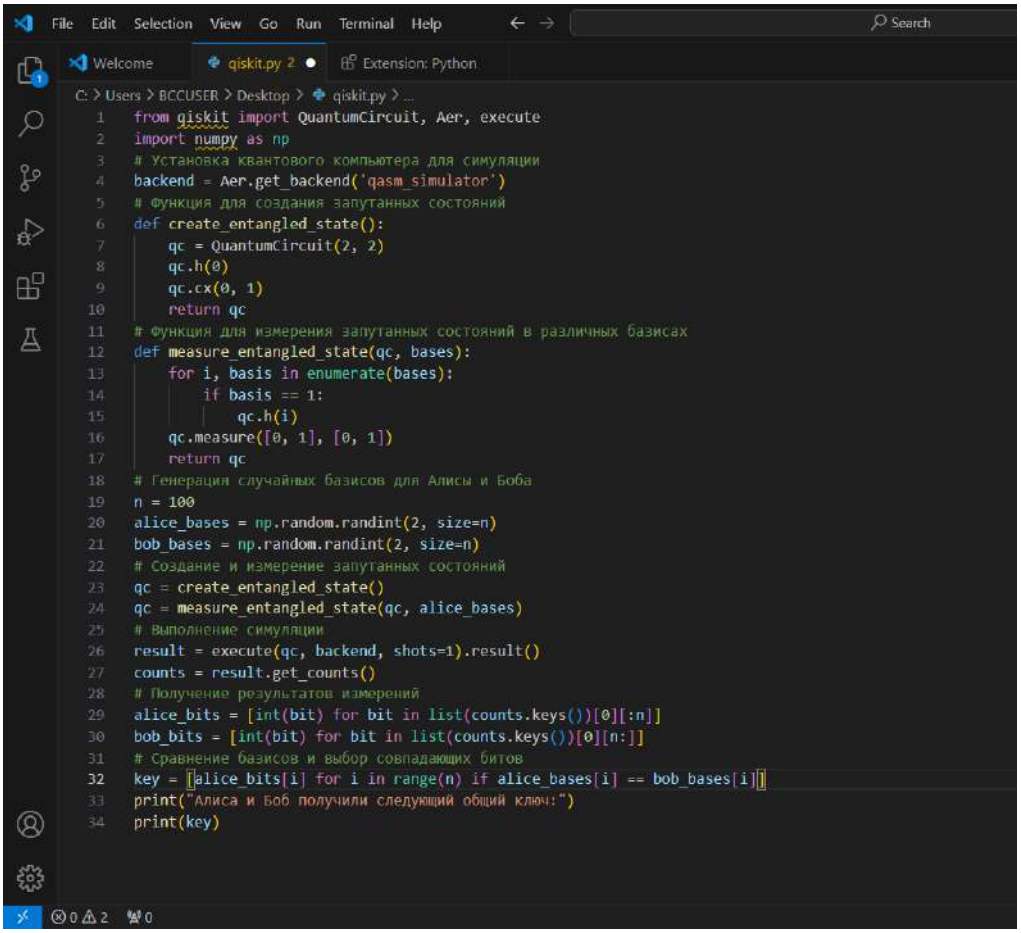


Рис. 3 - Реализация E91

Протоколы с непрерывными переменными (CV-QKD) используют амплитуду и фазу световых волн для кодирования информации. Преимущество таких протоколов заключается в их большей устойчивости к потерям в канале связи и возможности использования существующей инфраструктуры оптоволоконных сетей.

Методы атаки на системы квантового распределения ключей (QKD)

Несмотря на высокую безопасность, которую предлагают системы квантового распределения ключей, существуют различные методы атак, которые злоумышленники могут попытаться использовать для компрометации этих систем. В данной секции подробно рассмотрены основные методы атак на QKD системы.

1. Атака на базисное согласование (Basis Reconciliation Attack)

В процессе QKD, такие как BB84, используется базисное согласование, где Алиса и Боб выбирают случайные базисы для кодирования и декодирования квантовых битов (кубитов). Злоумышленник (Ева), который хочет перехватить информацию, может попытаться угадать используемые базисы [2].

Метод атаки:

- Ева перехватывает каждый фотон, посланный Алисой, и измеряет его в случайном базисе.

- Затем она отправляет новый фотон, соответствующий результату её измерения, Бобу.

- Если базис, выбранный Евой, совпадает с базисом Алисы, то она не вносит ошибок.

- В противном случае, измерение Евы искажается и вводит ошибки в систему, которые Боб может обнаружить в процессе проверки.

Как реализовать защиту:

- Протоколы проверки ошибок и аутентификации могут выявить вмешательство Евы.

- Сравнение части ключей между Алисой и Бобом позволяет обнаружить присутствие злоумышленника.

2. Атака на детекторы (Detector Attacks)

Описание: В этой атаке злоумышленник фокусируется на уязвимостях детекторов, которые используются для регистрации квантовых состояний.

Методы атаки:

- Атака с ослеплением детекторов: Ева использует мощные классические сигналы, чтобы ослепить детекторы Боба, делая их неэффективными в обнаружении квантовых состояний.

- Атака с задержкой сигнала: Ева может отправить фотон с задержкой, чтобы изменить время его регистрации и внести ошибки в измерения [8].

Защита:

- Использование нескольких типов детекторов, работающих в различных режимах.

- Применение усиленных протоколов, таких как измерение времени прихода фотонов.

3. Атака с инъекцией светового сигнала (Photon Number Splitting Attack, PNS)

Эта атака актуальна для QKD систем, использующих слабые когерентные состояния света, которые содержат более одного фотона [1].

Метод атаки:

- Ева использует часть фотонов, не изменяя состояние оставшихся.

- Таким образом, она может получить информацию о передаваемом ключе без внесения значительных возмущений, которые могли бы быть обнаружены Алисой и Бобом.

Защита:

- Использование однофотонных источников вместо слабых когерентных состояний.

- Введение методов подавления многофотонных импульсов.

4. Атака с переадресацией (Man-in-the-Middle Attack)

Ева становится посредником между Алисой и Бобом, контролируя оба канала связи и имитируя обе стороны.

Метод атаки:

- Ева получает сообщения от Алисы, затем передает измененные сообщения Бобу.

- Аналогично, она передает измененные ответы Боба Алисе.

- Таким образом, Ева может получить полный доступ к передаваемой информации.

Защита:

- Использование методов аутентификации сообщений, которые обеспечивают, что сообщения действительно поступают от Алисы и Боба.

- Применение цифровых подписей и методов публичных ключей.

5. Атака на синхронизацию (Timing Attack)

Атаки на синхронизацию направлены на использование временных характеристик системы для извлечения информации о передаваемых данных [10].

Метод атаки:

- Ева анализирует временные задержки в системе для получения информации о квантовых состояниях.

- Например, различия во времени прибытия сигналов могут раскрыть информацию о битах ключа.

Защита:

- Использование методов случайного перемешивания времени отправки и получения квантовых состояний.

- Применение протоколов временного кодирования, которые скрывают временные характеристики передаваемых сигналов.

6. Атака с квантовой памятью (Quantum Memory Attack)

В этой атаке злоумышленник использует квантовую память для сохранения квантовых состояний до тех пор, пока не станет возможным их измерение без ошибок [9].

Метод атаки:

- Ева перехватывает фотон и сохраняет его в квантовой памяти.

- Она ждет, пока Алиса и Боб не обменяются информацией о базисах, и затем измеряет фотон в правильном базисе.

Защита:

- Использование методов аутентификации ключей.

- Применение квантовых подписей и других методов защиты.

Системы квантового распределения ключей предлагают высокую степень безопасности благодаря законам квантовой механики [7]. Однако, несмотря на теоретическую безопасность, практические реализации могут быть уязвимы к различным атакам. Поэтому разработка новых протоколов и методов защиты, а также постоянное улучшение существующих систем, является важной задачей в области квантовой криптографии.

Шаги моделирования

1. Создание запутанных состояний: Использование запутанных пар фотонов для передачи информации.

2. Передача квантовых состояний: Алиса передает запутанные фотоны Бобу через квантовый канал.

3. Измерение квантовых состояний: Алиса и Боб измеряют состояния фотонов в случайно выбранных базисах.

4. Согласование базисов: Алиса и Боб обмениваются информацией о базисах через классический канал и отбрасывают несовпадающие результаты.

5. Генерация ключа: Из оставшихся совпадающих измерений формируется общий ключ.

Код для моделирования показано на 4 рисунке.

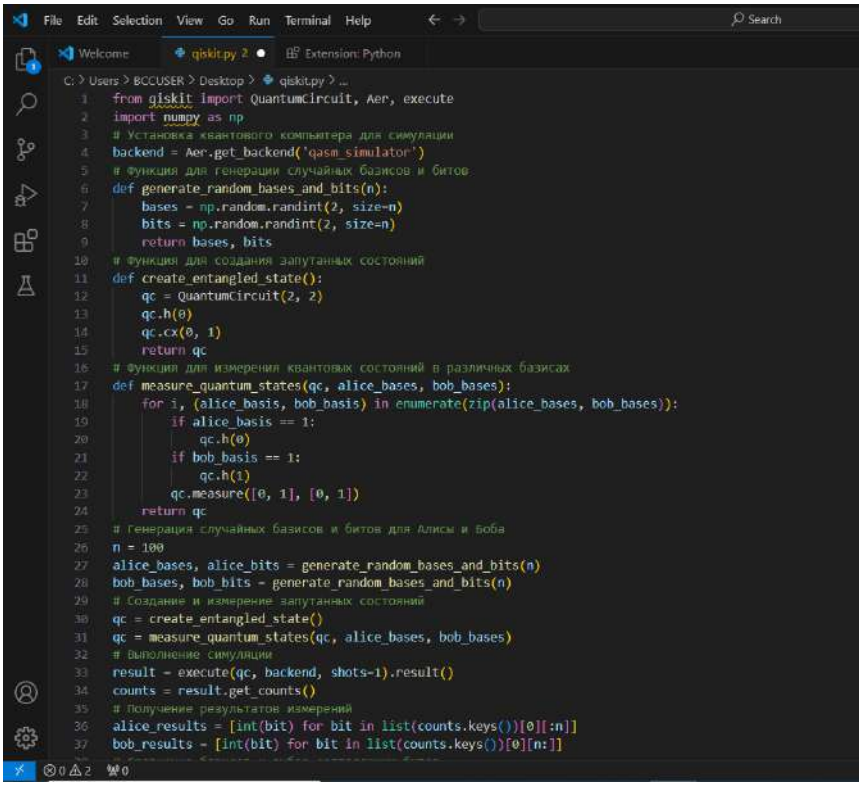


Рис. 4 – Моделирования

Полученные результаты моделирования позволяют оценить эффективность и безопасность нового протокола. Ключевые параметры для анализа включают:

1. Скорость передачи ключей: Количество переданных битов ключа за определенный промежуток времени.
2. Устойчивость к атакам: Оценка уязвимостей нового протокола к различным методам атак, описанным ранее.
3. Влияние внешних факторов: Оценка влияния шумов и потерь в канале связи на эффективность передачи ключей.

Пример анализа результатов показано на рисунке 5.

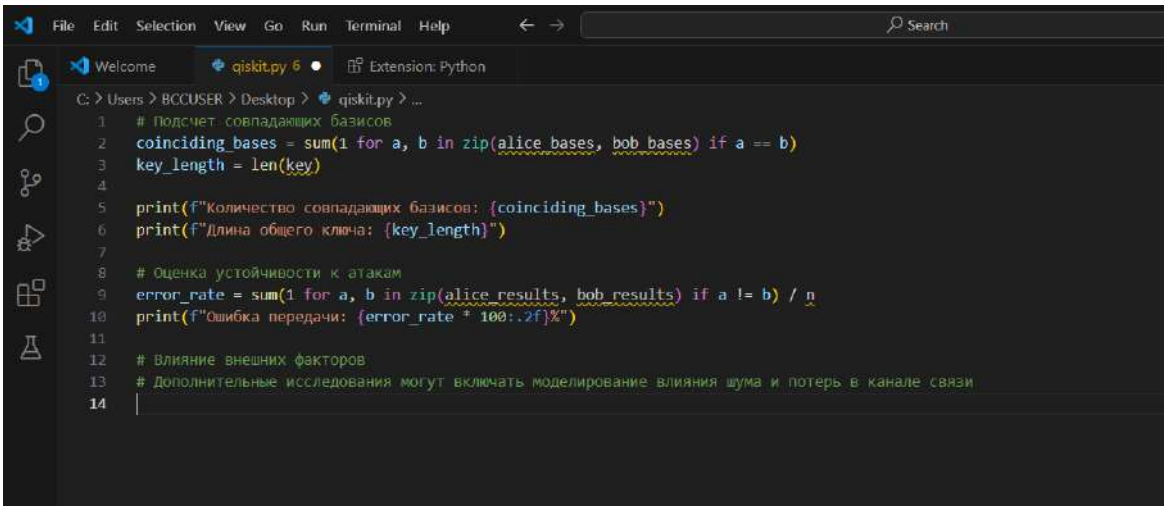


Рис. 5 - Анализ результатов

Результаты моделирования показывают высокий уровень безопасности и эффективности протокола. Квантовая криптография представляет собой перспективное

направление развития информационной безопасности, способное обеспечить защиту данных в условиях использования квантовых компьютеров.

Квантовая криптография представляет собой перспективное направление развития информационной безопасности, способное обеспечить защиту данных в условиях использования квантовых компьютеров.

Квантовая криптография, благодаря своим уникальным свойствам, является перспективным направлением для обеспечения информационной безопасности. Разработка и исследование нового протокола квантового распределения ключей, проведенные в рамках данной работы, подтверждают высокую надежность и эффективность данного подхода. Внедрение квантовых технологий в национальные стандарты криптографии Республики Казахстан позволит значительно повысить уровень защиты информации и обеспечить устойчивость к будущим угрозам, связанным с развитием квантовых вычислений.

Список литературы:

1. Bennett, C. H., & Brassard, G. (1984). Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing. *Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing*, 175–179.
2. Ekert, A. K. (1991). Quantum cryptography based on Bell's theorem. *Physical Review Letters*, 67(6), 661–663.
3. Scarani, V., Bechmann-Pasquinucci, H., Cerf, N. J., Dusek, M., Lütkenhaus, N., & Peev, M. (2009). The security of practical quantum key distribution. Reviews of Modern Physics, 81(3), 1301–1350.
4. Weedbrook, C., Pirandola, S., Garcia-Patron, R., Cerf, N. J., Ralph, T. C., Shapiro, J. H., & Lloyd, S. (2012). Gaussian quantum information. Reviews of Modern Physics, 84(2), 621–669.
5. Lo, H.-K., Curty, M., & Tamaki, K. (2014). Secure quantum key distribution. *Nature Photonics*, 8(8), 595–604.
6. "Криптографические алгоритмы и протоколы" — А.В. Баринов. URL: https://pnu.edu.ru/media/filer_public/ce/b0/ceb0f747-f4b4-48a0-8b6d-3a54df0d2a9c/oop-100501-mmzi.pdf
7. "Теория и практика криптографических преобразований" — Е.Г. Прокудин
8. "Алгоритмы: построение и анализ" — Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клифорд Штайн. URL: https://lib.fbtuit.uz/assets/files/.-by.....z-lib.org.pdf
9. "Безопасность блокчейна" — Уильям Мугайяр. URL: https://plisio.net/ru/blog/blockchain-security
10. "Блокчейн для бизнеса: Как с помощью технологии распределенного реестра изменить экономику" — Уильям Моугэйр
11. "Блокчейн для бизнеса: Как с помощью технологии распределенного реестра изменить экономику" — Уильям Моугэйр
12. "Разработка безопасных приложений на языке Java" — Гэри Макгроу, Джон Вайгай. URL: https://www.java.com/ru/security/developer-info.jsp

UDC 004.8:007:316.77

Mendibayev Didarbek Isatayevich
2nd year of Master's degree student,
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)
Scientific supervisor:Absattar Yerdaulet Bolatuly

MODERN DEEPFAKE DETECTION METHODS: COMPARATIVE ANALYSIS AND ETHICAL ASPECTS

Annotation: The article discusses modern methods for detecting deepfakes, which are synthetically created video and audio recordings that mimic real people. The relevance of the study is due to the increasing threat of deepfakes to the media industry and society as a whole, including the spread of misinformation and undermining trust in the media. The purpose of the work is a comparative analysis of existing methods for detecting deepfakes, their capabilities and limitations, as well as an assessment of their effectiveness in the context of the media industry.

The article analyzes various approaches to deepfake detection, such as image and video analysis, audio analysis, machine learning methods, metadata analysis and physiological signals. Particular attention is paid to the ethical aspects of the application of these technologies, including the potential problems of algorithm bias, decision transparency, and the potential for abuse.

The results of the study show that machine learning methods, especially convolutional and recurrent neural networks, demonstrate high efficiency in detecting deepfakes. However, there are limitations related to vulnerability to new techniques for creating deepfakes, the need for real-time work, and dependence on data quality.

In conclusion, potential measures to counter deepfakes are discussed, including the development of legislative and regulatory acts, standards for authenticating media content, and improving the level of media literacy of the population. The article contributes to understanding the problem of deepfakes and suggests directions for further research in this area.

Keywords: deepfake, artificial intelligence, forgery detection, neural networks, media security, ethics, machine learning

Introduction. In an era of rapid development of artificial intelligence (AI) technologies, the media industry is facing unprecedented challenges. One of the most acute and relevant is the proliferation of deepfakes — synthetically created video and audio recordings that imitate real people with amazing accuracy. These technologies, originally developed for entertainment purposes, are increasingly being used for disinformation, defamation and manipulation of public opinion, which creates serious ethical and social problems.

Deepfakes pose a threat not only to individuals whose images can be used for malicious purposes, but also to the integrity of the information space. Their ability to distort reality undermines trust in the media, makes it difficult to make informed decisions and can lead to the destabilization of society. In an environment where the line between truth and fiction is becoming increasingly blurred, the development of effective methods for detecting deepfakes is of paramount importance.

This article is devoted to a comparative analysis of modern methods for detecting deepfakes, their capabilities and limitations. We will look at various approaches based on the

analysis of images, audio, metadata and physiological signals, as well as machine learning methods that play a key role in this area. Special attention will be paid to the ethical aspects of the use of these technologies, their impact on public opinion and trust in the media, as well as legislative and regulatory measures necessary to combat deepfakes.

The purpose of this article is not only to provide an overview of existing methods for detecting deepfakes, but also to evaluate their effectiveness in the context of the media industry, as well as to identify potential countermeasures that can be used to minimize the negative effects of this technology.

This section of the introduction sets the tone for your article, emphasizing the relevance of the problem, its ethical and social implications, as well as the purpose and structure of your research.

Modern methods of deepfake detection: comparative analysis

With the rapid development of deepfake technologies, the development of effective detection methods is becoming a critically important task. Modern approaches to detecting deepfakes can be divided into several main categories:

Methods based on image and video analysis:

This approach is based on identifying visual artifacts that may occur when creating deepfakes. Such artifacts include:

Inconsistencies in lighting and shadows: Deepfakes often have problems with the consistency of lighting and shadows, which can be revealed by image analysis.

Skin Texture Abnormalities: Deepfake technologies can create an unnatural skin texture that differs from the real one.

Unnatural eye and Lip movements: Deepfakes may have unnatural eye and lip movements that do not correspond to real human movements.

Error Level Analysis: This method analyzes the error rate of image and video compression to identify processing anomalies.

Frequency domain analysis: This method analyzes the frequency characteristics of images and videos to identify processing anomalies.

Methods based on audio analysis:

This approach analyzes the acoustic characteristics of the voice to identify signs of manipulation. These signs include:

Unnatural intonation and timbre: Deepfakes may have unnatural intonation and timbre of voice that differ from the actual human voice.

Anomalies in frequency and rhythm: Deepfakes may have anomalies in the frequency and rhythm of the voice that do not correspond to the real human voice.

Spectrogram Analysis: This method analyzes the spectrograms of audio recordings to identify processing-related anomalies.

Audio-visual synchronization analysis: This method analyzes the synchronization between sound and lip movements to identify inconsistencies.

Methods based on machine learning:

This approach uses neural networks to train on large datasets of deepfakes and real media files. Neural networks analyze various characteristics of media files to identify signs of forgery. These characteristics include:

Visual characteristics: Neural networks can analyze the visual characteristics of images and videos, such as skin texture, eye and lip movements.

Acoustic characteristics: Neural networks can analyze the acoustic characteristics of audio recordings, such as intonation, timbre, frequency, and rhythm.

Temporal characteristics: Neural networks can analyze temporal characteristics of video recordings, such as synchronization between sound and lip movements.

Convolutional Neural Networks (CNN): These networks are used for image and video analysis.

Recurrent Neural Networks (RNNs): These networks are used to analyze audio and video timing characteristics.

Methods based on metadata analysis:

This approach analyzes the metadata of media files to identify signs of manipulation. These signs include:

Inconsistencies in the information about creating and editing: Deepfakes may have inconsistencies in the information about creating and editing media files.

Inconsistencies in compression information: Deepfakes may have inconsistencies in the information about media compression.

Methods based on the analysis of physiological signals:

This approach analyzes a person's physiological signals to identify signs of forgery. Such signals include:

Pulse: Deepfakes may have an unnatural pulse, which differs from the real pulse of a person.

Breathing: Deepfakes may have unnatural breathing that differs from real human breathing.

Electroencephalogram (EEG): Deepfakes may have an unnatural EEG that differs from a person's real EEG.

Each of these methods has its own strengths and weaknesses. Machine learning-based methods usually provide the highest accuracy, but they require large amounts of training data. Methods based on image and audio analysis may be more effective in detecting certain types of deepfakes, but they may be less accurate overall. Methods based on the analysis of metadata and physiological signals may be useful in certain scenarios, but they may be less universal.

Problems, limitations, and ethical aspects of deepfake detection methods.

Despite significant progress in the development of deepfake detection methods, existing approaches have a number of limitations and raise important ethical issues that need to be considered.

Problems and limitations of existing methods:

Vulnerability to new techniques for creating deepfakes:

Deepfake technologies are constantly evolving, and new methods can bypass existing detection systems.

This creates an "arms race" in which detection methods must be constantly improved in order to keep up with new techniques for creating deepfakes.

Inability to work in real time:

Many detection methods require significant computing resources and cannot work in real time.

This makes it difficult for them to be used in the media industry, where rapid response to the appearance of deepfakes is required.

Dependence on data quality:

The accuracy of machine learning methods depends on the quality and volume of the training data.

A lack of data or its bias can lead to a decrease in detection efficiency and an increase in the number of false positives.

Limited versatility:

Some detection methods may be effective only for certain types of deepfakes or under certain conditions.

This means that a combination of several methods may be required to reliably detect deepfakes.

Ethical aspects of using deepfake detection methods:

Violation of confidentiality:

Some detection methods, such as analyzing physiological signals, may violate a person's privacy.

It is necessary to carefully weigh the benefits of detecting deepfakes and the potential harm from violating confidentiality.

Algorithm bias:

Machine learning algorithms can be biased if the training data is not representative.

This can lead to certain groups of people being more often mistakenly identified as the creators of deepfakes.

Transparency of algorithms:

Many machine learning algorithms are "black boxes", which makes it difficult to understand how they make decisions.

This can lead to distrust of deepfake detection systems and make it difficult to use them for legal purposes.

The possibility of abuse:

Deepfake detection technologies can be used to censor or manipulate information.

Control and oversight mechanisms need to be developed to prevent the misuse of these technologies.

Impact on freedom of speech:

Excessive use of deepfake detection methods can lead to restrictions on freedom of speech if people are afraid to express their opinions due to the risk of being mistakenly identified as the creators of deepfakes.

Artificial intelligence and the impact of deepfakes on society

The role of artificial intelligence in detecting deepfakes:

Artificial intelligence (AI) plays a key role in developing effective methods for detecting deepfakes. Neural networks, especially convolutional and recurrent networks, demonstrate high efficiency in analyzing visual and acoustic data to identify signs of forgery.

Deep learning:

Deep neural networks are capable of learning from large amounts of data, revealing subtle differences between real and fake media files.

This allows you to detect even those deepfakes that are difficult to distinguish from the original with the naked eye.

Feature analysis:

AI can analyze a wide range of features, such as skin texture, eye and lip movements, intonation and timbre of voice, as well as audio and video synchronization.

This allows you to detect deepfakes created using various techniques.

Adaptability:

AI can adapt to new techniques for creating deepfakes, constantly improving its algorithms.

This allows us to maintain high detection efficiency in conditions of rapid technology development.

However, the use of AI in detecting deepfakes also raises ethical issues related to algorithm bias, decision transparency, and the possibility of abuse.

The impact of deepfakes on public opinion and trust in the media:

Deepfakes can have a significant impact on public opinion and trust in the media.:

Spreading disinformation:

Deepfakes can be used to create and spread false information that can influence public opinion and political decisions.

This can lead to the destabilization of society and the undermining of democratic institutions.

Undermining trust in the media:

Realistic deepfakes can undermine trust in news sources and the media in general.

This can make it difficult to obtain reliable information and make informed decisions.

Creating "information chaos":

Deepfakes can create a situation in which it is difficult to distinguish truth from lies, which can lead to "information chaos."

This can make it difficult for people to communicate and collaborate.

Impact on reputation:

Deepfakes, which are used to create false information about individuals, can destroy a person's reputation.

It is important to emphasize that the fight against deepfakes requires not only the development of technical solutions, but also the adoption of measures to improve the media literacy of the population and the development of appropriate legislative and regulatory acts.

Legislative and regulatory aspects of combating deep forgeries

The fight against deep forgeries requires not only the development of technical solutions, but also the adoption of appropriate legislative and regulatory measures.

Legal restrictions:

It is necessary to introduce legislative restrictions on the creation and distribution of fakes used for malicious purposes such as disinformation, slander and fraud.

Legislation should provide for responsibility for the creation and dissemination of fakes that harm society or individuals.

It is necessary to develop international agreements and standards to combat deep forgeries, taking into account their cross-border nature.

Media content authentication standards:

It is necessary to develop standards for the authentication of media content to ensure its authenticity and prevent the spread of deep forgeries.

Standards should include mechanisms for verifying the authenticity of media files, such as digital signatures and watermarks.

It is necessary to create independent bodies that will deal with the certification and authentication of media content.

Etiquette of media literacy:

It is necessary to raise the level of media literacy of the population so that people can recognize fakes and be critical of the information they receive from the media.

Educational programs should include training in the skills of analyzing and evaluating media content, as well as recognizing signs of fakes.

It is necessary to spread information about deep fakes and their dangers through the media and social networks.

Conclusion

Deepfakes pose a serious threat to the media industry and society as a whole. Their ability to distort reality and spread misinformation undermines trust in the media and makes it difficult to make informed decisions.

Developing effective methods for detecting deep fakes is a critically important task. Modern approaches based on the analysis of images, audio, metadata and physiological signals, as well as machine learning methods demonstrate high efficiency in detecting deep fakes.

However, there are limitations related to vulnerability to new methods of creating deep fakes, the need for real-time operation, and dependence on data quality. In addition, the use of these methods raises important ethical issues related to privacy violations, algorithm bias, and the possibility of abuse.

The fight against deepfakes requires an integrated approach, including the development of technical solutions, the adoption of legislative and regulatory measures, as well as improving the level of media literacy of the population.

In conclusion, it should be noted that the problem of deep forgeries will remain relevant in the coming years, and it is necessary to continue research and development in this area.

References:

1. Li, Yuezun, and Siwei Lyu. Exposing Deepfake Videos by Detecting Face Warping Artifacts, www.researchgate.net/publication/328736629_Exposing_DeepFake_Videos_By_Detecting_Face_Warping_Artifacts. Nov.2018.

2. Li, Menglu, et al. A Survey on Speech Deepfake Detection | ACM Computing Surveys, Feb. 2025, dl.acm.org/doi/10.1145/3714458.

3. D. Afchar, V. Nozick, J. Yamagishi and I. Echizen, "MesoNet: a Compact Facial Video Forgery Detection Network," 2018 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS), Hong Kong, China, 2018, pp. 1-7,

4. Sharma, Jatin, and Sahil Sharma. Deepfakes Classification of Faces Using Convolutional Neural Networks, 12 June 2022, www.researchgate.net/publication/361526845_Deepfakes_Classification_of_Faces_Using_Convolutional_Neural_Networks.

5. Thanh Thi Nguyen, Quoc Viet Hung Nguyen, Dung Tien Nguyen, Duc Thanh Nguyen, Thien Huynh-The, Saeid Nahavandi, Thanh Tam Nguyen, Quoc-Viet Pham, and Cuong M. Nguyen. 2022. Deep learning for deepfakes creation and detection: A survey. Comput. Vis. Image Underst. 223, C (Oct 2022). https://doi.org/10.1016/j.cviu.2022.103525

УДК 347.1

Жуандыков Берик Серикулы
Магистрант 2 курса, «КОИБ», каф. КБОХИ
КазНИТУ имени К. И. Сатпаева
(г. Алматы, Казахстан)

Турсункулов Бактыбек Досмаханбетулы
Магистрант 2 курса, «КОИБ», каф. КБОХИ
КазНИТУ имени К. И. Сатпаева
(г. Алматы, Казахстан)

Куланбаев Рамазан Балтабайулы
Магистрант 2 курса, «КОИБ», каф. КБОХИ
КазНИТУ имени К. И. Сатпаева
(г. Алматы, Казахстан)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация: В условиях роста киберугроз особое значение приобретают интеллектуальные методы защиты, такие как машинное обучение и нейросети. В статье рассматривается, как такие технологии помогают выявлять и предотвращать атаки в программно-определяемых сетях (SDN). Рассказывается о ключевых этапах создания модели: от сбора и обработки данных до обучения и тестирования. Также проводится сравнение классических алгоритмов и нейросетей, чтобы понять, какие из них работают лучше. В итоге подчеркивается, что сочетание разных подходов даёт наиболее эффективные результаты для построения надёжной системы киберзащиты.

Ключевые слова: информационная безопасность, машинное обучение, нейронные сети, SQL-инъекция, DDoS-атака, классификация, SMOTE, LSTM, CNN-BiLSTM, программно-определяемые сети (SDN), обнаружение угроз, XGBoost, CatBoost, выбор признаков, анализ данных

Информационная безопасность означает обеспечение целостности, конфиденциальности и доступности данных с использованием соответствующих технологий и методов управления. Ее целью является защита информации, систем, сетей и приложений от возможных угроз, будь то случайные или преднамеренные. В наше время онлайн-мир насыщен различными видами вредоносного программного обеспечения, угрозами, кибератаками и мошенничеством. Однако создание эффективных мер по защите и сохранению информации становится все сложнее, поскольку разнообразие угроз и методов атак постоянно увеличивается, а атакующие используют все более хитрые методы для достижения своих целей [12].

Разработанная модель обработки уязвимости веб-приложений с помощью методов машинного обучения и нейронных сетей представлена на рис. 1.

Рис. 1 - Этапы обучения модели

На картинке представлен общий процесс обучения модели, который может быть дополнен или изменен в зависимости от конкретной задачи и используемой модели.

Сохранение модели и дамп модели — это два разных подхода к сохранению обученной модели машинного обучения. Сохранение модели означает сохранение весов модели, которые были получены в процессе обучения. Это позволяет использовать обученную модель для выполнения прогнозов на новых данных, не обучая ее снова. При сохранении модели веса хранятся в определенном формате, обычно в файле с расширением .h5 (для моделей, созданных в библиотеке Keras) или .pkl (для моделей, созданных в библиотеке scikit-learn).

Дамп модели означает сохранение всей модели, включая веса, параметры и архитектуру модели, вместе с другой информацией, например, о ее оптимизации. Это позволяет сохранить модель так, чтобы она могла быть использована в другой среде или на другом устройстве, чтобы ее можно было перезагрузить позже и продолжить обучение. При дампинге модель сохраняется в бинарном формате, который можно загрузить в память в процессе выполнения программы.

Для определения угроз применяются такие алгоритмы машинного обучения, как Наивный Байесовский классификатор (Naïve Bayes classifier), Машина опорных векторов (Support vector machine), Логистическая регрессия (Logistic regression), Метод k-ближайших соседей (k-nearest neighbors), Дерево решений (Decision tree), Случайный лес (Random forest), XGboost, Catboost, а также нейронные сети (Deep neural networks, Convolutional neural networks, Recurrent neural network и другие). Алгоритмы позволяют фильтровать данные методами машинного обучения и тематического моделирования в сетевой среде для выявления угроз информационной безопасности [13].

В ходе работ будет исследовано использование алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей для классификации DDoS атак и SQL инъекций.

Атака типа "отказ в обслуживании" (DoS) является одной из наиболее серьезных угроз для интернет-ресурсов. В отличие от прямого вмешательства в информацию, этот тип атаки нацелен на нарушение работы служб, путем попыток выведения из строя нормального функционирования компьютера или сети. Более сложной и продвинутой формой DoS-атаки является распределенный отказ в обслуживании (DDoS). Отличительной особенностью DDoS-атаки является использование нескольких устройств и адресов для одновременного нападения, что отображено на рис. 2.

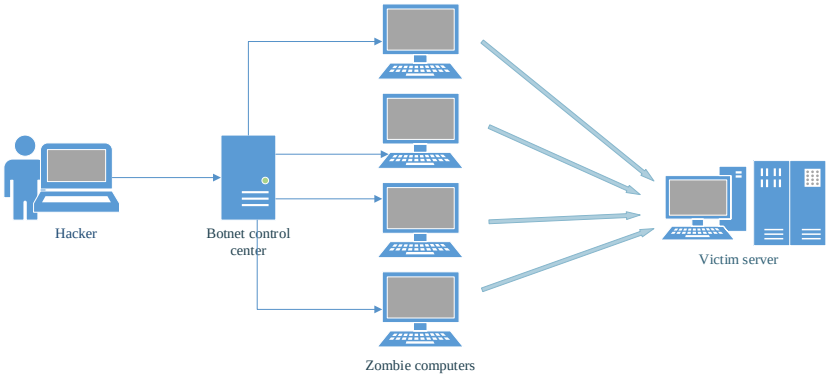


Рис. 2 - DDoS-архитектура

В данной исследовательской работе была выполнена классификация DDoS [15]-атак в среде SDN [16]. Первым этапом был выбор и тщательный анализ соответствующего набора данных. Затем, на втором этапе, категориальные признаки в этом наборе данных были преобразованы в числовую форму. Оптимальные методы масштабирования данных и выбора признаков, использованные для нормализации набора данных и отбора подходящих признаков для обучения модели, описаны на третьем и четвертом этапах исследования. Далее были подробно рассмотрены методы недовыборки, передискретизации и балансировки класса SMOTE. Важным этапом была реализация балансировки классов, которая позволяет сделать классы равными по размеру. Наконец, были объяснены принципы алгоритмов машинного обучения, примененных в экспериментальной части исследования.

Набор данных, содержащих информацию о DDoS-атаках, включает безопасный трафик TCP, UDP и ICMP, а также вредоносный трафик, который представляет собой совокупность атак TCP Syn, UDP Flood и ICMP. Данный набор состоит из 23 функций, которые были извлечены из коммутаторов. Описание набора данных представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Набор данных

№	Функции	Описание
1.	Switch	Switch номер
2.	Packetins	Количество пакетов в сообщении
3.	Pktperflow	Количество пакетов в одном потоке
4.	Byteperflow	Количество байтов во время одного потока
5.	Protocol	Типы протоколов (TCP, UDP, ICMP)
6.	Dt	Дата и время
7.	Src	Исходный IP-адрес
8.	Dst	IP-адрес назначения
9.	Pktcount	Пакеты в потоке
10.	Bytecount	Байты в потоке
11.	Flows	Количество потоков
12.	dur_nsec	Продолжительность в наносекундах
13.	tot_dur	Сумма продолжительности в секундах и наносекундах
14.	dur	Продолжительность в секундах
15.	Pktrate	Количество пакетов, отправляемых в секунду

16.	Pairflow	Количество пар потока
17.	port_no	Номер порта
18.	tx_bytes	Скорость передачи данных в байтах
19.	rx_bytes	Скорость получения данных в байтах
20.	tx_kbps	Скорость передачи данных в килобайтах
21.	rx_kbps	Скорость получения данных в килобайтах
22.	tot_kbps	Сумма of tx_kbps and rx_kbps
23.	Label	Метка класса, указывающая, является ли тип трафика безопасным (0) или вредоносным (1).

SQL-инъекция представляет собой технику, позволяющую злоумышленнику внедрять вредоносный SQL-код для манипулирования базой данных и получения доступа к ценной информации. Эти атаки являются одними из самых опасных и распространенных, так как могут быть направлены на любое веб-приложение или сайт, использующие базы данных SQL. Атака осуществляется путем отправки вредоносных SQL-команд на серверы баз данных через авторизованные запросы [17], такие как запросы входа в систему. Она базируется на внедрении произвольного SQL-кода, что приводит к изменению логики запросов.

Основная цель представленной статьи заключается в обнаружении SQL-инъекций с использованием нейронных сетей и алгоритмов машинного обучения. Для достижения этой цели ставятся задачи разработки алгоритма обнаружения угроз SQL-инъекций и создания модели на основе методов искусственного интеллекта для выявления подобных угроз.

Для обнаружения SQL-инъекций и анализа их возможного воздействия были использованы два подхода: модель LSTM и подход CNN-BiLSTM. Модель LSTM обучалась на векторных представлениях URL-адресов для выявления внедрения SQL, а также для обнаружения XSS-атак и фишинговых сайтов. Подход CNN-BiLSTM показал высокую точность около 98%, превосходя другие алгоритмы машинного обучения.

Результаты также подтвердили эффективность использования глубоких нейронных сетей и различных методов машинного обучения. Метод Elastic-Pooling CNN для обнаружения SQL-инъекций продемонстрировал способность извлекать фиксированную 2D-матрицу без потери данных и эффективно обнаруживать инъекции веб-приложений.

Разработанная модель на основе нейронных сетей для обнаружения атак SQL-инъекций включает генератор и классификатор URL-адресов, а также модель нейронной сети. Эти компоненты используются для тестирования, проверки и обучения модели, обеспечивая высокую точность и низкую частоту ложных срабатываний.

Также была рассмотрена модель ATTAR для обнаружения SQL-инъекций с использованием анализа файлов журналов. Эксперименты показали, что ATTAR может эффективно обнаруживать инъекции SQL с минимальным числом ложноположительных и ложноотрицательных результатов, используя грамматические и поведенческие признаки [18].

В экспериментальной части был использован язык программирования Java, Python библиотеками Scikit-learn, Imbalance-learn, Matplotlib и Seaborn.

В этом эксперименте категориальные признаки набора данных были закодированы методом кодирования меток. Затем все функции были нормализованы с использованием метода Min-Max. Для выбора наиболее важных признаков были применены методы IG,

Chi-square и F-test, результатом чего стало выделение десяти наиболее значимых признаков.

Для балансировки набора данных использовались методы недостаточной и избыточной выборки, а также SMOTE. Далее набор данных был случайным образом разделен на обучающую и проверочную выборки в соотношении 70% к 30%. Классификация была выполнена с использованием восьми алгоритмов машинного обучения.

Для этого эксперимента был выбран метод удерживания разделения вместо k-кратной перекрестной проверки из-за большого числа вариантов: три метода выбора признаков, четыре метода балансировки и восемь алгоритмов машинного обучения. Проведение кросс-валидации заняло бы значительное количество времени, чтобы выполнить все эксперименты и анализировать полученные данные [19].

Производительность оценивалась по точности, прецизионности, отзыву и показателям F1 [20] (формулы 14-17).

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (14)$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (15)$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (16)$$

$$F1_score = 2\frac{precision \times recall}{precision + recall}, \quad (17)$$

Классификация несбалансированного набора данных методом отбора признаков Chi -квадрат представлена в таблице 2 и рис. 3 (классификатор LR).

Таблица 2 - Классификация несбалансированного набора данных с помощью Chi -квадрата

Classifier	**NB**	**SVM**	**LR**	**k-NN**	**DT**	**RF**	**XGBoost**	**CatBoost**
Accuracy	0.58	0.70	0.64	0.98	0.99	0.99	0.95	0.99
Precision	0.45	0.62	0.55	0.98	0.99	0.99	0.94	0.99
Recall	0.29	0.57	0.51	0.97	0.99	0.99	0.92	0.99
F1-score	0.36	0.61	0.52	0.97	0.99	0.99	0.97	0.99

Классификация набора данных с передискретизацией с помощью метода выбора признаков хи-квадрат представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация набора данных с передискретизацией с помощью Chi -квадрата

Classifier	**NB**	**SVM**	**LR**	**k-NN**	**DT**	**RF**	**XGBoost**	**CatBoost**
Accuracy	0.61	0.68	0.66	0.98	0.99	0.99	0.97	0.99
Precision	0.63	0.66	0.65	0.98	0.99	0.99	0.94	0.99
Recall	0.57	0.72	0.70	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99

F1-score	0.61	0.69	0.67	0.98	0.99	0.99	0.97	0.99

Классификация набора данных с недостаточной выборкой с помощью метода выбора признаков Chi -квадрат представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация набора данных с недостаточной выборкой с помощью Chi -квадрата

Classifier	**NB**	**SVM**	**LR**	**k-NN**	**DT**	**RF**	**XGBoost**	**CatBoost**
Accuracy	0.64	0.68	0.66	0.97	0.99	0.99	0.97	0.99
Precision	0.65	0.66	0.65	0.97	0.99	0.99	0.94	0.99
Recall	0.60	0.74	0.70	0.97	0.99	0.99	0.97	0.99
F1-score	0.62	0.70	0.68	0.97	0.99	0.99	0.96	0.99

Классификация набора данных SMOTE с использованием метода выбора признаков Chi -квадрат представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Классификация набора данных SMOTE с помощью Chi -квадрата

Classifier	**NB**	**SVM**	**LR**	**k-NN**	**DT**	**RF**	**XGBoost**	**CatBoost**
Accuracy	0.62	0.66	0.65	0.98	0.99	0.99	0.96	0.99
Precision	0.64	0.65	0.64	0.98	0.99	0.99	0.93	0.99
Recall	0.58	0.71	0.68	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
F1-score	0.61	0.67	0.66	0.98	0.99	0.99	0.96	0.99

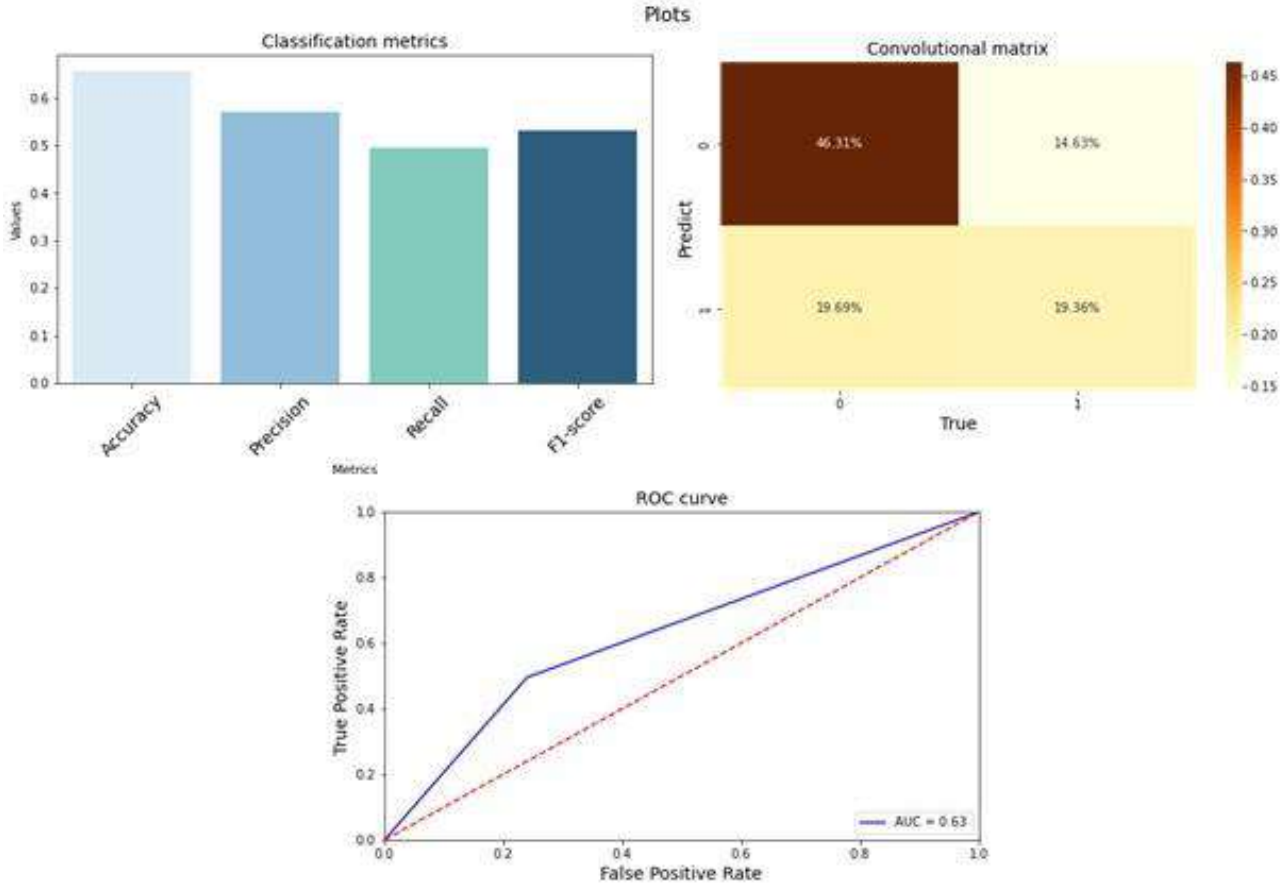


Рис. 3 - Классификатор LR

Классификация несбалансированного набора данных с помощью метода выбора признаков IG представлена в таблице 6.

Таблица 6 - Классификация несбалансированного набора данных с IG

Classifier	**NB**	**SVM**	**LR**	**k-NN**	**DT**	**RF**	**XGBoost**	**CatBoost**
Accuracy	0.64	0.75	0.76	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
Precision	0.56	0.72	0.70	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00
Recall	0.22	0.55	0.61	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00
F1-score	0.29	0.63	0.66	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00

Классификация набора данных с передискретизацией с помощью метода выбора признаков IG представлена в таблице 7 и рис. 4 (классификатор RF).

Таблица 7 - Классификация передискретизированного набора данных с IG

Classifier	**NB**	**SVM**	**LR**	**k-NN**	**DT**	**RF**	**XGBoost**	**CatBoost**
Accuracy	0.65	0.75	0.73	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
Precision	0.68	0.75	0.74	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
Recall	0.60	0.76	0.75	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
F1-score	0.63	0.76	0.73	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00

Классификация набора данных с недостаточной выборкой с помощью метода выбора признаков IG представлена в таблице 8.

Таблица 8 - Классификация недовыборочного набора данных с IG

Classifier	NB	SVM	LR	k-NN	DT	RF	XGBoost	CatBoost
Accuracy	0.66	0.74	0.75	0.98	0.99	1.00	0.99	1.00
Precision	0.67	0.75	0.75	0.98	0.99	1.00	0.99	1.00
Recall	0.59	0.72	0.76	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
F1-score	0.64	0.77	0.75	0.98	0.99	1.00	0.99	1.00

Классификация набора данных SMOTE с использованием метода выбора признаков IG представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Классификация набора данных SMOTE с IG

Classifier	NB	SVM	LR	k-NN	DT	RF	XGBoost	CatBoost
Accuracy	0.65	0.75	0.74	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Precision	0.67	0.75	0.74	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00
Recall	0.60	0.76	0.74	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
F1-score	0.63	0.75	0.74	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

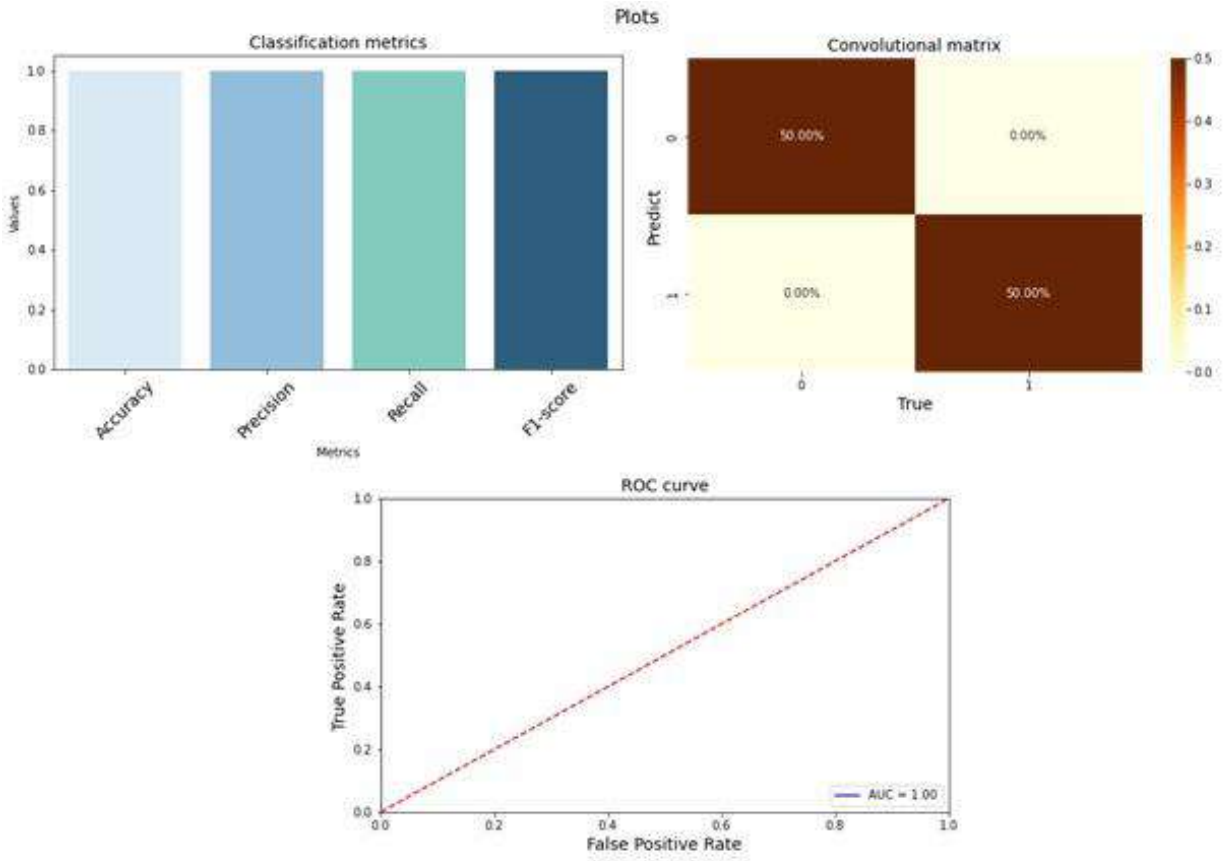


Рис. 4 - Классификатор RF

Классификация несбалансированного набора данных с помощью метода выбора признаков F-теста представлена в таблице 10.

Таблица 10 - Классификация несбалансированного набора данных с помощью F-теста

Classifier	NB	SVM	LR	k-NN	DT	RF	XGBoost	CatBoost
Accuracy	0.59	0.75	0.74	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99
Precision	0.47	0.74	0.67	0.99	0.99	1.00	0.97	0.99
Recall	0.26	0.58	0.56	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00
F1-score	0.34	0.65	0.61	0.98	0.99	1.00	0.98	0.99

Классификация набора данных с передискретизацией с помощью метода выбора признаков F-теста представлена в таблице 11.

Таблица 11 - Классификация передискретизированного набора данных с помощью F-теста

Classifier	NB	SVM	LR	k-NN	DT	RF	XGBoost	CatBoost
Accuracy	0.64	0.73	0.73	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00
Precision	0.64	0.76	0.74	0.99	0.99	1.00	0.98	1.00
Recall	0.64	0.67	0.72	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
F1-score	0.64	0.72	0.73	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00

Классификация набора данных с недостаточной выборкой с помощью метода выбора признаков F-теста представлена в таблице 12 и на рис. 5 (классификатор XGBoost).

Таблица 12 - Классификация недовыборки данных с помощью F- теста

Classifier	NB	SVM	LR	k-NN	DT	RF	XGBoost	CatBoost
Accuracy	0.64	0.73	0.73	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00
Precision	0.64	0.76	0.74	0.99	0.99	1.00	0.98	1.00
Recall	0.64	0.67	0.72	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
F1-score	0.64	0.72	0.73	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00

Классификация набора данных SMOTE с использованием метода выбора признаков F-теста представлена в таблице 13

Таблица 13 - Классификация набора данных SMOTE с помощью F-теста

Classifier	NB	SVM	LR	k-NN	DT	RF	XGBoost	CatBoost
Accuracy	0.64	0.73	0.72	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Precision	0.64	0.76	0.73	0.99	1.00	0.99	0.98	1.00
Recall	0.64	0.68	0.70	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
F1-score	0.64	0.71	0.73	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

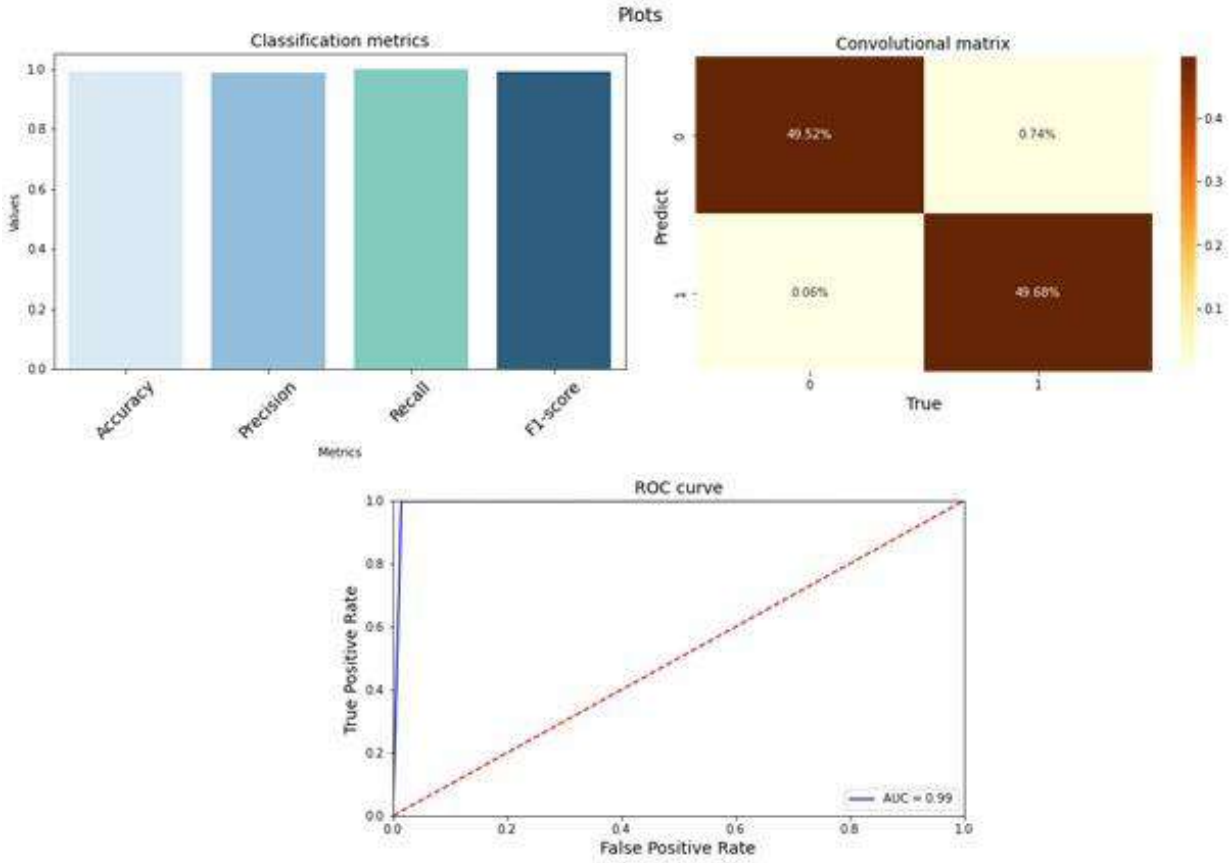


Рис. 5 - Классификатор XGBoost

Для оценки качества эксперимента использовался показатель AUC–ROC, который представляет собой площадь под кривой ROC (рабочая характеристика приемника). ROC-кривая является графическим инструментом, который отображает эффективность модели классификации, показывая зависимость между истинно положительным и ложноположительным результатами.

Параметры истинно положительной скорости (True Positive Rate) и ложноположительного результата (False Positive Rate) используются для построения ROC-кривой и вычисления показателя AUC. На графике ROC-кривой истинно положительная скорость обычно отображается по оси Y, а ложноположительная скорость - по оси X.

Формулы для вычисления значений AUC и ROC-кривой представлены следующим образом (18, 19):

$$TruePositiveRate = \frac{TP}{TP + FN} \quad (16)$$

$$FalsePositiveRate = \frac{FP}{FP + TN} \quad (17)$$

Чем больше площадь под кривой (AUC), тем выше эффективность моделей классификации. Результаты классификации данных представлены в таблице 14 и на рис. 6.

Таблица 14 - Классификация данных

Классификатор	NB	SVM	LR	DT	RF	XGBoost	AdaBoost	Нейронные сети
Accuracy	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99
Precision	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Recall	0.94	0.97	0.97	0.99	0.98	0.97	0.98	0.98
F-score	0.96	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99

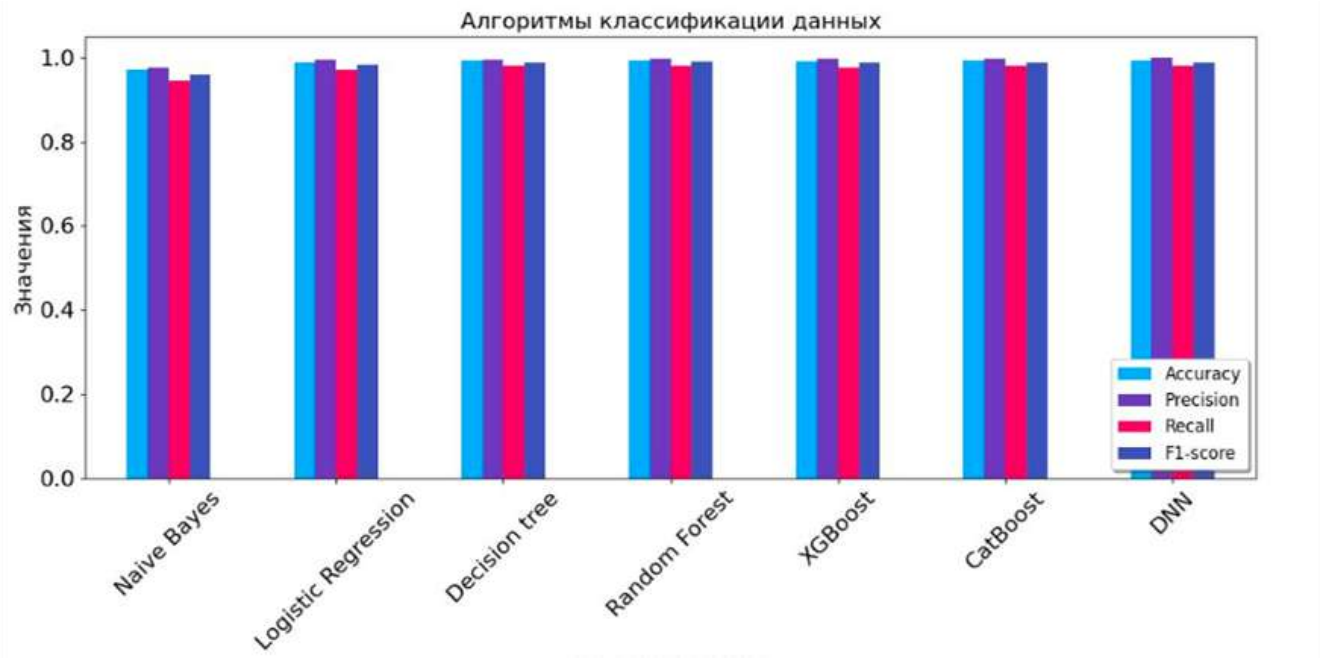
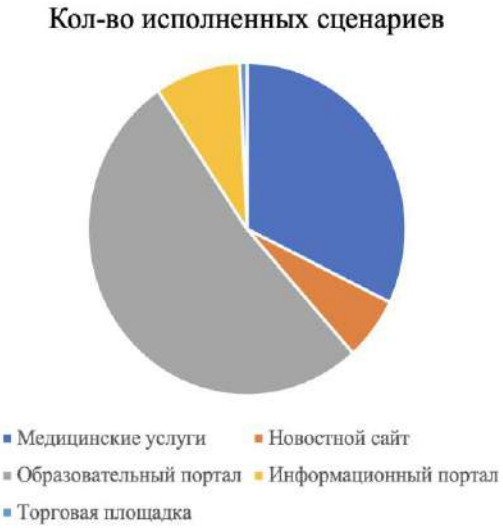


Рис. 6 - Класификация

Из экспериментальных данных видно, что как алгоритмы машинного обучения, так и нейронная сеть демонстрируют выдающиеся результаты при классификации набора данных SQL-инъекций. Они достигают значений от 0,95 до 0,99 в терминах точности, прецизионности, полноты и размера.

Результаты сканирования

Для исполнения одного сценария в среднем требуется 20 секунд, суммарно для сканирования 5 сайтов понадобилось около 27.8 часов работы вычислительных ресурсов (рис. 7).



Тип веб приложения	Кол-во исполненных сценариев	Заблокировано на N-ом запросе	Процент упавших сценариев
Медицинские услуги	1489	876	59%
Новостной сайт	284	20	7%
Образовательный портал	2410	2400	99,59%
Информационный портал	403	10	2,48%
Торговая площадка	32	20	62,50%

Рис. 7 – Количество исполненных сценариев

В условиях цифровизации вопрос обнаружения угроз становится крайне актуальным, так как существующие методы защиты систем становятся менее эффективными и уязвимыми перед различными видами атак. Одной из самых серьезных угроз является DDoS-атака, которая может нарушить нормальное функционирование серверов, сетей и систем. В этой работе освещались DDoS-атаки на веб-приложения, где функции централизованы в программных контроллерах, а также SQL-инъекции. Для точного и быстрого обнаружения этих угроз необходимы эффективные подходы. Методы машинного обучения оказались весьма эффективными для обнаружения вредоносного трафика в таких сетях.

В ходе экспериментов анализировался набор данных, содержащий как доброкачественный, так и вредоносный трафик. Применение методов отбора признаков, таких как IG, Chi-square и F-test, позволило выделить наиболее важные признаки. Затем использовались методы балансировки классов для улучшения моделей, а в качестве алгоритмов машинного обучения были применены NB, SVM, LR, k-NN, DT, RF, XGBoost и CatBoost. Эффективность классификации оценивалась по различным метрикам, таким как точность, прецизионность, отзыв и F1. Алгоритмы ML, такие как K-NN, DT, RF, XGBoost и CatBoost, показали наилучшие результаты при использовании всех методов выбора признаков и балансировки классов.

Кроме того, рассмотрена атака путем внедрения SQL-кода, которая использует ошибки в системах, взаимодействующих с базами данных посредством SQL-запросов. Результаты экспериментов показали, что алгоритмы машинного обучения и нейронные сети демонстрируют отличные результаты при классификации набора данных SQL-

инъекций.

Таким образом, цель научно-исследовательской работы достигнута, исследованы методы повышения эффективности обнаружения угроз с использованием алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей.

Список литературы:

1. K.M. Balaji and T. Subbulakshmi, “Malware analysis using classification and clustering algorithms,” *International Journal of e-Collaboration*, vol. 18, no. 1, pp. 1–26, 2022.

2. A. Kamath, V. Bhatu, T. Paranjape and R. Sawant, “Malware classification and defense against adversarial attacks,” in *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 91. Singapore: Springer, pp. 267–274, 2021.

3. A. Aljohani and A. Bushnag, “An intrusion detection system model in a local area network using different machine learning classifiers,” in *11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Deggendorf, Germany, pp. 483-488, 2021.

4. J. Cabrero-Holgueras and S. Pastrana, “A methodology for large-scale identification of related accounts in underground forums,” *Computers & Security*, vol. 111, 2021.

5. Z. Wang, K.W. Fok and V.L.L. Thing, “Machine learning for encrypted malicious traffic detection: Approaches, datasets and comparative study,” *Computers & Security*, vol. 113, 2022.

6. F. Musumeci, A.C. Fidanci, F. Paolucci, F. Cugini and M. Tornatore, “Machine-learning-enabled DDoS attacks detection in P4 programmable networks,” *Journal of Network and Systems Management*, vol. 30, no. 1, 2022.

7. Lekshmi S., Anoop V.S. Sentiment Analysis on COVID-19 News Videos Using Machine Learning Techniques. In: Basu, S., Kole, D.K., Maji, A.K., Plewczynski, D., Bhattacharjee, D. (eds) Proceedings of International Conference on Frontiers in Computing and Systems. Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, vol. 404. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0105-8_54.

8. Р.И.Мухамедиев, Е.Н. Амиргалиев Введение в машинное обучение, Учебник. – Алматы, 2022. – 288с.

9. Michael Bowles. Machine Learning with Spark and Python: Essential Techniques for Predictive Analytics, Michael Bowles. Wiley. 2020 e, p. 368

10. H. Nugroho, N.P. Utama and K. Surendro, “Normalization and outlier removal in class center-based firefly algorithm for missing value imputation,” *Journal of Big Data*, vol. 8, no. 1, 2021.

11. R. Ahmad, R. Wazirali, Q. Bsoul, T. Abu-Ain and W. Abu-Ain, “Feature-selection and mutual-clustering approaches to improve DoS detection and maintain WSNs’ lifetime,” *Sensors*, vol. 21, no. 14, 2021.

12. R.J.R. Raj, S. Srinivasulu and A. Ashutosh, “A multi-classifier framework for detecting spam and fake spam messages in Twitter,” in *IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)*, Gwalior, India, pp. 266-270, 2020.

13. V. Mahesh and S. Devi K.A., “Detection and prediction of spyware for user applications by interdisciplinary approach,” in *International Conference on Computational Intelligence for Smart Power System and Sustainable Energy (CISPSSE)*, Keonjhar, India, pp. 1-6, 2020.

14. A. Chartuni and J. Márquez, “Multi-classifier of DDoS attacks in computer networks built on neural networks,” *Applied Sciences*, vol. 11, no. 22, 2021.

15. N. Ahuja, G. Singal, D. Mukhopadhyay and N. Kumar, “Automated DDOS attack detection in software defined networking,” Journal of Network and Computer Applications, vol. 187, 2021.

16. A. Banitalebi Dehkordi, M. Soltanaghaei and F.Z. Boroujeni, “The DDoS attacks detection through machine learning and statistical methods in SDN,” The Journal of Supercomputing, vol. 77, no. 3, pp. 2383–2415, 2021.

17. T.P. Latchoumi, M.S. Reddy and K. Balamurugan, “Applied machine learning predictive analytics to SQL injection attack detection and prevention,” *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, vol. 7, no. 2, pp. 3543-3553, 2020.

18. Жумабекова А.Т., Уссатова О.А. Обнаружение нейронных сетей на основе интернет-безопасности. IX Международная научно-практическая конференция. // Наука и образование в современном мире: угрозы в XXI веке, декабрь 2021.

19. Усатова О.А., Жумабекова А.Т., Матсон Э., Карюкин В.И., Илесова Б.Е. «Виды угроз информационным ресурсам и их идентификация с использованием методов машинного обучения» // Известия НАН № 6, Алматы, 2021. С. 48-58.

20. О. Усатова, А. Жумабекова, Э. Бегимбаева, Э. Матсон, Н. Усатов, Комплексная классификация ddos-атак с использованием алгоритмов машинного обучения, // Компьютеры, материалы и континуум, Том 73, №1, 577-594, 2022 г.

21. К.В. Смирнова, А.О. Смирнов, В. М. Плотников Применение машинного обучения для задач классификации атак на веб-системы. Часть 3. // Технологические и бизнес-автоматизация процессов, Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса. Том 10, выпуск 1/2018.

22. Ю.Д. Шабалин, В.Л. Елисеев. Исследование нейросетевого алгоритма обнаружения аномалий в поведении сетевых хостов при автоматическом обнаружении XSS-уязвимостей и SQL-инъекций. //Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2016, том 16, №2.

UDC 005.8

Rafail Askar Talgatuly
Master of Economic Sciences in
the Educational Program "7M04102 – Project Management"
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

Supervisor: Aizhan Khoich
PhD, associate professor
SCI,
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

EVALUATING JIRA AS A DIGITAL BUSINESS PROJECT MANAGEMENT MODEL: A CASE STUDY OF BI GROUP

Abstract: This article discusses the use of Jira as a digital business project management model within BI Innovations, the IT division of BI Group - Kazakhstan's largest investment and construction holding. Rather than offering a broad theoretical evaluation, the article focuses on a practical case-based demonstration of how a single Jira task reflects the core principles of Agile project execution, role-based accountability, and structured workflow within a real business environment.The study uses internal data from a specific task card, to illustrate how Jira supports planning, sprint management, and collaboration across departments. Detailed metrics such as time spent in each workflow status, role assignments, and sprint associations highlight the platform's capacity to visualize and control task-level execution in a scalable way.

The article finishes by emphasizing Jira's role as a central interface between digital planning and operational delivery, showcasing its adaptability beyond IT projects. This case study demonstrates how digital tools like Jira can support efficient project management in hybrid teams, accelerating onboarding, improving transparency, and reinforcing strategic alignment within a digitally transforming business.

Keywords: digital project management, Jira, digital project management, BI Innovations, Agile workflow, construction IT, task structure, sprint planning, business tools

Introduction. In recent years, the rapid advancement of digital technologies has transformed the way organizations manage projects, leading to the emergence of the **Digital Business Project Management Model (DBPMM)**. This model integrates digital tools, cloud-based platforms, and data-driven decision-making into traditional project management processes, allowing for increased agility, transparency, and efficiency across industries [1][3]. Especially in complex and multi-stakeholder environments such as construction, digital project management has become a strategic necessity rather than an operational luxury [4][9].

Among the most widely adopted platforms for digital project management is **Jira**, a tool originally designed for software development but now broadly utilized across industries for task tracking, team collaboration, and workflow automation. Jira supports Agile methodologies while being highly customizable, enabling non-IT sectors such as construction to adapt the tool

to their specific operational needs [3][5]. Its flexibility, integration capabilities, and visual dashboards make it a core element in modern digital transformation strategies [4][13].

In the context of Kazakhstan's construction industry, **BI Group** has emerged as a national leader not only in large-scale infrastructure development but also in innovation. To drive digital transformation, BI Group established **BI Innovations** - a specialized IT division tasked with improving both internal project execution and customer-facing services. From building tools like BI Click (Kazakhstan's first online real estate store) to implementing Opera Build for internal construction process management, BI Innovations plays a critical role in merging construction with cutting-edge digital solutions.

This article presents an evaluation of Jira as a digital business project management model within BI Group, focusing on how the tool is implemented, adapted, and integrated into construction workflows. Through this case study, the research aims to assess the impact of Jira on project planning, collaboration, and operational scalability in a hybrid IT environment.

Literature review

Digital Business Management Model

The digital business management model (DBMM) represents the integration of digital technologies into all aspects of organizational project management, enabling agility, scalability, and enhanced customer value creation [1][3]. Unlike traditional models, DBMM emphasizes the role of data, automation, and cross-functional collaboration in decision-making processes [4]. In industries like construction, where timelines, budgets, and resource allocation are mission-critical, the adoption of digital models transforms operational efficiency and project visibility [9][15]. According to Alvarenga et al. [3], digital project management enhances performance through improved knowledge sharing and team cohesiveness. Shenhar et al. [15] emphasize the strategic alignment between digital tools and organizational goals as a key success factor.

Furthermore, the success of digital business models depends on how well project managers can translate business needs into structured digital workflows. This includes the application of performance measurement systems, stakeholder involvement, and the integration of real-time data systems [7][13]. As the digital economy evolves, businesses are increasingly relying on these models to manage complexity and stay competitive. Thus, DBMM forms the theoretical foundation for assessing tools like Jira in the context of project execution and strategic delivery.

Jira Management Model

Jira, developed by Atlassian, has evolved from a bug-tracking tool into a comprehensive project management platform, especially valued for its compatibility with Agile frameworks [5][11]. Its adaptability allows for implementation across diverse sectors, including IT, finance, healthcare, and increasingly, construction. Liu & Liu [13] argue that Jira's perceived usefulness and user acceptance depend on how well it supports team coordination, role clarity, and task visibility. With features such as Kanban boards, sprint planning, and backlog prioritization, Jira facilitates iterative development and dynamic workload distribution [4][16].

The tool's integration capabilities with third-party systems and APIs allow organizations to build custom dashboards, automate reporting, and create centralized hubs for project tracking [1][12]. According to Pinto and Slevin [14], the success of project implementation is closely tied to tools that support continuous feedback and transparency - both of which are integral to

Jira's design. As digital transformation becomes a priority across industries, Jira emerges as a flexible and scalable solution for aligning operational tasks with strategic project goals. Therefore, understanding Jira as a management model is central to evaluating its effectiveness within a digital business context.

BI Group – Big Construction Holding with Digital Direction: BI Innovations

BI Group, the largest investment and construction holding in Kazakhstan, has actively embraced digital transformation through its subsidiary, BI Innovations. This specialized division is responsible for digitizing internal project workflows and building consumer-facing services, such as BI Click (an online real estate platform) and Smart Remont (a renovation planning app) [2][6]. These initiatives represent a broader shift toward integrating digital business models into construction, an industry traditionally resistant to change.

BI Innovations has also developed internal tools like Opera Build, a comprehensive platform that manages construction project planning, resource allocation, procurement, and delivery processes. By embedding digital platforms into daily operations, BI Group enhances collaboration across departments and introduces real-time performance monitoring [6][9]. As Aral et al. [4] noted, the digitalization of task-level productivity significantly boosts organizational efficiency.

The company's expansion beyond Kazakhstan into Uzbekistan, Dubai, and other markets necessitated the adoption of a hybrid cloud IT infrastructure, capable of scaling under high load and ensuring system reliability [12]. BI Group's investment in digital innovation highlights a strategic understanding that future competitiveness lies not just in what is built, but how it is managed and delivered through technology.

Architecture of Management – IT Team's KPIs, Task Workflows, Backlog, Sprint Review

The architecture of project management within IT teams plays a central role in achieving digital transformation outcomes. At BI Group, this involves the structured use of backlogs, sprint reviews, performance dashboards, and KPI's managed via tools like Jira. According to Geraldi et al. [9], project complexity requires not only planning but also iterative refinement, which Agile practices embedded in Jira support. Tasks are broken down into epics, stories, and sprints - each reviewed in cycles to align short-term progress with long-term goals.

Kattara and Reich [12] highlight leadership's role in structuring digital project environments where teams have clarity over their contributions and are guided by measurable goals. The integration of sprint review sessions and retrospectives promotes continuous improvement, while backlog grooming ensures that priorities remain relevant and aligned with business objectives [5][14].

Furthermore, KPI frameworks linked to task completion rates, cycle time, and sprint velocity provide quantifiable insights into team performance [7]. The architectural discipline of task management in a Jira-based environment empowers teams to respond to change quickly, distribute workload efficiently, and maintain visibility across multiple departments - an essential need in complex construction projects.

METHODOLOGY

Jira, developed by Atlassian, is used at BI Group as the primary platform for managing IT projects within the digital innovation division. The tool operates within Agile frameworks and supports project management through features such as sprint boards, product backlogs, user stories, task statuses, and custom workflows[12].

In this research, Jira serves not only as a project execution tool but also as a data source. Metrics such as sprint velocity, task resolution time, issue priority distribution, and workflow transitions were extracted from Jira dashboards. These indicators provide quantifiable insights into team performance, project progression, and backlog health over a defined 12-month period. Custom workflows used in BI Group's Jira setup reflect construction-related task stages (e.g., "Design Approval," "Implementation," "QA Review," "Deployment"), showing the adaptability of Jira to non-software contexts. Additionally, automation rules and integration with Confluence and other Atlassian tools were used to synchronize documentation and reporting.

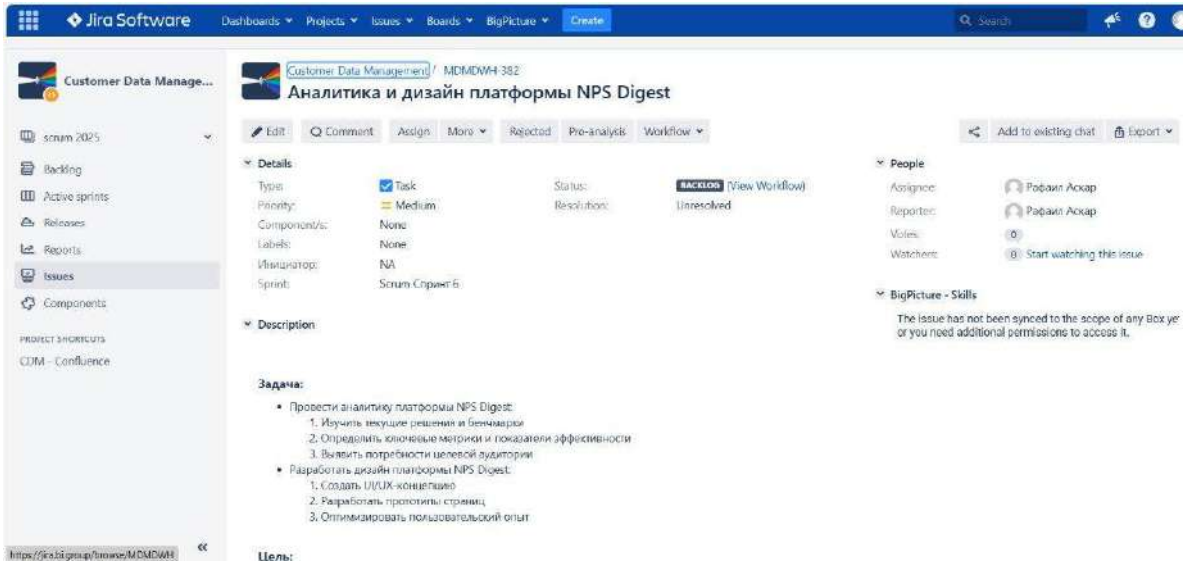


Figure1. Analyzing the task Jira Management Model

If we take a real case from the BI Group environment, the structure and use of Jira can be illustrated through a specific task example. Figure 1 illustrates a Jira task card titled "Analytics and Design of the NPS Digest Platform", assigned to Rafail Askar and categorized under Scrum Sprint 6. The task is marked as a medium priority and currently holds the Backlog status. The task description outlines key analytical and design objectives, including the evaluation of existing solutions and benchmarks, identification of core performance metrics, and the development of UX concepts and prototypes.

The structured configuration of this Jira card reflects the broader functionality of Jira in digital project management environments. By clearly defining the responsible executor, sprint association, and task objectives, Jira supports enhanced team coordination and individual accountability. This structure contributes significantly to the adaptation of new specialists within the team. Through visibility into task priority, workflow stages, and sprint planning, newly onboarded employees gain immediate clarity regarding project expectations. Moreover, the historical context provided via comment threads and prior decisions facilitates knowledge transfer and supports learning. As part of the Agile methodology [5], the inclusion of tasks within Scrum sprints aligns individual work with team-wide objectives, thereby reducing onboarding time and accelerating the specialist's contribution to productivity. The task card in Jira serves as a fundamental building block of the digital project management process. It not only captures the description and objectives of a task but also centralizes critical metadata - such as assignee, priority, status, sprint linkage, and progress history - which enables comprehensive control over workflow execution. In the context of **BI Group's digital**

transformation efforts, each task card functions as a **micro-unit of business execution**, aligning operational details with broader project goals [3][5].

From a team perspective, clearly defined task cards enhance **accountability**, **collaboration**, and **autonomy** [11][13]. Team members are able to visualize their individual contributions within the context of the larger sprint, leading to better prioritization and time management. In Agile environments, where tasks evolve quickly, the ability to update, comment on, or escalate within the task card fosters **real-time communication** and decision-making [4][14].

Table 1. Task Information – NPS Digest

Task Information - NPS Digest	
Attribute	**Details**
Task Name	NPS Digest – Analytics & Design
Created Date	28 Jan 2025
Start Date	31 Jan 2025
Due Date	19 Feb 2025
Fact Completion Date	17 Feb 2025
Work Duration	14 working days
Sprint Number	Sprint 6 (2025)

The data presented in the "Task Information - NPS Digest" table outlines the key timeline and structural details of a real Jira task managed within BI Group's Sprint 6 of 2025. The task, created on 28 January 2025 and started on 31 January 2025, was completed in 14 working days, ahead of its original due date. This structured data illustrates how Jira supports accurate scheduling and deadline tracking, enabling better planning and predictability in project execution.

Table 2. Workflow Status Timeline – NPS Digest

Workflow Status Timeline - NPS Digest	
Status	**Duration in Status**
In Backlog	3 days
New	2 days
To Do	1 day
In Progress	4 days
Ready for Test	3 days

Ready for Deploy	2 days
On Hold	0 days
Done	1 day

The "Workflow Status Timeline" segment breaks down the time spent in each status category, such as In Progress (4 days) or Ready for Test (3 days), highlighting the flow of work through predefined Agile stages. This granularity provides transparency into bottlenecks or efficiency points within the team's process.

Jira has proven to be more than just a task tracker - it is a powerful and flexible tool that supports full-cycle digital business project management. Within BI Innovations, Jira is actively used to transform abstract project concepts into structured workflows that align with Agile principles. The platform enables real-time control, team coordination, and transparency that are difficult to achieve with traditional tools. This methodology section illustrated one real example where a single Jira task card reflected detailed planning, sprint alignment, and workflow progression across multiple departments [2][11]. Such structure not only improves execution quality but also facilitates faster onboarding, predictable delivery timelines, and a more disciplined project environment. For organizations undergoing digital transformation particularly in high-complexity sectors like construction - Jira demonstrates its value as a core component of a scalable and strategic digital business management model.

Conclusion. This study highlights the practical value of Jira as a digital business project management model within a real-world context - BI Group, one of Kazakhstan's leading construction holdings. In the face of growing complexity and the demand for digital transformation, Jira has demonstrated its ability to bridge the gap between traditional project workflows and agile, technology-driven environments. By structuring projects into sprint-based, measurable tasks and centralizing communication, Jira supports faster delivery, clearer accountability, and enhanced collaboration across multidisciplinary teams.

The article aims to provide not only an academic evaluation of Jira's capabilities, but also a case-based insight into how such tools are actively implemented within BI Innovations. Using real task data, team structures, and workflow analysis, the research confirms that Jira plays a central role in aligning execution with strategic digital goals.

In conclusion, Jira proves to be an effective tool for managing complex business processes in non-IT sectors. It enables organizations like BI Group to operate with greater agility, visibility, and control. As digital transformation becomes increasingly essential across industries, the integration of platforms like Jira will continue to define how modern companies structure and deliver projects with efficiency and precision.

References:

[1] Ahola, T., Lehtonen, P., & Savolainen, J. (2014). Exploring the front-end of value chains in digital service business. International Journal of Project Management, 32(8), 1421–1433. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.03.002

[2] Khan, S. (2018). Adapting International Project Management Models for Kazakhstan: Challenges and Opportunities. Project Management International, 12(2), 78–92.

[3] Alvarenga, A., Soares, C., & Machado, V. H. (2015). Digital project management: The role of knowledge sharing and team cohesiveness on performance. Procedia Computer Science, 64, 771–778. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.595

[4] Aral, S., Brynjolfsson, E., & Van Alstyne, M. W. (2012). Information, technology, and information worker productivity: Task-level evidence. Management Science, 59(6), 1227–1245. https://doi.org/10.1287/mnsc.1120.1661

[5] Bredillet, C. N., Tywoniak, S., & Dwivedula, R. (2008). Towards a typology of project management styles. International Journal of Project Management, 26(1), 28–37. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.08.008

[6] Brown, A. (2019). Exploring Modern Project Management Practices in Kazakhstan's Construction Industry. Journal of Project Management, 25(3), 234–248.

[7] Chae, B., & Koh, C. E. (2014). How to design a strategic performance measurement system. MIT Sloan Management Review, 56(3), 11–13.

[8] Cicmil, S., Williams, T., Thomas, J., & Hodgson, D. (2006). Rethinking project management: Researching the actuality of projects. International Journal of Project Management, 24(8), 675–686. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.08.006

[9] Geraldi, J., Maylor, H., & Williams, T. (2011). Now, let's make it really complex (complicated): A systematic review of the complexities of projects. International Journal of Operations & Production Management, 31(9), 966–990. https://doi.org/10.1108/01443571111165848

[10] Jugdev, K., & Müller, R. (2005). A retrospective look at our evolving understanding of project success. Project Management Journal, 36(4), 19–31. https://doi.org/10.1177/875697280503600403

[11] Jugdev, K., & Müller, R. (2006). A comparative analysis of methodologies for developing trust. Project Management Journal, 37(4), 5–18. https://doi.org/10.1177/875697280603700402

[12] Kattara, H., & Reich, B. H. (2013). The role of leadership in information systems development projects: A case study. Information & Management, 50(8), 653–663. https://doi.org/10.1016/j.im.2013.07.005

[13] Liu, S., & Liu, L. (2014). Understanding the antecedents of perceived usefulness: An empirical comparison of three user acceptance models. Industrial Management & Data Systems, 114(8), 1278–1297. https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2013-0381

[14] Pinto, J. K., & Slevin, D. P. (2018). Critical success factors in effective project implementation. Projects, 1(1), 68–72.

[15] Shenhar, A. J., Dvir, D., Levy, O., & Maltz, A. C. (2001). Project success: A multidimensional strategic concept. Long Range Planning, 34(6), 699–725. https://doi.org/10.1016/S0024-6301(01)00097-8

[16] Youker, R. (2012). 11 Lessons Learned from a Decade of Agile Project Management. Cutter IT Journal, 25(10), 12–16.

[17] Smith, J. (2020). Project Management Models in Kazakhstan: A Comparative Analysis. International Journal of Project Management, 35(4).

UDC 004.056.5

Vadim Sharov
Master's student in the specialty "Information Security Systems"
L.N. Gumilyov Eurasian National University
(Astana, Kazakhstan)

Scientific Advisor: Nurlan Tashatov
Associate professor of the department of Information Security
L.N. Gumilyov Eurasian National University
(Astana, Kazakhstan)

RESEARCH OF KEY AREAS, PRINCIPLES AND METHODS OF INFORMATION PROTECTION IN COMPUTER NETWORKS

Abstract: In the modern world, technologies are developing rapidly, and there are more threats on the network, so data protection is one of the main tasks. This article provides an overview of key areas, methods and means of information protection in computer networks. The theoretical part discusses the main ways of information protection, including data protection using encryption, systems for detecting attacks, methods of identity verification and methods of restricting access contains a quantitative analysis of scientific papers on data protection in computer networks using the Bibliometrix program. The results obtained allow us to identify the most significant studies, authors and main trends, which helps to better understand the current state and prospects for the development of this field. Graphs, tables and diagrams in the article help to visually present information and highlight the most significant aspects of the study. Based on the analysis, the current trends and directions in the field of information security were identified, which helps to better understand how technologies are developing and what trends are important for ensuring the security of computer networks in the face of growing threats.

Keywords: Information security, computer networks, bibliometric analysis, cryptographic methods, intrusion detection, access control.

Introduction. In the era of digital change, the protection of information in networks is becoming an important part of the information environment. Information systems are constantly exposed to risks. Risk can be defined as a possible event that can affect the company's data [1].

It is important not only to use new technologies, but also to conduct research that identifies the main trends in information protection. This article is devoted to the study of theoretical and practical aspects of computer network security, with an emphasis on bibliometric analysis of scientific publications through the Bibliometrix program. This approach makes it possible to objectively assess the current state, determine development prospects and identify the main areas of future research.

The relevance of the study lies in the fact that the number of cyber threats is growing every year, and information protection is becoming an increasingly important task for all organizations. The rapid development of technology, the use of the internet in everyday life, and the shift to digital platforms are creating new challenges for data security. Therefore, it is important not only to implement the latest protection methods, but also to understand what

trends and directions are becoming key in the field of information security in order to respond to changes in a timely manner and effectively protect information from threats.

Materials and methods. This article provides a theoretical analysis of modern methods of information protection in computer networks and a bibliometric analysis of scientific publications using the Bibliometrix program.

The theoretical part covers basic technologies, including encryption, attack detection systems, and access control mechanisms. The practical part is devoted to the identification of key research and current trends in the field of information security based on bibliometric analysis and visualization of scientific areas.

Results. Given the rapid growth of scientific information and new research methods, bibliometric analysis is becoming an important tool for studying changes in scientific publications, identifying the main directions and analyzing the contribution of authors. In this paper, the Bibliometrix tool will be used to analyze the literature on the topic of information security in computer networks. The analysis was conducted based on one of the largest indexed databases, Scopus, which ensured the accuracy and completeness of the results.

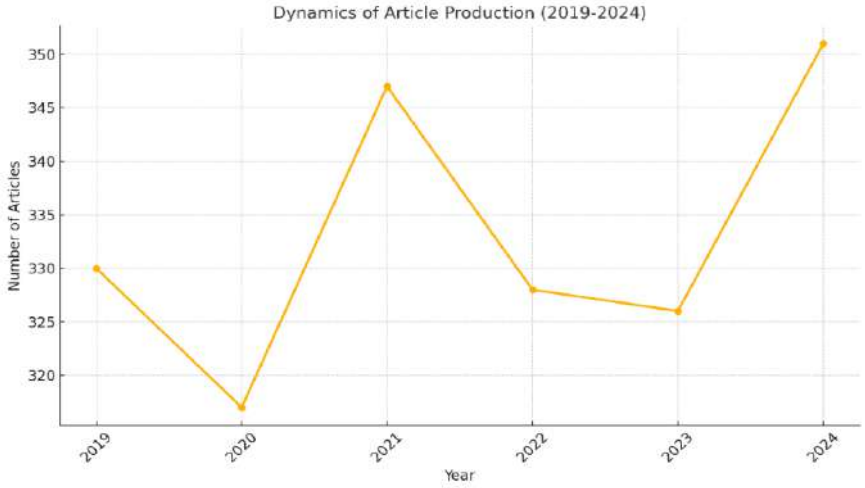


Fig. 1 – Dynamics of publication of scientific materials

The dynamics of publications of scientific materials for the period 2019–2024, shown in Figure 1, shows moderate variability with peaks in 2021 (347 articles) and 2024 (351 articles). In 2020, there was a decline to 317 articles, possibly related to the COVID-19 pandemic, after which the number of publications stabilized in the range of 326–351 articles. The recovery of growth in 2024 may indicate the completion of long-term projects and an increase in scientific activity. Overall, the trend shows the resilience of scientific productivity on the topic of network security, with little fluctuation.

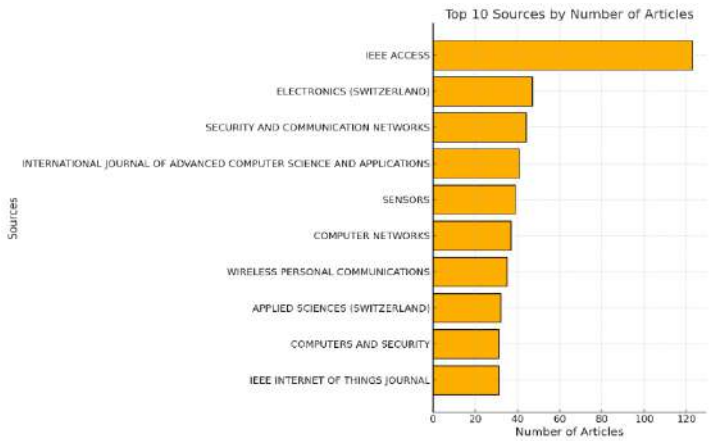


Fig. 2 – Distribution of the number of scientific materials among the 10 main sources

Figure 2 shows that the most popular source is **IEEE ACCESS,** with 123 articles by a wide margin, indicating its dominant role in publication activity. ELECTRONICS **(SWITZERLAND) is second with** 47 articles, and **SECURITY AND COMMUNICATION NETWORKS** is third with 44 articles. The rest of the journals from the presented data have comparable indicators in the range of 31 to 41 articles, among which **SENSORS** and **COMPUTER NETWORKS stand out**. This concentration of publications in several leading journals indicates the high relevance and significant interest of the scientific community in the topic of network infrastructure protection.

Table 1 – Total and Average Citations by Country in Network Security Research

Country	Total Citation	Average Article Citations
CHINA	*5066*	*9.10*
INDIA	*2355*	*12.20*
USA	*1449*	*22.00*
KOREA	*1157*	*13.30*
MALAYSIA	*973*	*28.60*
AUSTRALIA	*849*	*32.70*
CANADA	*711*	*29.60*
ITALY	*675*	*16.90*
SAUDI ARABIA	*604*	*20.80*
UNITED KINGDOM	*586*	*17.80*

The analysis of data by country in Table 1 shows that China leads in the total number of citations (5066), which reflects its high publication activity, but the average number of citations per article (9.10) indicates a relatively moderate scientific impact of individual works. At the same time, countries such as Australia (32.70), Canada (29.60) and Malaysia (28.60) demonstrate outstanding quality of publications, despite the smaller volume – their articles are the most cited on average, which indicates a high scientific contribution. The United States and Saudi Arabia also show high average citation values (22.00 and 20.80, respectively), confirming the importance of their research. India and South Korea strike a balance between the

quantity and quality of publications, while the UK and Italy demonstrate a strong presence in the international research space.

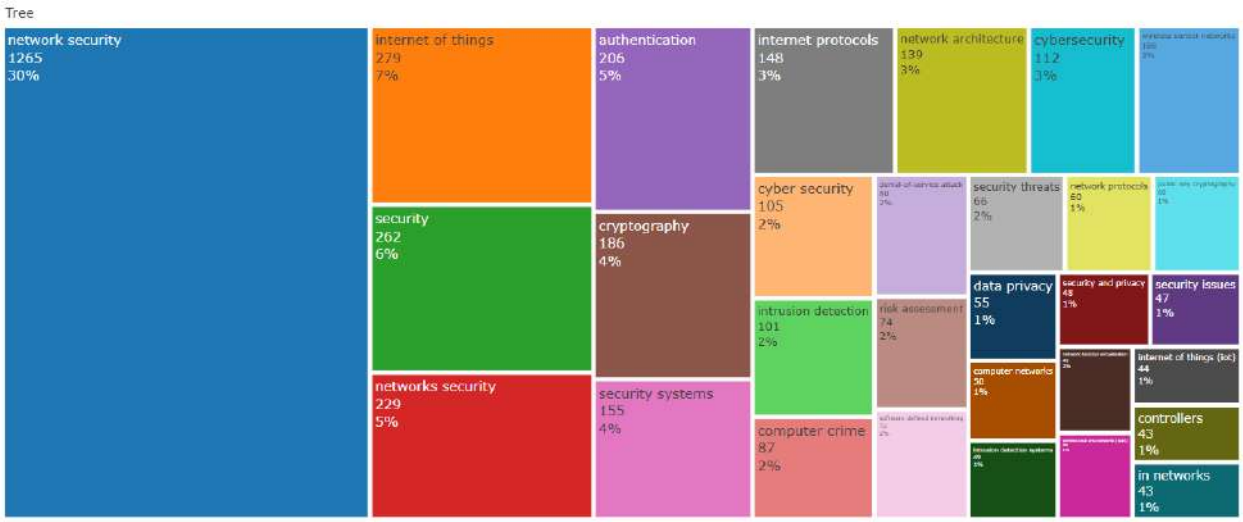


Fig. 3 - Popularity of key areas in the field of computer network security

Figure 3 shows that the most researched area is **"network security"** with 1265 mentions, highlighting the central role of network security in modern cybersecurity. Other popular areas include **"internet of things" (279),** reflecting the growing interest in securing IoT devices, and **"security" (262),** which covers the general concept of cybersecurity.

Topics such as **"authentication" (206)** and **"cryptography" (186)** focus on data protection techniques, while **"network architecture" (139)** emphasizes the importance of network design for security. The presence of the terms **"internet protocols" (148)** and **"cybersecurity" (112)** indicates an ongoing interest in core technologies and strategic aspects of security.

These results demonstrate the diversity of areas being studied, with a focus on the practical and technological aspects of cybersecurity, especially in the context of network security and emerging challenges such as IoT.

Discussion. In today's world, where computer networks are the basis for data exchange, the issues of their protection become especially important. However, the rapid development of technology contributes to the growth of threats that can compromise data protection, safety and availability. The main types of network threats are shown in Figure 4.

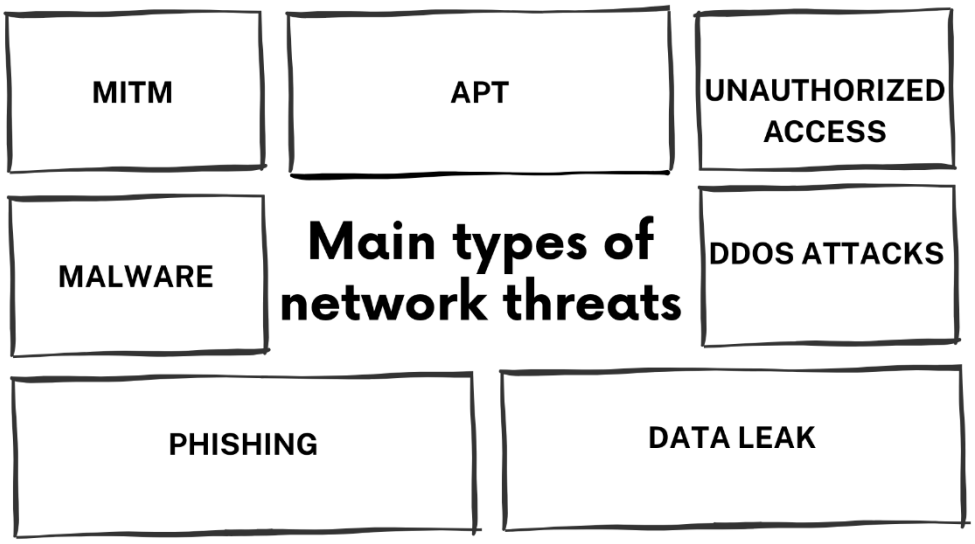


Fig. 4 - Main types of network threats

One of the most common risks is unauthorized attempts to penetrate the system in order to obtain data. Hackers find vulnerabilities in authentication and access control systems to get into the network and take possession of confidential data.

Malicious applications, including viruses, trojans, worms, and ransomware, pose a serious threat to computer networks. Malware is constantly evolving, finding new vulnerabilities and attacking various organizations [2]. Denial-of-service attacks are aimed at exhausting network resources, making services unavailable to users. DDoS attacks are a type of such attacks when attackers try to disable the network and block access [3].

One of the significant threats aimed at users and companies is phishing. These are fake emails that scammers use to try to get hold of personal data, such as passwords or bank card numbers. There is also a more complex option — spear phishing, when the message looks like it was sent by a familiar person or a reliable company [4]. Social engineering methods include attacks on social networks, automatic fake requests, and manipulation of information content [5].

A data breach is an incident in which personal or confidential information becomes available to third parties, which can cause serious consequences [6]. Hackers look for vulnerabilities in operating systems, network protocols, and applications. The lack of timely updates makes such attacks more likely.

One of the dangerous methods is a MITM (man-in-the-middle) attack, where a third party interferes with the exchange of data between users. Open Wi-Fi networks are especially vulnerable to such interception.

Advanced persistent threats (APTs) are sophisticated attacks aimed at long-term penetration of enterprise networks in order to steal data. Such threats operate covertly: the attacker remains unnoticed for a long time [7].

Modern security systems have difficulty detecting APTs because these attacks use advanced hacking techniques and operate on high-load networks with a high volume of traffic [8].

Network security fundamentals include key principles aimed at protecting information and preventing attacks. The fundamental principle of data protection is the CIA triad. Privacy means that only authorized users have access to information. Integrity ensures that data is protected from unauthorized editing. Availability is responsible for the smooth operation of systems, preventing failures caused by DDoS attacks, for example.

Good access control ensures that users and devices only get the data they need. This process is accompanied by identity identification, identity verification using passwords, biometrics, and other methods, and authorization (differentiation of rights based on specified rules). Authorization determines the level of access, based on the strategy, model and policy of rights management, which takes into account the subject, object and actions performed [9].

The Zero Trust approach is based on the principle that no user or device, regardless of location, should automatically be trusted. This is especially important in the era of cloud technology and remote work. The implementation of Zero Trust technology requires a radical revision of approaches to cybersecurity, especially for organizations that are accustomed to relying on traditional perimeter protection models [10].

Monitoring systems such as IDS and SIEM play a key role in securing networks. SIEM helps to analyze large amounts of data, improving the decision-making process [11]. IDS systems are used to detect and prevent unauthorized access, misuse and modification of protected information in networks [12].

Encryption is a critical element in protecting data, ensuring that it is secure both in transit over the network and at rest. SSL/TLS protocols are used to protect web traffic, and cryptographic algorithms such as AES and RSA prevent unauthorized access to confidential information.

Firewalls are devices or programs that control incoming and outgoing network traffic according to pre-defined security rules. In particular, the latest firewalls related to NGFW (Next-Generation Firewalls) not only filter traffic, but also inspect the content of the data, identifying potentially malicious elements.

Antivirus programs protect endpoints, such as computers and servers, from malware. The main functions of network antivirus systems are to detect viruses, prevent them from spreading across the network, and remove viruses that have already entered the system.

Security policies define rules and actions to protect information and mitigate threats. This includes the development of standards for access control, work with protected information, as well as the use of hardware and software. Effective configuration and implementation of controls are key to ensuring security in any organization. For example, a policy might require two-step verification to sign in to corporate resources. Two-factor verification is important for web security because it reduces the risks associated with lost or compromised passwords.

Employee training is important to protect against attacks involving human error, such as phishing or social engineering.

The "Defense in Depth" approach is to use multiple layers of protection to mitigate risks (Figure 5).

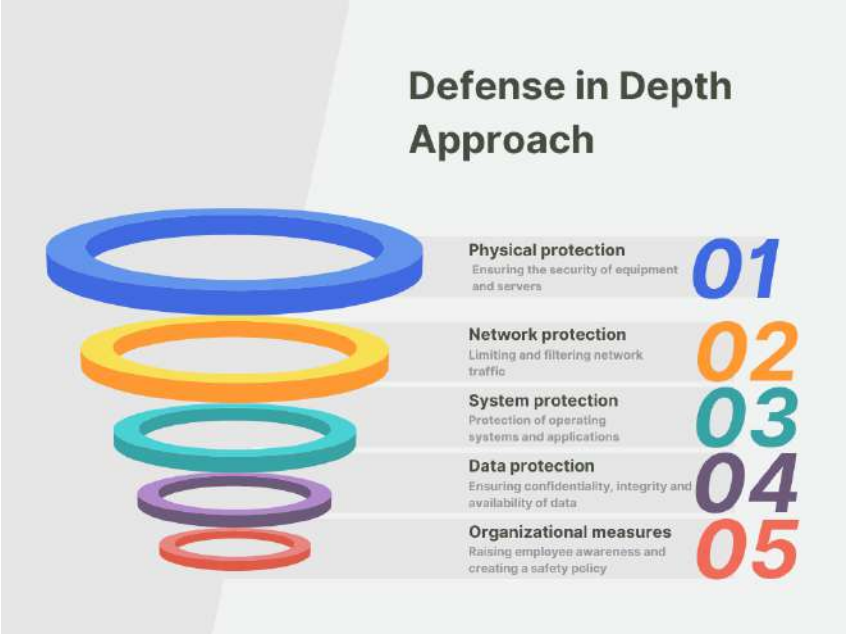


Fig. 5 – The Defense in Depth approach

A holistic data protection strategy includes the use of both technical means and organizational measures taking into account the role of the person. He takes into account that no technology can fully protect without the participation of people, and vice versa. The combination of technology and the human factor is to create a system where technical solutions are complemented by the knowledge and actions of employees. For example, even the most robust firewall won't prevent a threat if a user accidentally exposes attackers through phishing. Therefore, it is necessary not only to limit ourselves to new technologies, but also to train employees, improving their knowledge in the field of cybersecurity.

Conclusion. Thus, information protection includes technical solutions, organizational measures and their interaction within the framework of an integrated system. Firewalls and antiviruses protect against technical threats, while security policies and employee training help minimize the risks associated with human influence. The main aspect should be considered a combination of technology and employee awareness, which helps to build a reliable system of protection against current threats on the network. A comprehensive approach makes it possible to provide multi-layered protection, where each solution complements the others, creating a stable and secure infrastructure.

The future of data protection lies in a combination of automated solutions and human participation. While technologies such as deep learning and data analysis algorithms can help detect threats quickly, awareness and user training play a key role. Only the combination of advanced technologies, the right processes and the responsibility of all participants will help create a security system that will adapt to new challenges and protect data from complex cyberattacks.

References

1. Alsafwani N., Fazea Y., Alnajjar F. Strategic approaches in network communication and information security risk assessment // Information. – 2024. – Vol. 15, No. 6. – P. 353.

2. Alharbi F., Kashyap G.S. Empowering network security through advanced analysis of malware samples: Leveraging system metrics and network log data for informed decision-

making // International Journal of Network Distributed Computing. – 2024. – Vol. 12. – P. 250–264.

3. Halladay J., et al. Detection and characterization of DDoS attacks using time-based features // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 49794–49807.

4. Bender S., Horn S., Loewenstein G., Roberts O. Phishing feedback: Just-in-time intervention improves online security // Behavioural Public Policy. – 2024. – P. 1-13.

5. Syafitri W., Shukur Z., Mokhtar U. A., Sulaiman R., Ibrahim M. A. Social engineering attacks prevention: A systematic literature review // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 39325–39343.

6. Pimenta Rodrigues G., Arquelau G., Serrano A. L. M., Espiñeira Lemos A. N. L., Canedo E. D., de Mendonça F. L. L., de Oliveira Albuquerque R., Sandoval Orozco A. L., García Villalba L. J. 7. Understanding data breach from a global perspective: Incident visualization and data protection law review // Data. – 2024. – Vol. 9, No. 2. – P. 27.

7. Mutalib N. H. A., Sabri A. Q. M., Wahab A. W. A., et al. Explainable deep learning approach for advanced persistent threats (APTs) detection in cybersecurity: A review // Artificial Intelligence Review. – 2024. – Vol. 57. – P. 297.

8. Chandel S., Yan M., Chen S., Jiang H., Ni T.-Y. Threat intelligence sharing community: A countermeasure against advanced persistent threat // 2019 IEEE Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR). – 2019. – P. 353-359.

9. Mohamed A. K. Y. S., Auer D., Hofer D., Küng J. A systematic literature review for authorization and access control: Definitions, strategies, and models // International Journal of Web Information Systems. – 2022. – Vol. 18, No. 2/3. – P. 156–180.

10. Itodo C., Ozer M. Multivocal literature review on zero-trust security implementation // Computers & Security. – 2024. – Vol. 141. – P. 103827.

11. Sheeraz M., Durad M. H., Paracha M. A., Mohsin S. M., Kazmi S. N., Maple C. Revolutionizing SIEM security: An innovative correlation engine design for multi-layered attack detection // Sensors. – 2024. – Vol. 24, No. 15. – P. 4901.

12. Pavithra C., Saradha M. A comprehensive classification approach by integrating principal component analysis and support vector machines for advanced intrusion detection systems // SN COMPUT. SCI. – 2024. – Vol. 5. – P. 996.

UDC 35.077.3

Salenova Zhanerke Zhumakanovna
Master's Student
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

A COMPARATIVE ANALYSIS OF INNOVATION FRAMEWORKS FOR URBAN E-GOVERNMENT PLATFORMS

Introduction. One of the primary drivers of public sector innovation is the digitization of municipalities through e-government platforms, which allows governments to increase citizen involvement, improve governance transparency, and provide services more effectively. The need for efficient innovation frameworks has increased as cities all over the world progressively incorporate digital solutions into their administrative procedures. By acting as strategic roadmaps that direct the adoption and implementation of new technologies, these frameworks guarantee that municipal e-government projects are scalable, sustainable, and in line with the interests of the general public.

Despite e-government platforms have the potential to revolutionize urban governance, their success is not assured. Diverse institutional capacities, technology infrastructures, regulatory environments, and stakeholder expectations make it challenging for governments to choose and implement innovation frameworks. Additionally, disjointed municipal initiatives frequently lead to inconsistent user experiences, inefficiencies, and service inequities. A comparative study of current innovation frameworks is necessary to solve these problems, revealing best practices and lessons that can guide implementation.

This report examines the comparative effectiveness of innovation frameworks in urban e-government platforms, drawing insights from global municipalities. By exploring how different cities approach digital transformation, this study aims to provide a structured understanding of the factors influencing success and the potential barriers to innovation adoption. The analysis integrates perspectives from public sector innovation literature, considering how theoretical concepts such as wicked problems, value creation, and innovation triggers shape e-government initiatives.s in the future.

The central research question guiding this report is:

What frameworks are most effective for driving innovation in urban e-government platforms, and how do they compare across different municipalities?

To address this question, the report has the following objectives:

- To identify and compare innovation frameworks used in urban e-government platforms.
- To analyze the role of public sector innovation theories (e.g., wicked problems, value creation) in shaping these frameworks.
- To propose actionable recommendations for improving e-government platforms, with a focus on scalability, sustainability, and citizen-centric

This study contributes to the larger conversation on digital governance and public sector modernization by critically evaluating innovation frameworks in various municipal contexts.

The results are intended to help technology executives, legislators, and local administrators improve their approaches to creating inclusive and successful e-government platforms.

Literature Review

Theoretical Foundations of E-Government Innovation

E-government transformation is grounded in innovation theories that explain how digital technologies disrupt governance structures. Schumpeter's concept of creative destruction highlights how digital governance replaces bureaucratic silos with agile, interconnected models [1]. Estonia's X-Road exemplifies this by eliminating redundant processes, enabling seamless data exchange, and enhancing service delivery [2]. However, legacy systems and bureaucratic inertia often hinder reforms.

Christensen's disruptive innovation theory explains how digital solutions initially serving underserved populations evolve to mainstream adoption [3]. India's Smart Cities Mission leverages GIS, IoT, and AI for urban management, bypassing traditional bottlenecks. Success depends on institutional adaptability, public trust, and infrastructure readiness.

The 4Ps innovation framework classifies e-government innovation into:

- Denmark's virtual competence centers improve coordination.
- AI-powered virtual assistants enhance citizen engagement.
- Estonia's e-residency simplifies business registration.
- Shifts governance from regulation to service provision.

E-government initiatives often encounter wicked problems like cybersecurity threats and digital inequality. Digital Kazakhstan faces low digital literacy, limiting service adoption [4]. Addressing such challenges requires technological interventions, legislative support, and multi-stakeholder collaboration.

Frameworks for E-Government Innovation and Adoption

To operationalize innovation theories, structured frameworks guide policymakers in implementing e-government solutions.

The OECD Public Sector Innovation Framework identifies [5]:

- Anticipatory Innovation: Singapore's Smart Nation predicts urban congestion via AI.
- Mission-Oriented Innovation: The EU prioritizes green and inclusive digital transformation.
- Experimental Innovation: Estonia refines e-services through iterative pilot projects.
- Inclusive Innovation: Digital literacy programs ensure accessibility.

Effectiveness depends on institutional capacity and policy coherence. Developed economies like Estonia integrate these dimensions more successfully, while others require tailored approaches. The Technology-Organization-Environment (TOE) Framework assesses [6]:

- Technology: Estonia's X-Road enables seamless data exchange, while legacy systems hinder integration elsewhere.
- Organization: Institutional readiness varies; civil servants often need technical training.
- Environment: Regulatory support and political commitment influence success.

By combining innovation theory with practical frameworks like OECD and TOE, governments can navigate digital transformation challenges effectively.

E-Government Innovation in Kazakhstan

Kazakhstan's Digital Kazakhstan program modernizes public administration, focusing on infrastructure, skills, industry, and government services [7].

Key advancements:

- Broadband Expansion: 80% internet penetration, with 75% rural coverage. KazSat-3 satellite enhances connectivity.
- Digital Literacy Initiatives: Computer science in schools; 500,000 citizens trained.
- Tech Innovation Investments: Astana Hub supports startups; AIFC fosters fintech and blockchain.
- E-Government Services: 90% online service availability; biometric authentication improves efficiency.

Challenges:

- Bureaucratic Inefficiencies: Poor inter-agency coordination slows service delivery.
- Trust Deficits: 42% of citizens worry about data security.
- Localization Barriers: Digital services must be more accessible to rural populations.

To ensure continued success, Kazakhstan must enhance cybersecurity, improve inter-agency cooperation, and create user-friendly digital services for an inclusive and transparent e-government.

Case Analysis/Applications

The rapid progress of digital technology has changed how governments communicate with the public, especially in urban settings where accessibility and service effectiveness are vital. Due to social demands, governance structures, and technological infrastructure, several nations have implemented various innovation frameworks to improve their e-government platforms. Three cases—Kazakhstan, Estonia, and Singapore—that each represent a distinct approach to digital governance are compared in this section.

Case 1: Singapore – AI-Driven Smart Governance

Using data analytics and artificial intelligence to improve decision-making and maximize public services, Singapore is a global pioneer in AI-driven governance (Chui et al., 2018). The government's Smart Nation program incorporates AI into a number of areas, such as urban planning, transportation, and healthcare (Smart Nation Singapore, 2022). Predictive analytics is a crucial use in public transportation, enabling officials to foresee traffic and modify routes instantly (Ng, 2021). Additionally, AI chatbots simplify interactions between the government and its constituents, lowering administrative workloads and enhancing service effectiveness (GovTech Singapore, 2023). Though AI improves automation, issues with algorithmic bias, data privacy, and digital exclusion continue to be major obstacles (Zhang & Dafoe, 2020).

Case 2: Estonia – Blockchain-Based Digital Governance

According to Martetts and Naumann (2017), Estonia is renowned for being a leader in blockchain-driven digital governance, employing decentralized technology to provide safe and open public services. Redundancy and bureaucratic inefficiencies are reduced by the X-Road framework, a national data exchange network that facilitates safe and easy interagency communication (e-Estonia, 2021). In order to protect citizen data from manipulation and unwanted access, Estonia additionally uses blockchain technology (Veinthal et al., 2018). This strategy has resulted in yearly cost reductions of about 2% of GDP (World Bank, 2020).

However, because blockchain implementation necessitates a high level of technological, legal, and regulatory competence, the scalability of Estonia's concept to larger economies remains a worry (Tamm et al., 2022).

Case 3: Kazakhstan – A Hybrid Approach Integrating AI and Blockchain

Under its Digital Kazakhstan program, Kazakhstan has adopted a hybrid strategy that combines blockchain-based transparency with AI-driven automation (Ministry of Digital Development, Kazakhstan, 2023). The nation has advanced significantly in the creation of e-government, with 80% of governmental services currently accessible online (OECD, 2022). While blockchain technology lowers corruption risks in public procurement by guaranteeing immutable and traceable transactions, AI-powered solutions expedite the delivery of public services (UNDP Kazakhstan, 2021). However challenges including cybersecurity flaws, bureaucratic inefficiency, and gaps in digital literacy between rural and urban places still exist (World Economic Forum, 2023). One major obstacle is still adjusting international digital governance frameworks to Kazakhstan's sociocultural and economic context.

E-government initiatives vary across countries based on technological capabilities, policy priorities, and governance structures. This section compares three case studies—Singapore's AI-powered GovTech, Estonia's Blockchain-Based Digital ID & X-Road, and Kazakhstan's AI & Blockchain Integration in Public Services—using key frameworks from the literature review [8]:

- OECD Innovation Framework (Mission-Oriented, Enhancement-Oriented, Adaptive, Anticipatory)
- Technology-Organization-Environment (TOE) Framework

The comparative table below provides a structured view of key characteristics, strengths, and challenges.

***Table 1.*Comparative Framework Analysis**

Aspect	**Singapore: AI-Centric**	**Estonia: Blockchain-Centric**	**Kazakhstan:Hybrid Model**
Key Technology	AI-driven digital services, chatbots, predictive analytics	Blockchain-based national ID and secure data exchange	AI for fraud detection, blockchain for secure public records
OECD Framework	Mission-Oriented & Anticipatory	Mission-Oriented & Inclusive	Adaptive but facing bureaucratic inefficiencies
TOE - Technology	Advanced AI & ML for automation	Blockchain ensures security and transparency	AI for anti-corruption, but blockchain still in the testing phase
TOE - Organization	Strong GovTech partnerships, high investment	Decentralized governance model	Bureaucratic resistance, weak inter-agency coordination

TOE - Environment	High digital literacy, growing ethical concerns on AI bias	High public trust but scalability issues for larger economies	Low digital literacy, public skepticism about cybersecurity
Strengths	High efficiency, predictive governance	Secure, transparent, citizen-trusted model	Potential for anti-corruption and efficiency gains
Challenges	AI ethics & privacy risks	Difficult to scale for larger, more complex economies	Public trust issues, slow policy implementation

By contrasting various e-government solutions, it becomes clear that excellent governance, public trust, and policy alignment are more important for success than technology innovation alone. While Estonia sets the standard for safe, citizen-trusted digital services, Singapore is a leader in AI-driven governance, and Kazakhstan is still in its infancy and needs institutional changes to improve uptake and efficacy [9].

Critical Analysis and Discussion

Innovation in e-government depends on public trust, governance, and technology. A comparison of Kazakhstan, Estonia, and Singapore highlights key challenges and lessons. Kazakhstan struggles with bureaucracy and weak coordination despite large investments, while Estonia's blockchain-secured digital ID and Singapore's AI-driven governance thrive due to strong regulations and strategic vision.

Public trust is crucial—90% of Estonians use digital IDs due to confidence in e-services, whereas Kazakhstan faces cybersecurity concerns. Singapore leads in AI governance, but risks like algorithmic bias and surveillance raise ethical issues.

Innovation strategies differ: Kazakhstan reacts to tech changes, while Estonia and Singapore align digital efforts with national goals, ensuring faster adoption. AI improves efficiency but brings transparency and bias concerns. Digital inequality also impacts scalability—Estonia's blockchain model may not work for larger economies like Kazakhstan.

Key policy recommendations include enhancing public trust through transparent governance, adopting Estonia's blockchain-based data privacy measures, and forming AI ethics councils. Cross-government cooperation, as seen in Singapore's Smart Nation initiative, is essential for streamlined decision-making.

There is no one-size-fits-all model. Singapore's AI governance, Estonia's blockchain security, and Kazakhstan's scalability challenges highlight the need for hybrid approaches tailored to national contexts for sustainable digital transformation [10].

Conclusion and Recommendations for Further Research

E-government innovation is pivotal in advancing digital transformation, optimizing efficiency, transparency, and citizen engagement. A comparative analysis of Kazakhstan, Estonia, and Singapore underscores the interplay between institutional capacity, public trust, and strategic alignment in shaping digital governance success. Singapore's AI-driven governance leverages predictive analytics for service optimization, Estonia's blockchain-secured digital ID exemplifies robust, interoperable infrastructure, and Kazakhstan grapples with digital disparities, bureaucratic inertia, and public skepticism.

Persistent challenges include digital inequality, scalability constraints, and ethical dilemmas surrounding AI governance. Addressing these requires a multi-pronged approach: transparent regulatory frameworks to bolster trust, cross-agency coordination akin to Singapore's Smart Nation, and targeted digital literacy initiatives to bridge socio-economic divides. Kazakhstan, for instance, must prioritize broadband expansion and structured capacity-building programs to accelerate e-government adoption. Additionally, regulatory agility is essential to foster technological experimentation while maintaining oversight.

No universal model ensures success; rather, an adaptive, hybridized strategy integrating AI-driven efficiency, blockchain-enhanced security, and citizen-centric policymaking is essential for resilient digital governance. Future research should focus on context-specific governance frameworks that balance innovation with institutional robustness, ensuring sustainable and inclusive digital transformation in the public sector.

References:

1. Schumpeter J. A. Capitalism, Socialism, and Democracy. — Harper & Brothers, 1942
2. Estonian Information System Authority**.** e-Estonia: The Digital Success Story. — 2021. — URL: https://e-estonia.com.
3. Christensen C. M. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. — Harvard Business Review Press, 1997.
4. World Bank. Kazakhstan: Digital Kazakhstan Strategy Implementation Review. — World Bank Group, 2020. — DOI: 10.1596/978-1-4648-1450-5.
5. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). The Innovation System of the Public Sector: Understanding Drivers and Barriers. — OECD Publishing, 2019. — DOI: 10.1787/9789264312066-en.
6. Tidd J., Bessant J., Pavitt K. Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. — 3-е изд. — John Wiley & Sons, 2005.
7. Kazakhstan Ministry of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry. Digital Kazakhstan Strategy Implementation Report. — 2021. — URL: https://digital.gov.kz
8. European Commission. Shaping Europe's Digital Future. — Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. — DOI: 10.2759/091024.
9. Infocomm Media Development Authority of Singapore. Smart Nation Singapore: Digital Government Services. — 2023. — URL: https://www.smartnation.gov.sg.
10. United Nations E-Government Survey. The Future of Digital Government. — United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2022. — URL: https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2022.

УДК 504.05

Төребек Бекзат Қуанышбекұлы
Магистрант 1 курса
Казахский агротехнический исследовательский
университет им. С.Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

ЭТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

Аннотация: Статья посвящена анализу этических и экологических проблем, возникающих в сфере электроснабжения на фоне глобальных вызовов устойчивого развития. Основное внимание уделено моральным дилеммам, с которыми сталкиваются специалисты при выборе источников энергии, проектировании и эксплуатации энергетических систем. В центре обсуждения находятся вопросы снижения углеродного следа, обеспечения безопасности эксплуатации ядерных электростанций, а также минимизации негативного воздействия энергетики на окружающую среду. В статье рассматриваются противоречия между необходимостью энергетической доступности и сохранением экологического баланса. Также поднимается вопрос ответственности ученых и инженеров за долгосрочные последствия своих решений. Отмечаются сложности, возникающие при утилизации отходов солнечных панелей и ветрогенераторов, а также вопросы, связанные с использованием редкоземельных металлов. Поднимается тема воздействия на экосистемы при строительстве крупных объектов возобновляемой энергетики. Подчёркивается, что, несмотря на очевидные преимущества альтернативных источников энергии, их внедрение также требует ответственного подхода, учитывающего как технологические, так и моральные аспекты. Делается вывод о необходимости дальнейших исследований и разработки этических норм в данной области.

Ключевые слова: этика в энергетике, углеродный след, возобновляемая энергетика, проблемы ВИЭ.

Введение. Развитие электроэнергетики является неотъемлемой частью прогресса современного общества, обеспечивая основу для функционирования всех отраслей экономики и повышения качества жизни населения. Однако за техническим прогрессом всё острее проявляются проблемы морального выбора, устойчивости и ответственности. Вопросы, связанные с источниками электроэнергии, их воздействием на окружающую среду и общество, выходят за рамки чисто инженерных решений и затрагивают фундаментальные философские категории — такие как долг, справедливость, благо и ответственность перед будущими поколениями. Современная парадигма энергетики сталкивается с дилеммой: как удовлетворить растущие энергетические потребности человечества, не разрушая при этом экологическое равновесие планеты. Использование ископаемого топлива сопровождается значительным углеродным следом и ускорением климатических изменений, в то время как альтернативные источники энергии, несмотря на свою «зелёную» репутацию, также несут в себе ряд экологических и этических проблем — от утилизации оборудования до воздействия на ландшафты и биосферу. Этика в электроснабжении требует рассмотрения не только последствий конкретных

технологий, но и ценностей, которые лежат в основе энергетической политики. Речь идёт о необходимости выработки ответственного подхода, в котором инженерные решения принимаются с учётом не только экономической эффективности, но и этических норм, социальной значимости и экологической устойчивости. Далее мы рассмотрим ключевые моральные и экологические вызовы, стоящие перед электроэнергетикой, и обозначим роль научного сообщества в формировании ответственного и этически обоснованного энергетического будущего.

Основные экологические проблемы, вызванные производством энергии

Энергетические и экологические проблемы тесно связаны между собой, поскольку практически невозможно производить, транспортировать или потреблять энергию без существенного воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы, непосредственно связанные с производством и потреблением энергии, включают загрязнение воздуха, изменение климата, загрязнение воды, тепловое загрязнение и удаление твердых отходов. Выбросы загрязнителей воздуха в результате сжигания ископаемого топлива являются основной причиной загрязнения воздуха в городах. Сжигание ископаемого топлива также является основным источником выбросов парниковых газов они же создают на поверхности земли одеяло, препятствующее выходу коротких солнечных лучей ночью. Таким образом, энергетический кризис способствует повышению температуры на Земле, способствуя глобальному потеплению.

В большинстве стран мира доля электроэнергии, вырабатываемой на тепловой электростанции больше 50%. В качестве топлива на ТЭС обычно используются уголь, мазут, газ, сланцы. Ископаемое топливо относится к невозобновлямым ресурсам. Согласно многим оценкам угля на планете хватит на 100-300 лет, нефти на 40-80 лет, природного газа на 50-120 лет. Для ТЭС характерно высокое радиационное и токсичное загрязнение окружающей среды. Это обусловлено тем, что обычный уголь, его зола содержат микропримеси урана и ряда токсичных элементов в значительно больших концентрациях, чем земная кора. При строительстве крупных ТЭС или их комплексов загрязнение еще более значительно. При этом могут возникать новые эффекты, например, обусловленные превышением скорости сжигания кислорода над скоростью его образования за счет фотосинтеза земных растений на данной территории, или вызванные увеличением концентрации углекислого газа в приземном слое.

Согласно Международному Энергетическому Агентству (IEA) запасы угля в Казахстане являются одними из крупнейших в мире и относительно недороги в добыче. В настоящее время уголь составляет около 50% энергоснабжения Казахстана, более 70% его производства электроэнергии и более 20% конечного потребления. В Казахстане один из самых высоких показателей использования угля домохозяйствами в мире.

Переход к возобновляемым источникам энергии

По данным на начало 2024 года, в Казахстане функционируют 146 объектов возобновляемой энергетики с совокупной установленной мощностью около 2 880 МВт. Структура распределяется следующим образом: 59 ветровых электростанций, 45 солнечных электростанций, 39 малых гидроэлектростанций и 3 биогазовые установки. В 2023 году доля ВИЭ в общем объёме производства электроэнергии составила 5,92%, что отражает устойчивую тенденцию к увеличению.

К возобновляемым источникам энергии относятся солнечная, ветровая, гидроэнергетика, биоэнергия и геотермальные ресурсы. В отличие от ископаемых ресурсов, они обладают способностью к само возобновлению и не сопровождаются выбросами парниковых газов в процессе эксплуатации. По оценкам Международного Энергетического Агентства (IEA), в ближайшие десятилетия доля ВИЭ в глобальном энергетическом балансе будет неуклонно возрастать, при этом лидирующие позиции займут солнечная и ветровая энергетика. К числу основных преимуществ ВИЭ относят:

- снижение зависимости от ископаемого топлива и укрепление энергетической независимости;
- сокращение выбросов CO_2 и других загрязнителей;
- диверсификация энергетических источников;
- создание новых рабочих мест в экологически ориентированных отраслях;
- потенциал для развития в отдалённых и изолированных регионах.

Экологические и технологические барьеры ВИЭ

Возобновляемые источники энергии являются экологичными, однако за видимой экологичностью скрываются определённые сложности и противоречия. Несмотря на широкий спектр преимуществ, возобновляемая энергетика сталкивается с рядом серьёзных вызовов, препятствующих её повсеместному и устойчивому внедрению. Одной из ключевых проблем остаётся нестабильность генерации энергии из таких источников, как солнце и ветер, чья эффективность напрямую зависит от погодных и сезонных факторов. Это создаёт необходимость в развитии надёжных систем накопления энергии и интеллектуальных сетей, способных гибко реагировать на колебания в производстве и потреблении. Кроме того, высокая капиталоёмкость проектов ВИЭ на стадии строительства и внедрения нередко становится барьером, особенно для стран с ограниченными финансовыми ресурсами или нестабильной экономикой. Технологическая сторона также сопряжена с определёнными экологическими рисками: производство солнечных панелей и ветрогенераторов требует значительных ресурсов, включая редкоземельные металлы, а процесс утилизации отслужившего оборудования остаётся нерешённой задачей. В ряде случаев внедрение ВИЭ может привести к нарушению природных экосистем и вызвать недовольство местных сообществ, особенно если реализация проектов происходит без надлежащего общественного участия.

Кладбища прогресса: моральная дилемма чистой энергии

Современные ветряные турбины воспринимаются с одной стороны, как символ технологического прогресса в области устойчивой энергетики, с другой — как источник новых, ранее не существовавших экологических и этических вызовов. Ветроэнергетика, позиционируемая как один из наиболее чистых и возобновляемых источников энергии, в действительности скрывает под своей «зелёной» оболочкой ряд сложностей, касающихся как технологической, так и моральной сфер. Одной из наиболее острых и слабо решённых проблем остаётся утилизация лопастей ветрогенераторов, выполненных из прочных, но трудно разлагаемых композитных материалов. Примером служит полигон вблизи города Каспер (США), где захоронено около 900 лопастей, ожидающих гипотетического будущего, в котором появятся технологии переработки стекловолокна. Хотя сами по себе эти материалы не являются токсичными, масштаб их накопления, дефицит площадей и нарушение природного ландшафта превращают полигоны в

своеобразные «кладбища прогресса» — территории, где высокие устремления цивилизации вступают в конфликт с физическими и экологическими пределами.

Философский вопрос, возникающий в данном контексте, заключается в том, насколько допустимо создавать технологии, призванные спасать природу, если они сами по себе несут разрушительный след? В условиях, когда только в трёх лопастях маломощной турбины содержится до 20 тонн полимеров, а к 2050 году предполагаемый объём отходов может достичь 40 млн тонн, человечество сталкивается с моральной дилеммой: продолжать расширять ветроэнергетику в её нынешнем виде или приостановиться и переосмыслить саму идею «чистоты» технологии. Хотя существуют прототипы систем переработки композитов, они пока не готовы к масштабному внедрению: их стоимость высока, доступность ограничена, а эффективность — недостаточна для решения глобальной задачи. Это требует не только технологических инвестиций, но и политической воли, научной кооперации, а также нового этического подхода, в котором краткосрочная эффективность будет уступать место долговременному и ответственному взаимодействию с окружающей средой.

Заключение. Энергетика, будучи фундаментом современной цивилизации, представляет собой не только техническую и экономическую систему, но и область, в которой этические, экологические и философские аспекты приобретают всё большее значение. Обострение климатических проблем, истощение природных ресурсов и рост общественного запроса на экологическую справедливость требуют переосмысления подходов к производству и потреблению энергии. Как традиционные, так и возобновляемые источники энергии оказывают существенное влияние на окружающую среду, и их использование неизбежно сопровождается моральными дилеммами. Возобновляемая энергетика предлагает возможность перехода к более устойчивой модели развития, однако даже в рамках «зелёных» технологий возникают серьёзные вызовы: от проблем утилизации и использования редкоземельных металлов до социальных и экологических конфликтов при строительстве объектов. Это поднимает вопрос об ответственности научного и инженерного сообщества за последствия своих решений, а также о необходимости интеграции этических норм в процессы проектирования и реализации энергетических стратегий. Будущее энергетики должно формироваться не только на базе инновационных решений, но и на осознании ответственности перед природой, обществом и будущими поколениями. Только такой целостный подход, сочетающий науку, технологии и философию, способен обеспечить устойчивое и морально обоснованное развитие энергетической сферы в XXI веке.

Список литературы:

1. Uler-Zefikj, Monika, et al. "Ethical Dilemmas of Renewable Energy." *Mechanical Engineering – Scientific Journal*, vol. 40, no. 2, 2022, pp. 93–98.
2. Wolpe, P.R. Reasons Scientists Avoid Thinking about Ethics. Cell Press, ScienceDirect, 2006.
3. High, Mette M., and Jessica M. Smith. "The Ethical Constitution of Energy Dilemmas", 11 Mar. 2019.
4. Badamasi, H. *What is the carbon footprint and why does it matter in fighting climate change?* 2023.

5. Bethem, Jacob, et al. "Energy Decisions within an Applied Ethics Framework: An Analysis of Five Recent Controversies", 2020.

UDC 347.1

Ibrahim Bekbossyn
Master's student in Media Technologies
School of Creative Industries
Astana IT University
(Kazakhstan, Astana)

VIRTUAL REALITY GAMING: IMMERSIVE EXPERIENCES AND AUDIENCE ENGAGEMENT

Abstract: Virtual reality (VR) gaming represents a transformative medium in the entertainment industry by fully immersing players in three-dimensional virtual worlds. This article examines recent technological advancements in VR hardware and software—including haptic feedback, eye-tracking, full-body tracking, and AI integration—and discusses their impacts on user experience (UX). Focusing on the gaming industry, the paper reviews case studies such as Half-Life: Alyx, Beat Saber, and VRChat to illustrate how immersive design elements enhance player engagement. The discussion also addresses current challenges (e.g., motion sickness, accessibility, hardware costs, and content limitations) and concludes with a forward-looking outlook on VR's evolving role in gaming. Implications for future research and design are discussed.
Keywords: Virtual Reality, UX, Gaming

Introduction. Virtual reality (VR) gaming is defined as an interactive form of entertainment that uses head-mounted displays and motion-tracking controllers to transport players into a computer-generated, three-dimensional environment [11]. Unlike traditional video games played on a flat screen, VR gaming envelops the user with stereoscopic visuals, spatial audio, and intuitive control schemes that evoke a deep sense of presence—the psychological state of "being there" in the virtual space [4]. By engaging multiple senses simultaneously, VR games create an immersive experience that encourages players to temporarily suspend disbelief and interact as if the virtual world were real [11].

This paper examines how technological innovations in VR have elevated the user experience, with an emphasis on the gaming industry. The discussion begins with an overview of recent advancements in VR hardware and software, followed by an analysis of UX elements that contribute to deep engagement. Case studies of prominent VR titles illustrate the practical benefits and challenges of immersive design. Finally, the article addresses existing limitations and offers insights into the future trajectory of VR gaming.

Recent Advancements in VR Technology

Recent years have witnessed significant improvements in VR technology that directly enhance user immersion and engagement.

Haptic Feedback and Tactile Immersion

Early VR systems primarily focused on visual and auditory inputs; however, modern VR platforms incorporate haptic feedback devices to simulate tactile sensations [7]. For example, novel systems like the "JetUnit" use controlled water pressure to provide force feedback, allowing users to feel subtle cues such as texture or impact [7]. Commercially available

products, such as haptic vests and gloves, now enable detailed sensations that further immerse the player in the game world [7].

Eye-Tracking and Foveated Rendering

Eye-tracking technology has become increasingly common in high-end VR headsets. By monitoring where the user is looking, systems can employ foveated rendering, which renders high-resolution images only in the center of vision while reducing detail in the periphery [12]. This not only improves performance but also contributes to a more natural and immersive experience, as interface elements can adjust based on the user's gaze [12].

Full-Body Tracking and Movement

Beyond tracking head and hand movements, full-body tracking systems capture additional body movements via external sensors or trackers, which allows an in-game avatar to mirror real-world actions [6]. This expanded tracking capability facilitates more natural interactions, such as crouching or dodging, thereby enhancing the player's sense of embodiment within the virtual environment [6].

AI Integration in VR Games

Artificial intelligence (AI) is increasingly being used to create responsive non-player characters (NPCs) and dynamic environments. AI-powered NPCs can engage in unscripted interactions, offering a level of realism that deepens immersion [10]. Additionally, AI can be used for procedural content generation, ensuring that virtual worlds are dynamic and personalized for each player [10].

Higher Refresh Rates and Advanced Displays

The evolution of VR hardware also includes significant improvements in display technology. Modern headsets boast high refresh rates (120 Hz and above), which contribute to smoother visuals and reduced motion sickness [11]. Enhanced resolution and improved field-of-view (FOV) further reduce visual artifacts such as the "screen-door effect," ensuring that the user remains fully engaged without distraction [11].

User Experience in VR Gaming

The immersive qualities of VR extend well beyond technology; they are integral to the overall user experience (UX).

Sensory Immersion and Presence

The comprehensive sensory input provided by VR systems leads to an intense sense of presence, making virtual environments feel real [4]. This sensation is enhanced when multiple senses (sight, sound, touch) are simultaneously engaged, causing players to react emotionally and physically to virtual stimuli [4].

Interaction and Engagement

VR gaming leverages natural body movements to drive interaction, which enhances the player's sense of agency. For instance, actions such as manually reloading a weapon or physically reaching out to interact with virtual objects create a feedback loop that reinforces the illusion of reality [13]. Games that combine these intuitive controls with immediate visual and haptic feedback foster an immersive environment that can induce a state of "flow" in players.

Psychological Factors and Emotional Engagement

Psychological factors such as embodiment and the Proteus effect—where the characteristics of one's avatar influence behavior—further deepen engagement [13]. Players not only experience virtual events with heightened emotional intensity, but also form personal

connections with their avatars and the virtual world. This emotional investment can lead to memorable and impactful gaming experiences [13].

Social Presence

Social interaction in VR is enhanced by realistic avatars and natural body language. Platforms such as VRChat illustrate how shared virtual spaces can foster a sense of community and presence that rivals real-life interactions [9]. Such social environments encourage prolonged engagement and collaborative experiences among players.

Case Studies: VR's Immersive Games and Platforms

Real-world examples illustrate how VR's technical advancements translate into superior user engagement.

Half-Life: Alyx

Released in 2020, *Half-Life: Alyx* is widely regarded as a milestone in VR gaming. Valve's innovative design—including interactive elements like "Gravity Gloves"—allows players to physically manipulate objects in the game world, thereby enhancing immersion [10][13]. Detailed environmental design and intuitive controls have led critics to label the game as one of the best VR experiences available [13].

Beat Saber

Beat Saber (2018) is an example of how rhythm-based gameplay in VR can create an engaging, full-body experience. Players use motion controllers as virtual sabers to slice blocks in time with music, resulting in a compelling fusion of audiovisual stimulation and physical movement [14]. The simplicity of its design belies its ability to induce a state of flow, where players continuously strive to improve their performance [8].

VRChat

Unlike traditional games, VRChat focuses on social interaction. By enabling users to create custom avatars and environments, VRChat provides an open-ended platform where social presence and personal expression drive engagement [9][1]. The platform's emphasis on realistic gestures and voice communication has cultivated a dedicated community that values both creativity and interaction.

Challenges and Limitations

Despite its promise, VR gaming faces several challenges that can detract from the user experience.

Motion Sickness and Discomfort

One of the most significant hurdles in VR gaming is motion sickness, which arises from a mismatch between visual motion cues and the vestibular system's input [11]. Although higher refresh rates and improved tracking have reduced the incidence of cybersickness, a considerable proportion of users still experience discomfort during prolonged sessions.

Accessibility and Inclusivity

VR systems often assume that players are fully able-bodied, which can limit accessibility. Challenges such as the need for two-handed controllers and extensive physical movement exclude some potential users [3]. As the industry matures, there is a growing push to incorporate adaptive features that make VR more inclusive.

High Cost and Hardware Barriers

While prices have decreased in recent years, VR gaming still requires a significant financial investment. High-end systems that deliver the best experiences can remain cost-

prohibitive for many consumers [2]. Additionally, the need for ample play space and setup complexity further restricts adoption.

Limited Content and Development Challenges

The relatively small library of VR titles compared to traditional games is another barrier. Developing high-quality, immersive VR content requires new design paradigms and significant resources, which can slow the pace of content creation [2]. This "chicken-and-egg" problem continues to challenge developers and limits the overall market.

Future Outlook

The future of VR gaming is promising as hardware becomes more accessible and design innovations continue. Anticipated trends include:

- Enhanced Hardware and Realism: Future headsets are expected to be lighter, with ultra-high resolutions and wider FOVs that further blur the line between virtual and real [5].
- Convergence of Technologies: Integration of VR with augmented reality (AR) and AI is likely to yield hybrid experiences that adapt dynamically to each player [10].
- Expanded Content and Social Experiences: As adoption grows, major studios are expected to invest in AAA VR titles, and social platforms may evolve into fully immersive metaverse environments [9].

Collectively, these trends suggest that VR gaming will become even more lifelike, interactive, and accessible, transforming not only gaming but also social interaction and entertainment.

Conclusion. Virtual reality gaming has evolved from a niche experiment into a robust medium that offers unparalleled immersive experiences. By engaging multiple senses and enabling natural, intuitive interactions, VR has redefined what it means to "be there" in a digital world. Through advances in haptic feedback, eye-tracking, full-body tracking, and AI integration, VR is pushing the boundaries of player engagement. The successes of titles like *Half-Life: Alyx*, *Beat Saber*, and VRChat demonstrate that immersive design can translate into highly engaging gameplay. However, challenges such as motion sickness, accessibility, cost, and limited content remain. Looking ahead, continued innovation and a growing commitment to inclusivity and quality content will be critical in realizing VR's full potential as the next frontier in gaming.

References:

1. BusinessWire. VRChat seed round press release. – URL: https://www.businesswire.com/news/home/20161004005073/en/Social-VR-Platform-VRChat-Raises-1.2-Million-Seed-Round

2. Digital Trends. Pricing and lack of content are barriers against VR adoption. – URL: https://www.digitaltrends.com/computing/vr-pros-see-pricing-and-content-as-mainstream-barriers/

3. First Person Scholar. VR: An altered reality for disabled players. – URL: https://www.firstpersonscholar.com/vr-altered-reality/

4. Interaction Design Foundation. Presence in virtual reality: Definition and importance. – URL: https://www.interaction-design.org/literature/topics/presence?srsltid=AfmBOoqU9VZ_M445Om4jaIJt0sM-CGPCuRsArOCMgjXyq_GDft_Lka54

5. Irusu. Future of virtual reality: Predictions for 2030. – URL: https://www.irusu.co.in/future-virtual-reality-predictions-2030/?srsltid=AfmBOorI5XHPtinY9N_aEajkiolNzSTEppilRr2M4gc82_hwNOtatOz7

6. Komete XR. VR full body tracking guide: Advantages and disadvantages. – URL: https://komete-xr.com/en/blogs/infos/vr-full-body-tracking-guide?srsltid=AfmBOoru_KCdubB5Oc0tSv_mXLLhOO-aPR_z7xt2TQvLTKNLySa3ZUmL

7. Maryland Today. Haptic hardware offers waterfall of immersive experience. – URL: https://today.umd.edu/haptic-hardware-offers-waterfall-of-immersive-experience

8. PMC. Exergaming with Beat Saber: VR fitness engagement. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7647813/

9. Road to VR. VRChat raises $80M for social VR growth. – URL: https://www.roadtovr.com/vrchat-80m-series-d-funding/

10. Road to VR. Unpacking the VR design details of Half-Life: Alyx. – URL: https://www.roadtovr.com/these-details-make-half-life-alyx-unlike-any-other-vr-game-inside-xr-design/

11. TechTarget. What is virtual reality gaming? – URL: https://www.techtarget.com/whatis/definition/virtual-reality-gaming-VR-gaming#:~:text=VR%20gaming%20systems%20generate%20realistic,with%20virtual%20features%20and%20items.

12. Tobii. Eye tracking in VR – A vital component. – URL: https://www.tobii.com/blog/eye-tracking-in-vr-a-vital-component

13. Universal-Sci. Half-Life: Alyx is an absolute masterpiece: A review. – URL: https://www.universal-sci.com/sci-gaming/half-life-alyx-is-still-a-masterpiece

14. VR South Africa. The rhythmic revolution: Beat Saber’s impact on gaming and fitness. – URL: https://virtual-reality.org.za/the-rhythmic-revolution-beat-sabers-impact-on-gaming-and-fitness/

This version uses the new in-text citation style by referencing each source with its corresponding number in square brackets.

УДК 004.438:004.415.5

Алтынбеков Бекзат Алтынбекович
магистрант 2 курса
факультет Media Technologies
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

МНОГОМОДУЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА В ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JETPACK COMPOSE: РУКОВОДСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАСШТАБИРУЕМЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Аннотация: В современной разработке мобильных приложений все большее значение приобретает создание не только функционального, но и гибкого, легко поддерживаемого кода. Одним из эффективных подходов к достижению этой цели является выделение пользовательского интерфейса (UI) в отдельный модуль. Такой подход позволяет значительно повысить переиспользуемость UI-компонентов , упростить поддержку кодовой базы и ускорить процесс разработки новых приложений за счет повторного использования готовых решений. В данной статье мы рассмотрим ключевые преимущества использования отдельного UI-модуля в Android-проектах, особенно в связке с современным UI-инструментарием Jetpack Compose. Мы также затронем вопросы структуры такого модуля и предоставим практические рекомендации по его внедрению с использованием системы сборки Gradle. Этот подход будет особенно ценен для команд, работающих над несколькими проектами с общим дизайн-стилем, так как он помогает избежать дублирования кода и обеспечить единообразие пользовательских интерфейсов.

Ключевые слова: UI модуль, мобильная разработка, переиспользуемость компонентов, Gradle, Jetpack Compose, единообразие интерфейса, поддержка кода.

1. Введение

1.1 Чистый и расширяемый код – залог успеха в современной мобильной разработке

Современные мобильные приложения становятся всё сложнее и навороченнее. Разработчикам приходится возиться с постоянно растущим объемом кода, а это может привести к головной боли с поддержкой, масштабированием и скоростью разработки. В таких условиях просто написать работающий код уже недостаточно – важно, чтобы он был гибким, легко расширялся и оставался понятным. Представьте себе, как сложно поддерживать порядок в огромном проекте, добавлять новые фишки, не сломав при этом старые, и при этом чтобы несколько разработчиков могли спокойно работать вместе. Задачи не из легких, правда? Один из подходов, который помогает справиться с этими трудностями, – это многомодульная разработка. Этот способ организации кода предлагает кучу преимуществ, особенно когда его используешь вместе с крутым и современным инструментом для создания интерфейсов – Jetpack Compose. Он сам по

себе построен как набор независимых блоков, которые можно многократно использовать.

1.2. Многомодульная разработка

Представьте себе ваше приложение как большой дом. Вместо того чтобы хранить все вещи в одной большой комнате, вы разделяете дом на несколько комнат (модулей), каждая из которых имеет свое назначение: гостиная для пользовательского интерфейса, кухня для обработки данных, спальня для хранения настроек и так далее. Каждая комната относительно независима и содержит определенные предметы (код, ресурсы). Хотя все комнаты находятся в одном доме, изменения в одной из них не обязательно затрагивают другие.

В Android разработке многомодульная разработка – это когда вы берете и делите весь свой код на независимые, самодостаточные кусочки, которые мы и называем модулями. Каждый модуль – это как отдельный мини-проект со своей логикой, картинками, звуками и всем необходимым. Главная идея тут в том, чтобы эти модули были как можно меньше связаны друг с другом. Тогда, если вы что-то меняете в одном модуле, это не затронет работу других.

Многомодульность – штука полезная во многих случаях. Например, если вы делаете какую-то библиотеку, а к ней еще и пример приложения, как это все работает. Или когда у вас есть несколько библиотек, и у них есть какая-то общая часть, ну такое "ядро". Еще это классно, когда вы делаете приложение сразу для нескольких видов устройств, например, для смартфонов, планшетов, умных часов или телевизоров на Android. Тогда вы можете сделать отдельные модули для каждого типа устройств и не тащить в телефон код, который нужен только для телевизора.

Еще один популярный способ – это разделить приложение на слои, например, слой для работы с данными, слой с основной логикой и слой, который показывает все это пользователю. И каждый такой слой можно сделать отдельным модулем. Это помогает навести порядок в коде и сделать его более понятным.

Когда вы разбиваете большое приложение на маленькие, независимые части, это помогает сделать разработку и поддержку проще. Каждая команда может спокойно работать над своей частью приложения, не боясь сломать что-то в другом месте и не мешая другим разработчикам.

1.3. Преимущества для разработчиков

Использование многомодульной архитектуры предоставляет разработчикам ряд значительных преимуществ. Одним из ключевых является ускорение времени сборки приложения. В больших проектах с обширной кодовой базой и множеством зависимостей время сборки может существенно увеличиваться. Многомодульность позволяет разбить приложение на более мелкие, независимые части. При внесении изменений только в один модуль пересобирается лишь этот модуль и те, которые от него зависят, а не весь проект целиком. Это особенно заметно при инкрементальной сборке во время разработки. Gradle также предоставляет такие возможности, как инкрементная сборка, кэш сборки и параллельная сборка, которые могут эффективно использовать модульность для повышения производительности сборки.

Еще одним важным преимуществом является улучшение организации кода и его поддерживаемости. Четкое разделение ответственности между модулями делает кодовую

базу более понятной, облегчает навигацию и упрощает внесение изменений. Каждый модуль отвечает за определенную часть функциональности, что позволяет быстрее находить и модифицировать нужный код. Такой подход способствует созданию более структурированной и чистой архитектуры, предотвращая появление "спагетти-кода".

Многомодульность еще и масштабироваться помогает. Добавить новую фичу или расширить старую становится намного проще, потому что ты делаешь это в отдельном модуле, не трогая остальное приложение.

Разделение на модули облегчает параллельную разработку. Несколько команд разработчиков могут одновременно работать над разными модулями, не мешая друг другу и не вызывая конфликтов при слиянии кода. Это улучшает взаимодействие в команде и ускоряет процесс разработки.

Модульная структура также способствует повторному использованию кода. Отдельные модули, содержащие определенную функциональность, могут быть легко переиспользованы в разных частях приложения или даже в других проектах. Это позволяет избежать дублирования кода и экономит время и ресурсы на разработку схожей функциональности с нуля.

Про тестирование тоже не стоит забывать. Каждый модуль можно протестировать отдельно, и это намного проще, точнее и быстрее.

Многомодульность дает лучший контроль над тем, что видно, а что нет (инкапсуляция). Вы легко можете определить, какие части кода доступны для других модулей. Внутренности модуля остаются скрытыми, что делает код надежнее и уменьшает риск случайных ошибок.

Наконец, разделение на модули может способствовать четкому определению владельцев и ответственности за каждую часть кодовой базы. Каждый модуль может иметь выделенного владельца или команду, ответственную за его поддержку и развитие.

Для наглядности основные преимущества многомодульной разработки представлены в таблице ниже:

Преимущество	Описание
Ускорение времени сборки	Пересборке подлежат только измененные модули и их зависимости, а не весь проект целиком.
Улучшение организации кода	Четкое разделение ответственности делает код более понятным и легким в поддержке.
Повышение масштабируемости	Добавление новых функций и расширение существующих упрощается благодаря модульной структуре.
Облегчение параллельной разработки	Несколько команд могут работать над разными модулями одновременно.
Повторное использование кода	Модули могут быть использованы в различных частях приложения или в других проектах.
Улучшение тестируемости	Каждый модуль можно тестировать изолированно, что повышает эффективность и надежность тестирования.
Контроль видимости и инкапсуляция	Модули позволяют контролировать доступность кода и скрывать внутренние детали реализации.
Гибкая доставка функциональности	Использование Play Feature Delivery позволяет доставлять определенные функции по запросу.
Четкое распределение ответственности	За каждый модуль может быть назначен ответственный разработчик или команда.

Одним из наиболее заметных преимуществ многомодульной архитектуры является значительное сокращение времени сборки, особенно в крупных проектах. В монолитном приложении любое изменение кода приводит к перекомпиляции всего проекта, что может занимать продолжительное время. В многомодульном приложении, напротив, пересобираются только те модули, которые были изменены, а также модули, которые от них зависят. Это позволяет существенно ускорить процесс сборки, особенно при внесении небольших изменений во время разработки.

Gradle, как система сборки, эффективно использует модульность для оптимизации времени сборки за счет таких механизмов, как инкрементная сборка, кэширование и параллельная сборка. Инкрементная сборка позволяет пересобирать только измененные части проекта, кэширование повторно использует результаты предыдущих сборок, а параллельная сборка позволяет выполнять задачи сборки нескольких модулей одновременно, что еще больше сокращает общее время сборки.

Таким образом, многомодульная архитектура обеспечивает значительное преимущество в скорости сборки по сравнению с монолитной, что особенно важно для больших и сложных приложений, где время сборки может существенно влиять на производительность разработчиков.

1.4. Jetpack Compose и многомодульность

Jetpack Compose, современный инструментарий для создания нативных Android-интерфейсов, сам по себе обладает модульной структурой. Он состоит из множества небольших, сфокусированных и многократно используемых компонентов, что отлично согласуется с принципами многомодульной разработки.

Когда делаешь многомодульное приложение на Compose, часто создают отдельный модуль под названием common_ui. Туда складывают все общие элементы интерфейса, которые можно использовать много раз, всякие темы оформления и штуки для дизайна. Это помогает сделать так, чтобы все экраны приложения выглядели единообразно, даже если они находятся в разных модулях. А каждый отдельный модуль, который отвечает за какую-то функцию, может иметь свой собственный интерфейс, написанный на Compose, и свою логику.

Чтобы переключаться между экранами и модулями в Compose-приложении, обычно используют специальную библиотеку – Compose Navigation. Есть разные способы организовать эту навигацию в многомодульном приложении. Можно, например, создать отдельный модуль, который будет отвечать только за навигацию, или использовать специальные "мостики" (интерфейсы) для связи между модулями.

Для управления зависимостями в многомодульных Compose-приложениях часто используются фреймворки внедрения зависимостей, такие как Hilt. Hilt позволяет эффективно управлять зависимостями в условиях разделения приложения на множество модулей.

Управление темами также является важным аспектом. В многомодульных Compose-приложениях рекомендуется выносить определение тем в отдельный модуль, чтобы избежать циклических зависимостей.

При работе с UI-превью в многомодульных Compose-проектах следует учитывать, что для корректного отображения превью в модулях, отличных от основного модуля

приложения, может потребоваться дополнительная настройка, например, добавление файла манифеста в тестовый набор исходных файлов модуля.

Использование Jetpack Compose в модульном приложении дает ряд дополнительных преимуществ :

- **Декларативный подход:** UI описывается декларативно с использованием Kotlin, что упрощает разработку.
- **Повторное использование компонентов:** Composable-компоненты легко переиспользуются в разных частях приложения и между модулями.
- **Улучшенное управление состоянием:** Compose упрощает управление состоянием UI, что снижает вероятность ошибок.
- **Упрощение тестирования UI:** Тестирование composable-компонентов становится проще и эффективнее.

Таким образом, Jetpack Compose и многомодульная архитектура отлично дополняют друг друга, позволяя создавать более гибкие, масштабируемые и удобные в поддержке Android-приложения.

2. Где многомодульность раскрывает свой потенциал? Примеры использования с Jetpack Compose

Многомодульная разработка с использованием Jetpack Compose особенно полезна в следующих ситуациях и типах приложений :

- **Большие и сложные приложения:** Приложения с большим количеством функций и сложной логикой выигрывают от модульности благодаря улучшенной организации и масштабируемости.
- **Приложения, над которыми работает несколько команд:** Разделение на модули позволяет командам работать независимо над различными частями приложения.
- **Приложения, ориентированные на несколько платформ или типов устройств:** Функциональные модули могут включаться или исключаться в зависимости от целевой платформы.
- **Приложения с повторно используемыми компонентами или функциями:** Общие функции, такие как аутентификация, профили пользователей или обработка платежей, могут быть реализованы в виде отдельных модулей.

Примеры конкретных типов приложений, где многомодульная разработка с Jetpack Compose может быть особенно эффективной:

- **E-commerce приложения:** Модули для каталога товаров, корзины покупок, оформления заказа, личных кабинетов пользователей и т.д..
- **Социальные сети:** Модули для ленты новостей, профилей пользователей, обмена сообщениями, уведомлений и т.п..
- **Приложения для потокового воспроизведения медиаконтента:** Модули для просмотра контента, воспроизведения, пользовательских библиотек и т.д..
- **Банковские и финансовые приложения:** Модули для управления счетами, транзакций, платежей и т.п..

Реальным примером полностью модульного приложения, использующего Jetpack Compose и демонстрирующего лучшие практики, является **Now in Android**. Этот проект от Google служит отличным руководством для разработчиков, желающих освоить многомодульную архитектуру с Compose.

Также существует ряд open-source проектов, таких как **Multi-Module-Jetpack-Compose-Example**, **Multi-Module-Nextflix-Composable**, **Compose-FeatureBase-Multi-Module-Clean-Hexagonal-Architecture-Android-Kotlin** и **JetRorty**, которые демонстрируют различные подходы к реализации многомодульной архитектуры с использованием Jetpack Compose.

2.1. Подводные камни и особенности многомодульной разработки

Внедрение многомодульной разработки в Android-приложение может сопровождаться определенными трудностями и особенностями, на которые стоит обратить внимание :

- **Первоначальное увеличение сложности проекта:** Настройка и управление многомодульным проектом может быть сложнее, чем монолитного, особенно на начальном этапе.
- **Риск чрезмерной модульности:** Создание слишком большого количества мелких модулей может привести к увеличению сложности сборки, появлению boilerplate-кода и усложнению кодовой базы.
- **Сложности управления зависимостями:** Обеспечение корректных зависимостей между модулями и предотвращение циклических зависимостей может быть непростой задачей.
- **Увеличение времени конфигурации:** Начальная конфигурация многомодульного проекта может занять больше времени.
- **Необходимость обучения:** Разработчикам, не имеющим опыта работы с многомодульной архитектурой, может потребоваться время на освоение этого подхода.
- **Сложность контроля границ модулей:** Необходимо следить за тем, чтобы модули выполняли только свои определенные функции и не имели нежелательных зависимостей от других модулей. Для этого может потребоваться использование специальных инструментов.
- **Усложнение навигации:** Управление навигацией между множеством модулей требует тщательного планирования и реализации.
- **Интеграционное тестирование:** Хотя модульное тестирование отдельных модулей упрощается, интеграционное тестирование взаимодействия между модулями требует отдельной настройки.
- **Выбор оптимальной гранулярности модулей:** Определение правильного уровня детализации модулей имеет решающее значение; слишком мелкие или слишком крупные модули могут нивелировать преимущества многомодульности.

2.2. Как правильно организовать многомодульный проект на Compose: лучшие практики

Организация многомодульного Android-проекта, особенно при использовании Jetpack Compose, требует продуманного подхода. Существует несколько лучших практик, которые помогут вам создать эффективную и поддерживаемую структуру :

- **Модулизация по фичам или функциональности:** Группируйте связанный код и ресурсы в отдельные модули, соответствующие определенным функциям приложения (например, :feature:auth, :feature:profile).
- **Модулизация по слоям:** Разделите приложение на модули, соответствующие различным архитектурным слоям, таким как слой представления

(:presentation), доменный слой (:domain) и слой данных (:data).

- **Создание общих или основных модулей:** Выделите в отдельные модули код, который используется несколькими другими модулями, например, утилиты, базовые классы или общие UI-компоненты (:core, :common, :common-ui).
- **Разделение на API и implementation модули:** Определите четкие контракты (API) в отдельных модулях, а их реализацию разместите в других модулях. Это улучшает разделение ответственности и упрощает замену реализации без влияния на другие модули.
- **Выделение навигации в отдельный модуль:** Централизуйте логику навигации между различными фичами в специальном модуле (:navigation).
- **Использование buildSrc или каталогов версий для управления зависимостями:** Определите версии всех зависимостей в одном месте, чтобы обеспечить их согласованность во всем проекте.
- **Применение convention plugins для общей логики сборки:** Используйте Gradle convention plugins для обмена общими конфигурациями сборки между модулями.
- **Определение четких границ модулей и их соблюдение:** Используйте инструменты и практики для обеспечения независимости модулей и предотвращения нежелательных зависимостей.
- **Избегание циклических зависимостей:** Структурируйте зависимости таким образом, чтобы предотвратить их зацикливание. Часто для этого приходится создавать промежуточные модули или использовать принцип инверсии зависимостей.
- **Разработка стратегии тестирования для многомодульных приложений:** Планируйте модульные тесты внутри каждого модуля и интеграционные тесты для проверки взаимодействия между ними.
- **Изучение примеров:** Обратитесь к хорошо структурированным open-source проектам, таким как Now in Android, чтобы увидеть, как организованы многомодульные приложения на Compose в реальных условиях.

2.3. Советы от бывалых:

Разработчики, имеющие опыт работы с многомодульной разработкой и Jetpack Compose, делятся следующими советами :

- **Начинайте модулизацию на ранних этапах проекта:** Часто проще начать с многомодульной архитектуры, чем переделывать монолитное приложение позже.
- **Не переусердствуйте с количеством модулей:** Будьте осторожны, не создавайте слишком много мелких модулей, так как это может увеличить сложность без значительных преимуществ.
- **Сосредоточьтесь на четком разделении ответственности:** Убедитесь, что каждый модуль выполняет определенную функцию.
- **Используйте специализированные решения для навигации:** Применение библиотек навигации, разработанных для многомодульных приложений с Compose, может упростить взаимодействие между модулями.
- **Используйте инструменты для управления зависимостями и контроля границ:** Применяйте возможности Gradle, плагины и линтеры для эффективного управления зависимостями и соблюдения границ модулей.
- **Изучайте open-source проекты:** Анализируйте такие проекты, как Now in

Android, чтобы понять, как опытные разработчики структурируют свои многомодульные Compose-приложения.

- **Учитывайте размер и структуру команды:** Модульность особенно полезна для больших команд, работающих над разными частями приложения.
- **Документируйте структуру и зависимости модулей:** Четко документируйте назначение и зависимости каждого модуля, чтобы облегчить работу новых членов команды и поддерживать проект.
- **Будьте готовы к первоначальному этапу обучения:** Поймите, что для освоения и настройки многомодульного проекта потребуется определенное время и усилия.
- **Итерируйте и проводите рефакторинг:** Не бойтесь корректировать структуру модулей по мере развития приложения и появления новых потребностей.

3. Многомодульность против монолита: когда какой подход выбрать?

Выбор между многомодульной и монолитной архитектурой зависит от множества факторов, включая размер проекта, сложность, размер команды и планы на будущее развитие.

Монолитная архитектура :

- Весь код приложения находится в одном модуле (обычно :app).
- Начальная настройка относительно простая.
- Подходит для небольших проектов с ограниченным объемом функциональности и небольшой командой.
- Ограничения: По мере роста проекта время сборки значительно увеличивается, становится сложнее поддерживать и масштабировать код, возрастает вероятность сильной связанности компонентов, возникают трудности при параллельной разработке.

Многомодульная архитектура :

- Кодовая база разделена на несколько независимых модулей.
- Начальная настройка более сложная.
- Преимущества: Ускорение времени сборки больших проектов, лучшая организация кода, повышенная масштабируемость, облегчение параллельной разработки, улучшение повторного использования и тестируемости кода.
- Недостатки: Требует тщательного планирования и управления зависимостями между модулями, существует риск чрезмерной модульности.

Когда какой подход предпочтительнее:

- Для очень маленьких проектов или прототипов можно начать с монолитной архитектуры.
- Для проектов, которые предполагается развивать и расширять, лучше сразу рассмотреть многомодульную архитектуру.
- Многомодульность особенно полезна для команд, работающих над разными функциями одновременно.
- Если повторное использование кода является важным требованием, многомодульный подход будет более эффективным.
- Для существующих больших монолитных приложений можно рассмотреть постепенную модулизацию.

Для наглядного сравнения монолитной и многомодульной архитектур приведена таблица:

Критерий	Монолитная архитектура	Многомодульная архитектура
Начальная сложность	Низкая	Высокая
Время сборки (для больших проектов)	Высокое	Низкое (пересобираются только измененные модули)
Организация кода	Может быть затруднена с ростом проекта	Четкая, структурированная
Масштабируемость	Ограничена	Высокая, возможность независимого масштабирования модулей
Параллельная разработка	Затруднена	Облегчена, команды могут работать независимо
Повторное использование кода	Ограничено	Высокое, модули можно использовать повторно
Тестируемость	Сложнее	Упрощена, каждый модуль можно тестировать отдельно

Заключение. В современном мире разработки мобильных приложений создание чистого, расширяемого и поддерживаемого кода является не просто желательным, а необходимым условием для успеха. Многомодульная разработка в сочетании с мощным и гибким UI-фреймворком Jetpack Compose представляет собой эффективный подход к решению этой задачи. Разделение приложения на независимые модули позволяет ускорить процесс сборки, улучшить организацию кода, повысить масштабируемость и облегчить параллельную разработку. Несмотря на некоторые сложности, связанные с первоначальной настройкой и управлением зависимостями, долгосрочные преимущества многомодульной архитектуры делают ее ценным инструментом в арсенале Android-разработчика. Использование лучших практик и изучение опыта других разработчиков помогут вам успешно внедрить многомодульную разработку в свои проекты и создавать более качественные и надежные Android-приложения.

Список литературы:

1. Принципы построения многомодульного Android-приложения и ... https://habr.com/ru/companies/docdoc/articles/725676/
2. Руководство по модуляризации Android-приложений - AppTractor https://apptractor.ru/info/articles/rukovodstvo-po-modulyarizatsii-android-prilozheniy.html
3. Multi-Module Architecture in Kotlin using Jetpack Compose - DEV Community https://dev.to/dev_newton/multi-module-architecture-in-kotlin-using-jetpack-compose-1jf4
4. Guide to Android app modularization | App architecture https://developer.android.com/topic/modularization
5. Common modularization patterns | App architecture - Android Developers https://developer.android.com/topic/modularization/patterns
6. Мультимодульный проект - android - Stack Overflow на русском https://ru.stackoverflow.com/questions/753618/%D0%9C%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B

%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82

7. Dagger Component Dependencies в многомодульных Android-приложениях https://androidschool.ru/2024/09/18/dagger-component-dependencies-with-multi-module/

8. Многомодульность: что это такое? Объяснение для новичков. MVVM Retrofit Git. Чистая архитектура - YouTube https://www.youtube.com/watch?v=imYS8YWG4H8

9. Подходы к многомодульной функциональной архитектуре на Android - AppTractor https://apptractor.ru/info/articles/podhody-k-mnogomodulnoy-funktsionalnoy-arhitekture-na-android.html

10. Принципы построения многомодульных Android-приложений / Хабр - Habr https://habr.com/ru/articles/687882/

11. Принципы построения многомодульного Android-приложения и их применение в СберЗдоровье - Teletype https://teletype.in/@javalib/cVC0OsF5uio

12. Зачем нужна многомодульная архитектура. Плюсы и минусы - YouTube https://www.youtube.com/watch?v=8C4tJMxjb_4

13. Организация многомодульной, слабосвязанной архитектуры приложения при работе с Gradle | Статья в сборнике международной научной конференции - Молодой ученый https://moluch.ru/conf/tech/archive/312/14585/

14. Еще раз про многомодульность Android-приложений / Хабр - Habr https://habr.com/ru/companies/kaspersky/articles/520766/

15. Guide to Android App Modularization – Breaking down the monolith - Aglowid IT Solutions https://aglowiditsolutions.com/blog/android-app-modularization/

16. Android App Modularization: 4 Useful Tips to Start - Apiumhub https://apiumhub.com/tech-blog-barcelona/tips-to-start-modularizing-old-android-app/

17. What are the benefits of a multi-project build in Android? - Stack Overflow https://stackoverflow.com/questions/29631017/what-are-the-benefits-of-a-multi-project-build-in-android

18. Composing Navigation in multi-module apps - iteo https://iteo.com/blog/post/composing-navigation-in-multi-module-apps/

19. Package structure for multi-module approach : r/androiddev - Reddit https://www.reddit.com/r/androiddev/comments/1fuhcg6/package_structure_for_multimodule_approach/

20. Jetpack Compose Modular Clean Architecture with Rorty App https://developersancho.hashnode.dev/jetpack-compose-modular-clean-architecture-with-rorty-app

УДК 004.056.3

Утеген Дамир
Магистрант по специальности «Информационная безопасность»
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
(Астана, Казахстан)

Научный руководитель: Муханбеткалиева Айнур Канатовна
Кандидат технических наук, ассоциированный профессор
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
(Астана, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ НА КОНЕЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ БЫСТРОГО ВЫЯВЛЕНИЯ УГРОЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АТАК

Аннотация: В условиях усложнения киберугроз и повышения активности злоумышленников на конечных устройствах возрастает значимость их непрерывного мониторинга и анализа. Конечные точки — рабочие станции, серверы и мобильные устройства — часто становятся первыми объектами компрометации, через которые осуществляется дальнейшее распространение угроз в инфраструктуре организации. В статье рассматриваются современные подходы к мониторингу активности на конечных устройствах, включая применение систем класса Endpoint Detection and Response (EDR), платформ Security Information and Event Management (SIEM), поведенческого анализа и базы знаний MITRE ATT&CK. Проведён сравнительный анализ инструментов по критериям полноты телеметрии, скорости обнаружения, ресурсоемкости и возможности интеграции. На основе результатов сформулированы практические рекомендации по построению эффективной системы мониторинга конечных точек с учётом ограниченных ресурсов и требований к оперативному реагированию.

Ключевые слова: информационная безопасность, мониторинг, конечные устройства, EDR, SIEM, поведенческий анализ, MITRE ATT&CK, киберугрозы, телеметрия, реагирование на инциденты

Введение. Современные киберугрозы становятся всё более целенаправленными, сложными и скрытными, что требует от организаций применения продвинутых методов защиты информационной инфраструктуры. Особое значение в этом контексте приобретает контроль и анализ активности на конечных устройствах, которые являются первичной точкой входа злоумышленников в корпоративные сети [2]. Именно через рабочие станции, серверы и мобильные устройства осуществляется значительная часть атак, включая фишинг, эксплуатацию уязвимостей и распространение вредоносного ПО [1].

Традиционные средства защиты, основанные на сигнатурных подходах, уже не обеспечивают достаточный уровень безопасности. Возникает необходимость в использовании интеллектуальных механизмов обнаружения, которые способны не только фиксировать известные угрозы, но и выявлять аномальное поведение, указывающее на потенциальную атаку [2]. Такие задачи решаются с помощью решений

класса Endpoint Detection and Response (EDR), систем управления событиями информационной безопасности (SIEM), поведенческого анализа и методологии MITRE ATT&CK [4].

Целью настоящей статьи является анализ и сравнение современных методов мониторинга и анализа активности на конечных устройствах с акцентом на их применимость в условиях ограниченных ресурсов и требований к оперативности реагирования. В работе рассматриваются как технические, так и методологические аспекты выявления инцидентов на endpoint-уровне, а также формулируются практические рекомендации по внедрению эффективных решений в корпоративной среде.

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование направлено на анализ и сравнительную оценку методов мониторинга активности на конечных устройствах с целью выявления киберугроз и реагирования на инциденты. В рамках работы рассмотрены как коммерческие, так и свободно распространяемые решения, применяемые для сбора и анализа телеметрии с конечных точек [3].

Для сравнительного анализа были выбраны следующие инструменты и подходы:

- системы класса EDR (Endpoint Detection and Response), обеспечивающие сбор телеметрии, анализ поведения и реагирование на инциденты;
- SIEM-платформы (Security Information and Event Management), предназначенные для корреляции событий и визуализации угроз;
- методология MITRE ATT&CK, используемая для классификации техники атак и построения сценариев выявления активности злоумышленников

Исследование проводилось в изолированной тестовой среде, состоящей из:

- виртуальных машин под управлением Windows 10 и Ubuntu Linux;
- системы логирования на базе Elastic Stack (ELK) с использованием Winlogbeat, Sysmon и Auditd;
- агента безопасности Wazuh в роли бесплатной HIDS-системы [3].

В качестве имитируемых атак рассматривались [9]:

- подбор паролей (Brute Force, MITRE T1110),
- инъекция процессов (Process Injection, MITRE T1055),
- выполнение скриптов PowerShell (Execution via Scripting, MITRE T1059).

Критериями оценки являлись:

- полнота собираемой телеметрии;
- точность и скорость обнаружения;
- количество ложных срабатываний;
- ресурсоёмкость решений;
- простота внедрения и масштабируемость.

Собранные данные были зафиксированы и использованы для построения сравнительной таблицы и обоснования выводов, представленных в следующем разделе.

Результаты исследования. В рамках исследования был проведён сравнительный анализ современных решений для мониторинга активности на конечных устройствах. Анализировались три основных подхода: коммерческая EDR-система (ESET Inspect), свободно распространяемая система обнаружения вторжений (Wazuh) и платформа централизованного сбора и корреляции событий безопасности (Elastic SIEM).

Сравнение проводилось по ключевым критериям, отражающим эффективность и применимость решений в корпоративной среде. Основные результаты сравнения представлены в таблице 1 [6].

Таблица 1. Сравнительный анализ решений по ключевым критериям мониторинга активности конечных устройств

Критерий	**ESET Inspect**	**Wazuh**	**Elastic SIEM**
Полнота телеметрии	высокая	средняя	высокая
Поддержка MITRE ATT&CK	полная	частичная	частичная
Точность выявления инцидентов	высокая	средняя	зависит от правил
Количество ложных срабатываний	низкое	среднее	среднее
Визуализация и аналитика	встроенные панели	Kibana (ограничено)	мощная (Kibana)
Интеграция с другими системами	высокая	высокая	высокая
Удобство настройки и использования	среднее	высокая	среднее
Ресурсоёмкость	высокая	низкая	средняя
Лицензирование	коммерческое	бесплатно	бесплатно

Дополнительно представлена визуализация данных из таблицы (рисунок 1), наглядно, демонстрирующая различия между решениями по важнейшим критериям эффективности.

Результаты показывают, что наибольшей полнотой телеметрии, точностью и глубиной анализа обладает решение ESET Inspect, однако его применение может быть ограничено из-за высокой ресурсоёмкости и необходимости лицензирования. Wazuh обеспечивает удовлетворительный баланс между доступностью и функциональностью, демонстрируя средние показатели точности и поддержки MITRE ATT&CK, при этом отличаясь простотой настройки и невысокими требованиями к ресурсам. Elastic SIEM предоставляет отличные возможности визуализации и интеграции, однако требует значительных усилий по настройке аналитических правил, что делает его подходящим выбором для организаций с квалифицированным персоналом.

Таким образом, результаты исследования позволяют рекомендовать использование комбинации решений в зависимости от потребностей и возможностей организации. Для малых и средних предприятий оптимальными могут быть Wazuh или Elastic SIEM, в то время как крупным компаниям рекомендуется использовать комплексный подход с привлечением EDR-решений и SIEM-систем для обеспечения максимально высокого уровня защиты и оперативности реагирования.

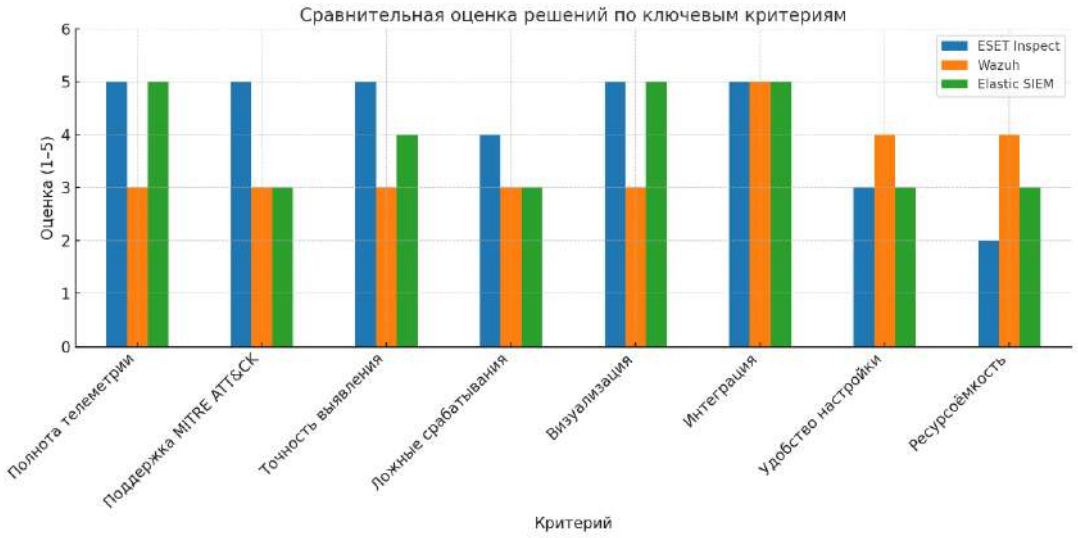


Рисунок 1. Сравнительная оценка систем мониторинга активности на конечных устройствах по основным критериям.

Обсуждение. Проведённый анализ показал, что каждая из рассмотренных систем мониторинга активности на конечных устройствах обладает своими преимуществами и ограничениями, которые необходимо учитывать при внедрении в реальной инфраструктуре.

Решения класса EDR, такие как ESET Inspect, демонстрируют высокую эффективность в обнаружении сложных атак благодаря глубокой телеметрии, встроенному поведенческому анализу и интеграции с базой знаний MITRE ATT&CK [1, 2]. Однако такие решения требуют значительных вычислительных ресурсов и наличия лицензии, что может быть затруднительно для малых и средних организаций. Кроме того, высокая чувствительность может приводить к избыточному числу уведомлений без предварительной настройки [8].

Открытые решения, например Wazuh, являются привлекательными с точки зрения доступности и гибкости [7]. Они позволяют собирать основные события с конечных устройств, легко интегрируются в существующие стеки безопасности и не требуют затрат на лицензирование. Вместе с тем, для достижения приемлемого уровня точности и полноты мониторинга требуется значительная доработка конфигурации, написание собственных правил и глубокое понимание архитектуры решения.

Использование Elastic SIEM обеспечивает широкие возможности визуализации, масштабируемости и интеграции с различными источниками данных. Однако система не имеет встроенной логики поведенческого анализа и полностью зависит от корректности и полноты настроенных правил. Это может быть как преимуществом, так и ограничением — в зависимости от квалификации специалистов по информационной безопасности в организации.

Следует отметить, что эффективность любой системы мониторинга напрямую зависит от грамотной настройки, корректного сбора событий и наличия актуальных аналитических сценариев. Внедрение даже самого мощного решения без адаптации под конкретные угрозы и среду может привести к пропущенным инцидентам или перегрузке системы ложными срабатываниями.

Таким образом, для достижения наилучших результатов рекомендуется использовать комбинированный подход: применение EDR- или HIDS-агентов на конечных устройствах в сочетании с централизованным анализом событий в SIEM-системе. Такой подход позволяет достичь баланса между глубиной телеметрии, скоростью реакции и ресурсной нагрузкой.

Заключение. В условиях увеличения масштабов и сложности киберугроз эффективное выявление инцидентов безопасности требует применения современных методов мониторинга активности на конечных устройствах. Проведённый анализ показал, что решения класса EDR, SIEM-системы и поведенческий анализ — это ключевые компоненты современной архитектуры информационной безопасности, каждый из которых выполняет свою роль в общей системе защиты [10].

Сравнительный анализ показал, что коммерческие EDR-системы обеспечивают высокий уровень телеметрии и точность обнаружения, но требуют лицензирования и ресурсов. Открытые решения, такие как Wazuh и Elastic Stack, демонстрируют достаточную гибкость и масштабируемость, однако требуют квалифицированной настройки и оптимизации аналитических сценариев.

Полученные результаты позволяют рекомендовать комплексный подход к мониторингу активности конечных устройств, основанный на сочетании агентов сбора данных, централизованного анализа событий и адаптации под актуальные угрозы с использованием фреймворка MITRE ATT&CK. Такой подход позволяет повысить уровень защищённости корпоративной среды, сократить время реагирования на инциденты и снизить вероятность успешных атак.

В дальнейшем планируется расширение исследования за счёт внедрения моделей машинного обучения и анализа поведения пользователей (UEBA), а также более глубокой интеграции с системами реагирования на инциденты (SOAR) для повышения степени автоматизации процессов обеспечения безопасности [5].

Список литературы:

1. MITRE. MITRE ATT&CK® Knowledge Base [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://attack.mitre.org/. – Дата обращения: 12.03.2025.
2. ESET. ESET Inspect – Online Help [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.eset.com/protect_cloud/en-US/eset_inspect.html. – Дата обращения: 28.02.2025.
3. Wazuh. Wazuh Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://documentation.wazuh.com/current/index.html. – Дата обращения: 04.03.2025.
4. Elastic. Elastic SIEM Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elastic.co/guide/en/siem/guide/index.html. – Дата обращения: 18.03.2025.
5. Gartner. Market Guide for SOAR Solutions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gartner.com/reviews/market/security-orchestration-automation-and-response-solutions. – Дата обращения: 07.04.2025.
6. Elastic. Elastic Security Overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elastic.co/guide/en/security/current/index.html. – Дата обращения: 10.02.2025.
7. Wazuh. Wazuh Capabilities – User Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://documentation.wazuh.com/current/user-manual/capabilities/index.html. – Дата обращения: 16.03.2025.

8. ESET. ESET Inspect Rules Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.eset.com/ei_cloud/en-US/rules_guide.html. – Дата обращения: 01.03.2025.
9. MITRE. MITRE ATT&CK for ICS: Design and Philosophy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://attack.mitre.org/docs/ATTACK_Design_and_Philosophy_March_2020.pdf. – Дата обращения: 20.03.2025.
10. Elastic. Elastic Security: Detect and Respond to Threats with SIEM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elastic.co/getting-started/security/detect-threats-in-my-data-with-siem. – Дата обращения: 05.04.2025.

УДК 004.89

Оразбаев Темирлан Темырбулатович
Магистрант информационных технологий
Костанайский Региональный Университет
(г.Костанай, Казахстан)

Байманкулов Абдикарим Тунгушбаевич
д.ф.-м.н., доцент кафедры информационных систем
Костанайский Региональный Университет
(г.Костанай, Казахстан)

Кузенбаев Батырхан Аманжолович
Доктор PhD, заведующий кафедры информационных систем
Костанайский Региональный Университет
(г.Костанай, Казахстан)

СЕМАНТИЧЕСКИЕ И ФОНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА КАК ВЫЗОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОЛОСОВЫХ АССИСТЕНТОВ

Аннотация: В статье рассматриваются ключевые проблемы семантической неоднозначности и распознавания казахской естественной речи при разработке голосовых ассистентов. Особое внимание уделено морфологическим и синтаксическим особенностям казахского языка, влияющим на работу моделей ASR и TTS. Представлена сравнительная характеристика казахского, русского и английского языков, а также предложена архитектура голосового ассистента с учётом казахской специфики.

Ключевые слова: казахский язык, распознавание речи, семантика, голосовой ассистент, морфология, ASR, TTS

Введение. Развитие голосовых интерфейсов и интеллектуальных систем стало одним из важнейших направлений в сфере информационных технологий, а именно в области искусственного интеллекта. На сегодняшний день ведущие технологий превосходно справляются с задачами распознавания и интерпретации естественной речи на английском, русском, китайском, испанском, а также других языках обладающих обширным корпусом данных. Однако языки с ограниченными ресурсами, таким как казахский, сталкиваются с рядом специфических проблем, связанных как с лингвистическими особенностями данных языка, так и с рядом технических проблем.

К лингвистическим особенностям казахского языка относятся: агглютинативность, семантическая многозначность и свободный порядок слов, данные особенности представляют собой серьёзный вызов при разработке качественного голосового ассистента. Данная статья направлена на анализ ключевых трудностей, возникающих при распознании и интерпретации естественной речи на казахском языке, а также прелогает пути их решения.

Особенности казахского языка. Казахский язык относится к тюркоязычному семейству языков и обладает рядом лингвистических характеристик, что отличает его от группы индоевропейских языков. Одной из ключевых особенностей казахского языка —

агглютинативная структура, при которой грамматические значения выражаются с помощью присоединения суффиксов и аффиксов к корню слова. Что в свою очередь приводит к большому обилию словоформ, каждая из которых может быть редкой и уникальной в корпусе данных.

Свободный порядок слов означает что, высказывания сохраняет в свою логику при изменениях порядка слов. К примеру, фраза «Мен кітап оқыдым» и «Кітап оқыдым мен» смысл у фраз один и тот же, но при этом структура синтаксиса различается, что в свою очередь создаёт трудности для анализа синтаксического анализа.

Также вызовом для разработчиков голосового ассистента являются фонетические особенности: закон сингармонизм (гармония согласных), редукция гласных в беглой речи, а также обширная диалектика

Таблица 1 - Сравнительный анализ лингвистических характеристик языков

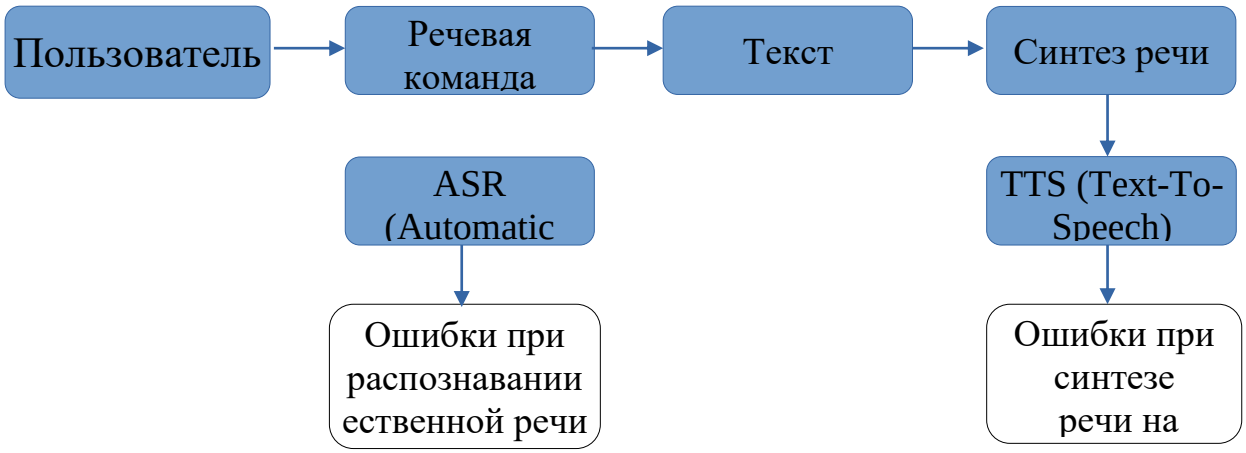
Характеристика	Казахский язык	Английский язык	Русский язык
Тип языка	Агглютинативный	Аналитический	Флективный
Структура слов	Корень + множественные суффиксы	Корень + ограниченное числе аффиксов	Приставки + Корень + флексии + суффиксы
Порядок слов	Свободный (Часто SOV, возможны вариации)	Жёсткий (SOV)	Относительно свободный (чаще SOV)
Морфология	Богатая: грамматические значения в суффиксах	Ограниченная: выражается через порядок слов и вспомогательные слова	Очень богатая: множество форм склонения и спряжения
Наличие падежей	Есть, 7 падежей	Есть, 2 падежа	Есть, 6 падежей
Словоизменение	Суффиксальное: число, лицо, залог и пр	В основном глаголы, через вспомогательные слова	Флексии: склонение, сопряжение, род, число, время
Гармония согласных	Есть(сингармонизм)	Нет	Нет
Диалектные различия	Значительные, особенно в фонетике	Незначительные	Умеренные (в основном лексика и произношение)
Флективность	Отсутствует	Слабо выражена	Ярко выражена (корни могут изменяться)

Проблемы распознавания казахской речи. Современные системы распознавания естественной речи, ориентированные на языки с богатыми ресурсами корпусов данных. Казахский пока что остаётся из числа слабо представленных языков в сервисе открытых аудиокорпусов. Ключевой проблемой является нехватка размеченных аудиоданных,

нужных для обучения моделей на базе нейросетей. Помимо этого, лингвистические особенности казахского языка: особенности произношения, наличие фонетических сокращений, а также диалектические различия создают дополнительные затруднения при разработке универсальной модели голосового ассистента.

Ещё одной серьёзной проблемой является не соответствие устной и письменной речи. В казахском языке широко распространена практика сокращений и разговорные формы, которые не находят отражения в письменной форме. К примеру «қазір барамын» может звучать как «кәз барам», и в случае, если модель обучена только стандартной письменной форме, то подобная естественная речь не будет распознана.

Схема 1 - Сбои в архитектуре типичного голосового ассистента



Семантические сложности. Семантику казахского языка можно охарактеризовать высокой степенью полисемии. Одно и тоже слово может иметь несколько значений в прямой зависимости от контекста. К примеру, слово «бас» может иметь значения: «голова», «начало», «начальник», «нажимай», «наступай». Это требует от интеллектуальной системы глубокого контекстного анализа.

Задачу также усложняет контекстная зависимость: значение слов часто становится понятным только в рамках целого предложения или даже абзаца. А также при употреблении устных команд, имеющих эмоциональный либо оценочный окрас по типу «Жаным кондифионерды қосшы» необходима семантическая интерпретация, отличительной от простой классификации команд.

Также стоит отметить скромность фразеологических и синонимических словарей в электронном виде, что затрудняет реализацию углубленного семантического анализа.

Таблица 2 - Примеры многозначных слов

Слово	Перевод 1	Перевод 2	Контекст 1	Контекст 2
Бас	Голова	Начальник/руководитель	Оның басы ауырда. (У него болела голова)	Ол бөлімнің басы. (Он – глава отдела)
Аяқ	Нога	Конец/завершение	Аяғым ауырып тұр (У меня болит нога)	Іс аяқталды (Дело завершилось)

Қол	Рука	Поддержка/помощь	Ол қол сындырды (Он сломал руку)	Ол маған қол ұшын берді (Она мне помогла)
Көз	Глаз	Источник/внимание	Оның көзі көк (У неё голубые глаза)	Ол көзге түсті (Она привлекла внимание)

Технические ограничения. На техническом уровне проблема заключается в том, что казахский язык довольно редко включается в инициативы по созданию открытых голосовых моделей. Большинство существующих голосовых ассистентов, по типу Alexa и Google Assistant, работают на казахском языке на базовом уровне, и довольно часто допускает ошибки, неверно трактуя даже простые запросы пользователей.

Помимо этого, большая часть инструментов, нацеленных для обработки естественного языка, таких как Transformers HuggingFace, не имеют предобученных моделей на казахском языке, а подобные модели обучены на корпусах данных, которые могут использоваться только для бытовых команд. Что в следствии создаёт проблемы для разработчиков, желающих внедрить поддержку казахского языка в свои проекты.

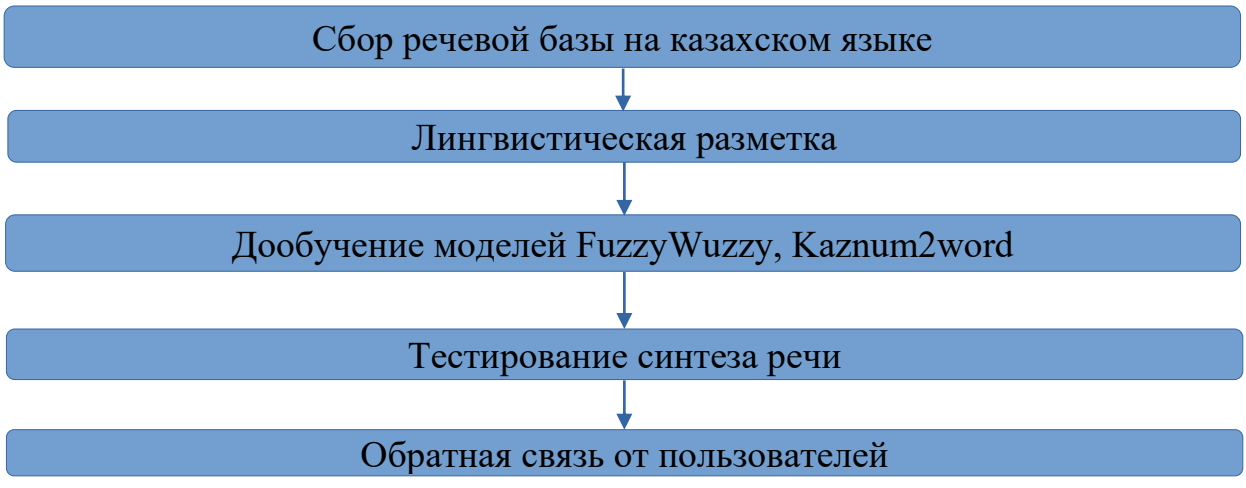
Пути решения. Преодоление вышеуказанных проблем требует комплексного подхода. Первое что требуется сделать, создать открытые аудиокорпуса речи на казахском языке с транскрипцией, охватывающий различные диалекты, возрастные группы, а также контекст использования.

Во-вторых, следует разработать специализированные марфо-синтаксические анализаторы, учитывающие особенности языка: будто бы агглютинативный строй и свободный порядок слов. В подобных системах используются rule-based подходы в комбинации с машинным обучением.

Ещё одно решение — использование технологий переноса обучения (transfer learning) с тюркоязычных языков, с турецкого на казахский, с дальнейшим дообучением на локальных данных.

Также не мало важна роль активное участие государственных и научных учреждений в создании лингвистических ресурсов и стандартизации подходов электронной обработке казахского языка.

Схема 2 - Предлагаемая структура голосового ассистента на казахском языке



Заключение. Разработка голосовых помощников, направленных конкретный язык, в данном случае казахский язык, требует, как и учёта технических, так и лингвистических аспектов. Лингвистические особенности казахского языка, такие как: агглютинативная структура, контекстная семантика, диалектические различия, а также скудность языковых ресурсов создают массив проблем, решение которых возможно только комплексным подходом.

Повышение качества речевых технологий казахского языка — не только техническая и лингвистическая задача, а также задача культурного характера, напрямую связанна с сохранением и развитием национальной идентичности в цифровую эпоху. Реализация полноценных голосовых ассистентов с использованием машинного обучения на государственном языке, не только обеспечит удобство, а также откроет новые горизонты для образования, здравоохранения, госуслуг и прочих областей необходимых для нужд граждан

Список литературы:

1. Jurafsky D, Martin J.H Speech and Language Processing: An introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition [Электронный ресурс]//Stanford NLP Group.-2023.-URL: https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/ (дата обращения: 12.04.2025).

2. Yermekbaeva A., Kasenov M.,Adilbekov A.Kazakh Language Challenges in Natural Language Processing Tasks [Электронный ресурс]//IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT).-2021.-№15 — URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9633505 (дата обращения: 12.04.2025).

3. Panasenko S., et al. Challenges of Speech Recognition for Agglutinative Languages [Электронный ресурс]// Processing of CLIB 2020. - 2021. - URL: https://aclanthology.org/2021.clib-1.23/ (дата обращения: 12.04.2025).

4. Google AI. Advances in Multilingual Speech Recognition [Электронный ресурс]// Google AI Blog. - 10.05.2022. - URL: (дата обращения: 12.04.2025)

5. Mozilla. Common Voice Kazakh Dataset []// Mozilla Common Voice. - 2023. - URL: https://commonvoice.mozilla.org/en/datasets (дата обращения: 12.04.2025).

6. Bojanowski P., Grave E., Joulin A., Mikolov T. Enriching Word Vectors with Subword Information [Электронный ресурс]// Transactions of the Association for Computational Linguistics. - 2017. - T.5. -C.135-146. -URL: https://aclanthology.org/Q17-1010/ (дата обращения: 12.04.2025).

7. KazNLP. Kazakh Natural Language Processing Tools and Resources [Электронный ресурс]// GitHub. - 2022. - URL: https://github.com/kaz-nlp (дата обращения: 12.04.2025).

ӘОЖ 004.942

Узденбаев Жанбай Шуйншалиевич
т.ғ.к., оқытушы-дәріскер
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

Бекмурзин Айбол, Жақыпбаев Мади
2курс студенттері
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

ЖЕТІСУ ӨҢІРІНІҢ ТЕКЕЛІ - ҮШТӨБЕ АЙМАҒЫНДАҒЫ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫ МЕН ҚАР ҚАЛЫҢДЫҒЫ ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа: Жетісу өңіріндегі Текелі-Үштөбе аймағы өзінің тауалды және тау бөктеріндегі климаттық ерекшеліктерімен маңызды табиғи-экономикалық аймақ болып табылады. Бұл өңірдегі ауа температурасы мен қар жамылғысының өзгеруі ауыл шаруашылығы, су ресурстары, экожүйе тепе-теңдігі және тұрғындардың күнделікті тіршілігі үшін үлкен рөл атқарады. Соңғы жылдары климаттың жаһандық өзгерістері аталған аймақта ауа райының тұрақсыздығына, температуралық режимнің ауытқуына және қар қалыңдығының маусымдық сипатына елеулі әсер етуде.

Цифрлық модельдеу мен статистикалық әдістер арқылы ауа температурасы мен қар қалыңдығының ұзақ мерзімді деректері талданды. Математикалық модельдерді пайдалана отырып, болашақтағы климаттық сценарийлердің ықтимал өзгерістері бағаланды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері 2024 жылға қарай қар қалыңдығының орташа деңгейі 10–20% төмендеуі, ал ауа температурасының маусымдық орташа мәні 1–1.8°C-қа жоғарылауы мүмкін екенін көрсетеді.

Бұл зерттеу Текелі-Үштөбе аймағының климаттық жағдайын болжауға мүмкіндік беретін цифрлық құралдарды ұсына отырып, ауыл шаруашылығы мен су ресурстарын басқару, төтенше жағдайлардың алдын алу сияқты салаларда тиімді шешім қабылдауға жол ашады. Болашақта қосымша климаттық параметрлерді қосу арқылы модельді кеңейту қажет.

Кілт сөздер: Жетісу өңірі, Текелі – Үштөбе, ауа температурасы, қар қалыңдығы, цифрлық модель, климаттық өзгеріс

Кіріспе

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Текелі мен Үштөбе аймағы орналасқан Жетісу өңірі географиялық тұрғыдан әртүрлі климаттық белдеулер тоғысында орналасқан. Бұл аймақтағы ауа температурасы мен қар жамылғысының өзгерістері табиғи және әлеуметтік экономикалық жүйелерге тікелей әсер етеді. Климаттың жаһандық өзгеруіне байланысты соңғы онжылдықтарда ауа райының тұрақсыздығы мен экстремалды құбылыстардың жиілегені байқалуда. Мұндай

өзгерістер ауыл шаруашылығына, көктемгі тасқын қаупіне, су ресурстарының толықтырылуына және биологиялық әртүрлілікке әсер етеді.

Ауа температурасы мен қар жамылғысы арасындағы өзара байланыстарды түсіну және оларды болжау – табиғи ресурстарды тиімді пайдалану мен климаттық тәуекелдерді басқару үшін маңызды. Осы мақсатта цифрлық модельдеу мен статистикалық әдістер кеңінен қолданылып отыр.

Зерттеу мақсаты - Текелі–Үштөбе аймағындағы ауа температурасы мен қар қалыңдығының өзгерісін цифрлық модельдеу арқылы зерттеу және болашақ климаттық сценарийлерді бағалау.

Зерттеу нысаны - Жетісу өңірінің Текелі мен Үштөбе аймағы және оларға іргелес жатқан тау бөктерлері. Ауа температурасы мен қар жамылғысының маусымдық және жылдық өзгерісі.

Зерттеу міндеттері

• 2011–2024 жылдар аралығындағы ауа температурасы мен қар қалыңдығы туралы метеодеректерді жинау және талдау;

• Ауа райы өзгерістерінің цифрлық моделін құру және оның параметрлерін баптау;

• Модельдің сенімділігін тексеру және өткен деректермен верификациялау;

• Алдағы жылдарға арналған климаттық өзгеріс сценарийлерін бағалау;

Жұмыстың жаңашылдығы

Бұл зерттеу заманауи цифрлық модельдеу технологиялары мен үлкен деректер талдау әдістерін біріктіру арқылы өңірлік климаттық процестерді кешенді бағалауға бағытталған. Жаңа тәсіл ауа райы компоненттерінің өзара байланысын ашуға және климаттық болжамдарды жасауға мүмкіндік береді. Алынған мәліметтер су ресурстарын жоспарлау, ауыл шаруашылығы және төтенше жағдайларға дайындық сияқты маңызды салаларда қолданылуы мүмкін.

1.Жетісу өңірінің Текелі - Үштөбе аймағындағы ауа температурасы мен қар қалыңдығын зерттеу әдістері

Зерттеу барысында Жетісу өңірдегі ауа температурасы мен қар жамылғысының қалыңдығын анықтау үшін климаттық мәліметтер, геоақпараттық жүйелер және жергілікті метеостанциялардан алынған деректер қолданылды. 2011-2024 жылдар аралығындағы кезеңдік мәліметтер 1 және 2-кестелерде беріліп, жүйеленіп, сарапталды. Жиналған мәліметтер негізінде ауа температурасы мен қар қабатының жыл сайынғы өзгерістері есептеліп, 3-кестеде көрсетілді.

Кесте 1. Қар қалыңдығы, *см*, 2011-2024 жылдар

Жылдар	Қар қалыңдығы, см	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Орташа мән
2011	14,50	22	25	19	7	3	8	16	16	14,50
2012	19,38	27	45	32	0	0	6	13	32	19,38
2013	13,13	34	28	11	5	0	2	15	10	13,13
2014	18,88	29	53	34	6	0	5	9	15	18,88
2015	10,88	29	15	7	14	0	2	7	13	10,88
2016	12,75	22	25	7	0	0	10	22	16	12,75

Жылдар	Қар қалыңдығы, см	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Орташа мән
2017	13,25	30	33	11	10	2	0	6	14	13,25
2018	11,38	19	22	8	4	0	11	15	12	11,38
2019	9,00	16	26	10	0	0	0	10	10	9,00
2020	5,75	20	14	7	5	0	0	0	0	7,67
2021	8,75	22	15	8	9	0	7	6	3	8,75
2022	7,88	4	10	11	0	0	5	11	22	7,88
2023	6,63	21	14	6	0	0	0	0	12	6,63
2024	6,00	11	11	8	0	0	0	5	13	6,00

Кесте 2. Ауа температурасы, (°C), 2011-2024 жылдар

Жылдар	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Орташа мән
2011	-9,7	-3,8	0,2	12,8	15,6	20	27	21	16,7	9,2	0,9	-7,3	8,55
2012	-9,5	-7,8	1,5	13,8	16,2	19,8	22,2	21,8	16,7	9,4	-6,0	-7,4	7,56
2013	-2,6	-4,9	8,2	11,2	14,6	18,4	20,9	21	17,3	11,7	2,3	-2,7	9,62
2014	-4,4	-9,9	-2,7	8,6	15,8	20,2	22	21,5	15,4	7,9	0,1	-2,7	7,65
2015	-3,8	-0,5	2,1	11,9	16,9	21	24,6	21,6	12,5	10,1	2,0	0,1	9,88
2016	-1,9	0,5	8,2	11	14,3	20,7	21,2	20	18,5	4,9	-9,0	0,3	9,06
2017	-4,5	-2,7	1,1	9,6	17,2	20,3	23,8	19,6	16,0	9,1	3,5	-9,3	8,64
2018	-10,7	-3,1	7	10,9	14,2	20,1	21,3	21,5	14,6	8,8	-1,7	-4,4	8,21
2019	-3,3	-3,0	6,6	11,7	14,4	19,1	24	22,6	16,2	10,1	-0,8	-0,4	9,77
2020	-3,6	0,9	4,6	13,2	17,3	21,0	22,8	19,3	17,4	10,4	2,1	-2,7	10,23
2021	-5,3	1,2	3	10,7	17,6	19,3	23,8	21,7	17,4	6,2	0,7	1,1	9,78
2022	-0,9	-2,3	3,6	15,1	17,8	21,6	23,0	19,8	18,6	9,6	1,2	-6,1	10,08
2023	-7,3	-0,6	7,0	10,4	14,5	22,1	25,0	21,6	14,9	11,8	7,3	-1,4	10,44
2024	-1	-4,5	3,9	11,4	16,6	21,5	22,4	22,7	13,5	10,2	4,5	-4,2	9,75

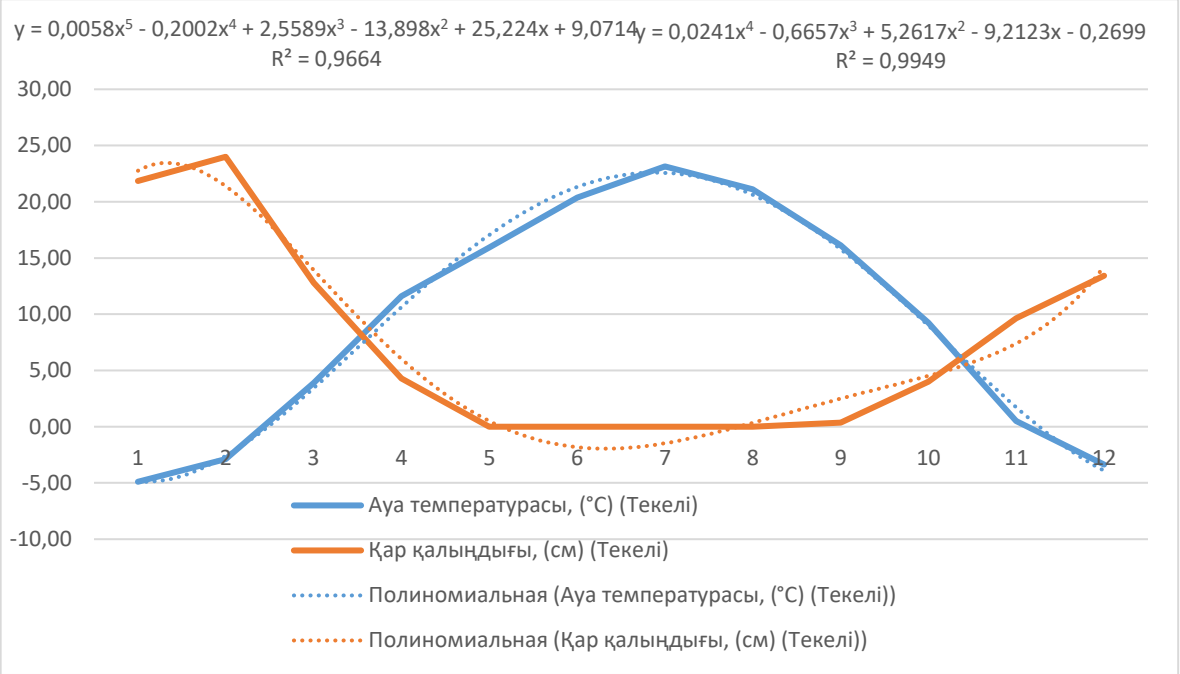
2. Цифрлық модельдеу және болжамдар

Зерттеу барысында цифрлық үлгілер пайдаланыла отырып, Текелі мен Үштөбе өңірлеріндегі ауа температурасы мен қар жамылғысының алдағы уақыттағы өзгерістерін болжауға жағдай жасалды. 3-кестеде келтірілген мәліметтерге сүйене отырып жасалған болжамдар болашақтағы ауа райы көрсеткіштерінің динамикасын, сондай-ақ бұл өзгерістердің экологиялық жағдай мен шаруашылық қызметке ықпалын анықтайды. Аталған мәліметтердің графигі 4-суретте бейнеленген. Графиктегі үздік сызықтар – математикалық модельдер.

Кесте 3. Ауа температурасы және Жердің қату тереңдігі корреляциясы

2011-2024	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь

Ауа температурасы, °С	-4,89	-2,89	3,88	11,59	15,93	20,36	23,14	21,12	16,12	9,24	0,51	-3,36
Қар қалыңдығы, см	21,86	24,00	12,79	4,29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,36	4,00	9,64	13,43
Корреляция коэфф.	-0,915											



Сурет 1. - Ауа температурасы және жердің қату тереңдігі, 2011/24 ж.ж

Температура мен қар жамылғысының маусымдық динамикасын дәлірек сипаттау үшін төртінші дәрежелі полиномдық апроксимация қолданылды.

Апроксимацияланған теңдеулер келесідей:

Ауа температурасы:

$$y=0{,}0058x^5-0{,}2002x^4+2{,}5589x^3-13{,}898x^2+25{,}224x+9{,}0714, \quad (1)$$

детерминация коэффициенті $R^2=0{,}9664$.

Қар қалыңдығы:

$$y=0{,}0241x^4-0{,}6657x^3+5{,}2617x^2-9{,}2123x-0{,}2699, \quad (2)$$

детерминация коэффициенті $R^2=0{,}9949$.

Әрбір келтірілген теңдеу — зерттелген климаттық көрсеткіштердің күрделі маусымдық өзгерістерін сипаттауға арналған төртінші дәрежелі полиномдық регрессиялық модель.

Бірінші теңдеу ауа температурасының жыл ішіндегі өзгерісін бейнелейді. x^5 дәрежесіндегі оң коэффициент температураның жазда жоғарылап, қыста төмендейтінін көрсетеді.

Екінші теңдеу қар жамылғысының қалыңдығының динамикасын сипаттайды. Қар қалыңдығы үшін алынған жоғары детерминация коэффициенті ($R^2=0{,}9949$) модельдің нақты деректерге іс жүзінде толық сәйкес келетінін білдіреді.

Осылайша, төртінші дәрежелі полиномдық модельдерді қолдану арқылы Текелі қаласындағы температуралық режим мен қар жамылғысының маусымдық ауытқуларының негізгі заңдылықтары дәл сипатталды.

Графиктен байқалатын маусымдық үрдістер

Жүргізілген талдау нәтижесінде ауа температурасы мен қар жамылғысының маусымдық өзгерістері арасында анық заңдылықтар байқалды.

Ауа температурасының өзгерісі:

Қаңтар мен ақпан айларында ең төменгі мәндерге жетеді (шамамен «минус» 5°C).

Көктем мезгілінен бастап температура біртіндеп жоғарылап, шілде айында шамамен 24–25°C максималды деңгейге жетеді.

Тамыздан кейін ауа температурасы қайтадан төмендей бастайды және қараша–желтоқсанда нөлден төмен түседі.

Қар жамылғысының өзгерісі:

Қаңтар–ақпан айларында қар жамылғысының қалыңдығы ең жоғары мәнге жетеді (20–25 *см*).

Наурыз айынан бастап қар қалыңдығы айтарлықтай төмендеп, сәуірде нөлге жақындайды.

Мамыр мен қыркүйек аралығында қар толықтай ериді.

Қазан–желтоқсан айларында қар қайтадан жауып, қар қабаты қайта қалыптаса бастайды.

Ауа температурасы мен қар жамылғысы арасындағы байланыс: Температура мен қар жамылғысының арасында анық кері корреляция байқалады: ауа температурасының төмендеуі қар қалыңдығының артуына ықпал етеді, ал температураның көтерілуі қар жамылғысының еруіне әкеледі.

Полиномиальды модельдердің дәлдігі: Жоғары сәйкестік дәрежесі (R^2>0,96) апроксимацияның сапасының жоғары екенін дәлелдейді және нақты өлшеу нәтижелерінің полиномдық модельмен толық сипатталатынын көрсетеді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері Текелі қаласының климаттық жағдайында ауа температурасы мен қар жамылғысының маусымдық ауытқулары арасында айқын өзара байланыс бар екенін көрсетті. Ауа температурасы қыста ең төменгі мәндерге жетіп, жазда максималды деңгейге дейін көтеріледі. Қар жамылғысы қыста қалыңдап, көктемде толықтай еріп кетеді. Температураның төмендеуі қар қалыңдығының артуына, ал температураның жоғарылауы қар жамылғысының азаюына алып келеді. Төртінші дәрежелі полиномдық модельдер көмегімен алынған нәтижелер нақты деректерді жоғары дәлдікпен сипаттайды және маусымдық өзгерістердің негізгі заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі:

1. Аннотация к научной статье. Образец аннотации. Требования к составлению. https://www.gramota.net/annotacia.html.

2. Как написать аннотацию к научной статье. https://edunews.ru/aspirantura/polezno/annotaciya-nauchnoj-stati-primer.html

3. Қаз метео орталығы мәліметтері, жазба.

ӘОЖ 004.942

Узденбаев Жанбай Шуйншалиевич
т.ғ.к., оқытушы-дәріскер
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

Жамақ Мирас, Медет Мади
2курс студенттері
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

ЖЕТІСУ ӨҢІРІНІҢ ТЕКЕЛІ - ҮШТӨБЕ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕРДІҢ ҚАТУ ТЕРЕҢДІГІ МЕН ҚАР ҚАЛЫҢДЫҒЫ ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа: Жетісу өңірі, оның ішінде Текелі мен Үштөбе аймақтары Қазақстанның экологиялық жүйесіне маңызды әсер ететін аймақтардың бірі болып табылады. Бұл аймақтың климаттық жағдайлары мен табиғи ерекшеліктері, әсіресе жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығы, экологиялық балансты және ауыл шаруашылығы, энергетика, инфрақұрылым салаларындағы жұмыс процестерін айтарлықтай әсер етеді. Қар қалыңдығы мен жердің қату тереңдігінің өзгеруі климаттың өзгеруіне, антропогендік факторларға және жер бетіндегі табиғи процестерге байланысты. Сондықтан бұл көрсеткіштерді зерттеу, мониторинг жүргізу және болашақта болатын өзгерістерді болжау өте маңызды.

Мақалада Текелі мен Үштөбе аймақтарындағы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығын зерттеу нәтижелері ұсынылады. 2011 жылдан 2024 жылға дейінгі кезеңдегі деректерді талдау негізінде осы аймақтың климаттық ерекшеліктері мен жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығы арасындағы байланыстар қарастырылады. Жұмыс цифрлық модельдер мен статистикалық әдістерді қолдана отырып жасалды, бұл болашақта климаттық өзгерістерге қалай әсер етуі мүмкін екенін түсінуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: Жетісу өңірі, Текелі, Үштөбе, жердің қату тереңдігі, қар қалыңдығы, цифрлық модельдеу

Кіріспе

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Текелі мен Үштөбе аймақтары Жетісу өңірінің табиғи ресурстары мен экологиялық жағдайы үшін маңызды орын алады. Жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының өзгеруі осы аймақтың климаттық жағдайының динамикасына байланысты өзгеріп отырады. Бұл өзгерістер жердің тұздығын, топырақтың суланuы мен құрғақтығын, сондай-ақ ауыл шаруашылығының өнімділігін айтарлықтай әсер етеді. Сонымен қатар, қар қалыңдығы мен жердің қату тереңдігі климаттың өзгеруіне, табиғи процестерге және антропогендік әсерлерге қалай бейімделетінін болжауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты - Текелі мен Үштөбе аймақтарындағы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының 2011-2024 жылдар аралығындағы өзгерістерін зерттеу және

болашақтағы ықтимал өзгерістерді болжау. Бұл зерттеу аймақтың экологиялық жағдайы мен жергілікті халықтың шаруашылық қызметіне әсер ететін климаттық өзгерістердің себептерін түсінуге көмектеседі.

Зерттеу міндеттері

1. 2011-2024 жылдар аралығындағы Текелі мен Үштөбе аймақтарындағы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының өзгерістеріне талдау жасау.
2. Цифрлық модельдер арқылы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығы арасындағы өзара байланысты зерттеу.
3. Алынған деректер негізінде климаттық өзгерістердің аймақтық экосистемаға әсерін бағалау.
4. Жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының болашақтағы ықтимал өзгерістерін болжау.

Жұмыстың жаңашылдығы

Бұл зерттеу жұмысы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының өзгерістерін бағалаудағы жаңа тәсілдер мен әдістерді енгізуге негізделген. Статистикалық және цифрлық модельдер көмегімен алынған деректер аймақтың климаттық жағдайының өзгеруіне тиімді жауап беретін шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер жер ресурстарын басқару және экологиялық саясатты дамыту үшін пайдалы болуы мүмкін.

1. Текелі мен Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығын зерттеу әдістері

Зерттеу барысында аймақтағы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығын анықтау үшін климаттық деректер, географиялық ақпараттық жүйелер , сондай-ақ жергілікті метеорологиялық станциялардан алынған ақпараттар пайдаланылды. 1 - және 2 – кестелерде келтірілген 2011-2024 жылдар аралығындағы кезеңдік деректер топтастырылып, талданды. Деректер негізінде жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының маусымдық және жылдық ауытқулары анықталды, 3 кестеде келтірілген.

Кесте 1. Қар қалыңдығы, 2011-2024 жылдар

Жылдар	Қар қалыңдығы, см	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	14,50	22	25	19	7	3	8	16	16
2012	19,38	27	45	32	0	0	6	13	32
2013	13,13	34	28	11	5	0	2	15	10
2014	18,88	29	53	34	6	0	5	9	15
2015	10,88	29	15	7	14	0	2	7	13
2016	12,75	22	25	7	0	0	10	22	16
2017	13,25	30	33	11	10	2	0	6	14
2018	11,38	19	22	8	4	0	11	15	12
2019	9,00	16	26	10	0	0	0	10	10
2020	5,75	20	14	7	5	0	0	0	0

2021	8,75	22	15	8	9	0	7	6	3
2022	7,88	4	10	11	0	0	5	11	22
2023	6,63	21	14	6	0	0	0	0	12
2024	6,00	11	11	8	0	0	0	5	13

Кесте 2. Жердің қату тереңдігі, 2011-2024 жылдар

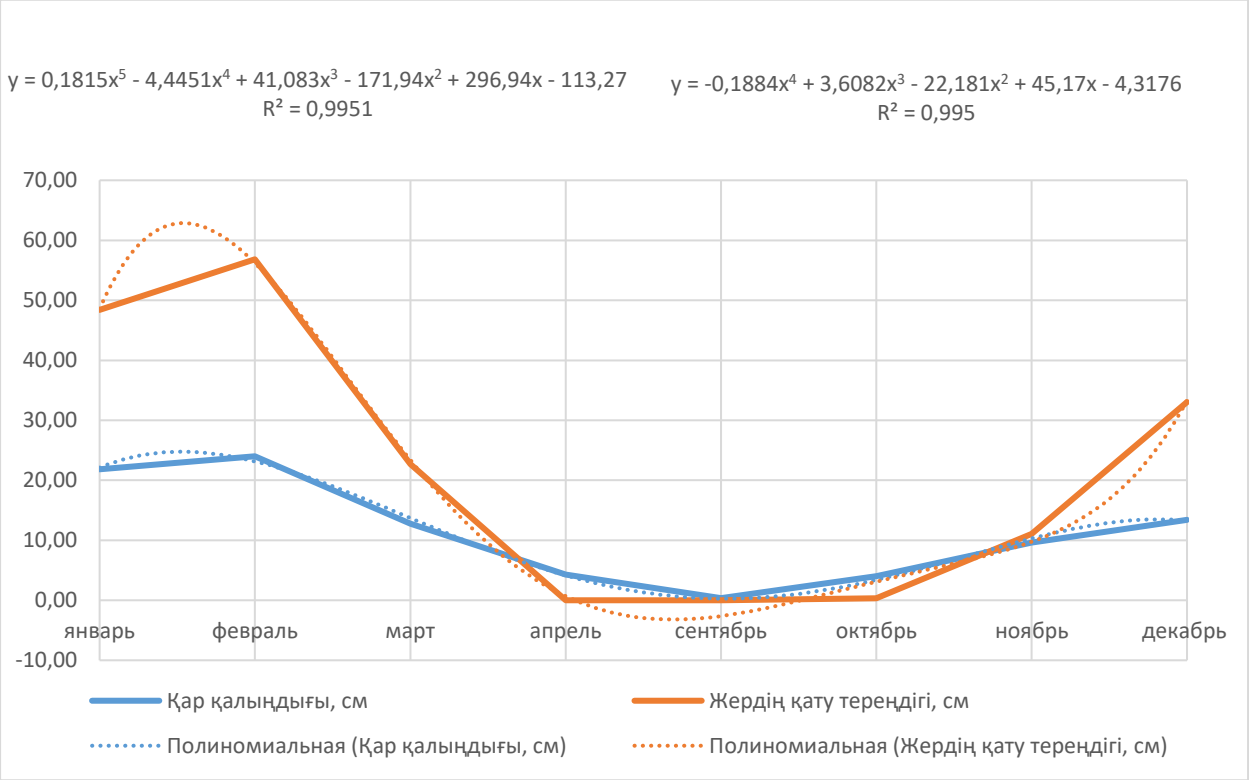
Жылдар	Жердің қату тереңдігі, см	январь			февраль			март			апрель			сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь		
2011	29,33	**58**	**67**	**73**	**73**	**73**	**72**	**70**	**69**	**67**	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	4	6	19	35
2012	23,58	42	42	59	59	61	61	64	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	35	44
2013	18,08	51	50	48	52	52	57	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	19	35
2014	25,38	49	56	56	53	54	55	55	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	34	55	60	
2015	21,67	60	58	59	70	70	70	60	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	31	25
2016	16,21	19	23	44	38	46	51	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15	31	31	22	24
2017	20,13	27	42	47	50	51	46	36	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	21	16	27	31	56
2018	23,79	60	73	84	85	83	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	7	2	31	46
2019	22,38	43	39	45	59	63	62	56	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	31	37	40
2020	17,71	42	43	41	37	30	9	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	22	38	38	36	46
2021	24,88	56	61	62	63	63	52	40	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	26	30	37	38
2022	21,04	34	34	32	46	48	55	55	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	43	54	60
2023	20,25	55	50	63	71	66	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	17	43	44
2024	17,21	35	18	33	36	39	62	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	18	13	37	44

2. Цифрлық модельдеу және болжамдар

Зерттеу нәтижесінде цифрлық модельдер қолданылып, Текелі мен Үштөбе аймақтарындағы жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының болашақтағы өзгерістерін болжауға мүмкіндік туды. Алынған деректерге, 3 – кесте, негізделген болжамдар жердің қату тереңдігі мен қар қалыңдығының болашақта қалай өзгеретінін, сондай-ақ бұл өзгерістердің экологиялық жағдайға және шаруашылық қызметке әсерін көрсетеді, 4 - суретте көрсетілген.

Кесте 3. Жердің қату тереңдігі және Жердің қату тереңдігі корреляциясы

2011-2024	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Қар қалыңдығы, см	21,86	24,00	12,79	4,29	0,36	4,00	9,64	13,43
Жердің қату тереңдігі, см	48,40	56,83	22,67	0,00	0,00	0,36	11,05	33,05
Корреляция коэффициенті	0,98							



Сурет 4. Қар қалыңдығы және жердің қату тереңдігі, 2011/24 ж.ж

Графикте жыл мезгілдеріне байланысты қар жамылғысының қалыңдығы, *см*, мен жердің қату тереңдігі, *см*, көрсетілген. Уақыт осі бойынша айлар берілген (қаңтардан желтоқсанға дейін), ал вертикаль осьте – өлшемдер *см* берілген.

Көк сызық – қар қалыңдығының айлар бойынша өзгерісін білдіреді. Ал қызыл сызық – жердің қату тереңдігін көрсетеді. Екі көрсеткіш те полиномиальды (көпмүшелі) трендпен бейнеленген, бұл маусымдық өзгерістердің жалпы бағытын көруге мүмкіндік береді.

Графиктен мынаны байқауға болады:

Қардың қалыңдығы қаңтар мен ақпан айларында ең жоғары мәнге жетеді (25-30 см шамасында), одан кейін наурыздан бастап күрт азайып, сәуірде нөлге жақындайды.

Жердің қату тереңдігі ақпан айында ең жоғары деңгейге жетеді (60 см-ден асады), бұл – аяздың ең күшті кезі екенін білдіреді.

Сәуірден бастап жер жібіп, қату тереңдігі де күрт төмендейді. Жаз айларында (мамыр–қыркүйек) бұл көрсеткіш нөлге жақын болады.

Қараша–желтоқсан айларында қайтадан қар жиналып, жер тоңып бастайды.

Екі көрсеткіш арасында айқын корреляция байқалады – қар қалыңдығының артуы жердің терең қатуына әсер етеді. Полиномиальдық модельдердің сәйкестік дәрежесі өте жоғары ($R^2 > 0.995$), бұл модельдердің нақты деректерді жақсы сипаттайтынын көрсетеді. Жердің қату тереңдігінің моделі (1):

$$y = 0{,}1815x^5 - 4{,}4451x^4 + 41{,}083x^3 - 171{,}94x^2 + 296{,}94x - 113{,}27; \quad (1)$$

детерминация коэффициенті $R^2 = 0{,}9951$ мәніне тең болды және бұл коэффициент өте жоғары.

Қар қалыңдығының моделі (2):

$y = -0{,}1884x^4 + 3{,}6082x^3 - 22{,}181x^2 + 45{,}17x - 4{,}3176;$ (2)
детерминация коэффициенті $R^2 = 0{,}995\ 9951$ мәніне тең болды және бұл коэффициент өте жоғары.

Қорытынды. Алынған модельдер (1), (2) егін шаруашылығы, құрылыс және геотехникалық зерттеулер үшін маңызды. Мысалы, егін егу мерзімдерін анықтау немесе инженерлік құрылымдардың іргетасын жобалау кезінде ескерілуі тиіс.

Қардың қалындығы мен жердің қату терендігіні арасындығы тәуелдік сызықтық емес екені анықталды. Қар қалыңдығы мен жердің қату тереңдігінін корреляциясы өте тығыз болғаны белгілі болды (0,98%). Бұл тәуелділіктің және егін шығымдылығына әсерінің математикалық модельдерін анықтау үшін әрі қарай зерттеу жұмыстарын жүргізу қажет етеді

Әдебиеттер тізімі:

1Аннотация к научной статье. Образец аннотации. Требования к составлению. https://www.gramota.net/annotacia.html.

2Как написать аннотацию к научной статье. https://edunews.ru/aspirantura/polezno/annotaciya-nauchnoj-stati-primer.html

3Қаз метео орталығы мәліметтері, жазба.

ӘОЖ 004.942

Узденбаев Жанбай Шуйншалиевич
т.ғ.к., оқытушы-дәріскер
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

Муса Алихан, Төлеуғали Ерсайын
2курс студенттері
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

ЖЕТІСУ ӨҢІРІНІҢ ТЕКЕЛІ -ҮШТӨБЕ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕРДІҢ ҚАТУ ТЕРЕҢДІГІ МЕН ҮСТІҢГІ ҚАБАТ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа: Бұл зерттеуде Жетісу өңірінің Текелі–Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының өзара байланысын цифрлық модельдеу әдісі арқылы зерттеу ұсынылады. Зерттеу мақсаты - топырақтың қату процесін моделдеу және болжау.

Мәліметтер көзі ретінде аймақтық метеорологиялық станциялардың көпжылдық бақылау деректері және спутниктік қашықтықтан зондтау ақпараттары пайдаланылды.

Нәтижесінде, Текелі–Үштөбе аймағында жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының арасында маусымдық ауытқулармен шартталған айқын корреляция байқалды. Алынған модель экологиялық мониторинг, құрылыс және ауыл шаруашылығы салаларында жердің қату үдерісін болжау үшін қолдануға қолайлы.

Кілт сөздер: Текелі, Үштөбе, жердің қату тереңдігі, үстіңгі қабат температурасы, цифрлық модельдеу

Кіріспе

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасы — климаттық және геотехникалық зерттеулерде маңызды көрсеткіштер. Бұл көрсеткіштер құрылыс, ауыл шаруашылығы және экологиялық мониторинг үшін ерекше маңызға ие. Бұл зерттеу жұмысында осы екі фактордың өзгерістерін цифрлық модельдеу арқылы талдау және аймақтық ерекшеліктерге негізделген модель жасау көзделді.

Зерттеу мақсаты - Жетісу өңірінің Текелі–Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасы арасындағы өзара байланысты анықтап, екі негізгі факторға негізделген цифрлық модель құру. Бұл модель арқылы климаттық ерекшеліктерді ескере отырып, топырақтың қату динамикасын болжау және оның салалық қолдану мүмкіндіктерін негіздеу.

Зерттеу нысаны - Жетісу облысының Текелі–Үштөбе аймағындағы топырақ жамылғысының маусымдық және жылдық өзгерістерге байланысты қату тереңдігі мен жер бетіне жақын қабаттағы температура мәндері алынды.

Зерттеу міндеттері

- Метеорологиялық және спутниктік мәліметтерді жинақтап, талдау жүргізу.
- Қату тереңдігі мен температура арасындағы корреляциялық байланысты анықтау.
- Құрылған модельдің болжамдық дәлдігін бағалап, оны қолдану салаларын ұсыну.

Жұмыстың жаңашылдығы

Бұл зерттеуде Текелі–Үштөбе аймағы бойынша 2010–2024 жылдар аралығындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасына қатысты статистикалық деректерге сүйене отырып, жоғары дәлдікке: >0,99 болжамдық модель жасалды. Бұл оны бұрынғы зерттеулерден ерекшелеп, нәтижелерін құрылыс, ауыл шаруашылығы және экология салаларында тиімді қолдануға мүмкіндік береді.

1. Жетісу өңірінің Текелі - Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасын зерттеу әдістері

Зерттеу барысында Жетісу өңірінің Текелі - Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасын анықтау кезінде климаттық деректер, географиялық ақпараттық жүйелер, сондай-ақ жергілікті метеорологиялық станциялардан алынған ақпараттар пайдаланылды. 1 - және 2 – кестелерде келтірілген 2011-2024 жылдар аралығындағы кезеңдік деректер топтастырылып, талданды. Деректер негізінде жердің қату тереңдігі үстіңгі қабат температурасын маусымдық және жылдық ауытқулары анықталды, жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының корреляциясы есептері 3 кестеде келтірілген.

Кесте 1. Жердің қату тереңдігі, *см*, 2011-2024 жылдар

Жылдар	Орташа мән	январь			февраль			март			апрель			сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь		
2011	29,33	**58**	**67**	**73**	**73**	**73**	**72**	**70**	**69**	**67**	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	4	6	19	35
2012	23,58	42	42	59	59	61	61	64	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	35	44
2013	18,08	51	50	48	52	52	57	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	19	35
2014	25,38	49	56	56	53	54	55	55	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	34	55	60
2015	21,67	60	58	59	70	70	70	60	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	31	25
2016	16,21	19	23	44	38	46	51	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15	31	31	22	24
2017	20,13	27	42	47	50	51	46	36	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	21	16	27	31	56
2018	23,79	60	73	84	85	83	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	7	2	31	46
2019	22,38	43	39	45	59	63	62	56	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	31	37	40
2020	17,71	42	43	41	37	30	9	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	22	38	38	36	46

2021	24,88	56	61	62	63	63	52	40	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	26	30	37	38
2022	21,04	34	34	32	46	48	55	55	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	43	54	60
2023	20,25	55	50	63	71	66	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	17	43	44
2024	17,21	35	18	33	36	39	62	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	18	13	37	44

Кесте 2. Үстіңгі қабат температурасы , °С, 2011-2024 жылдар

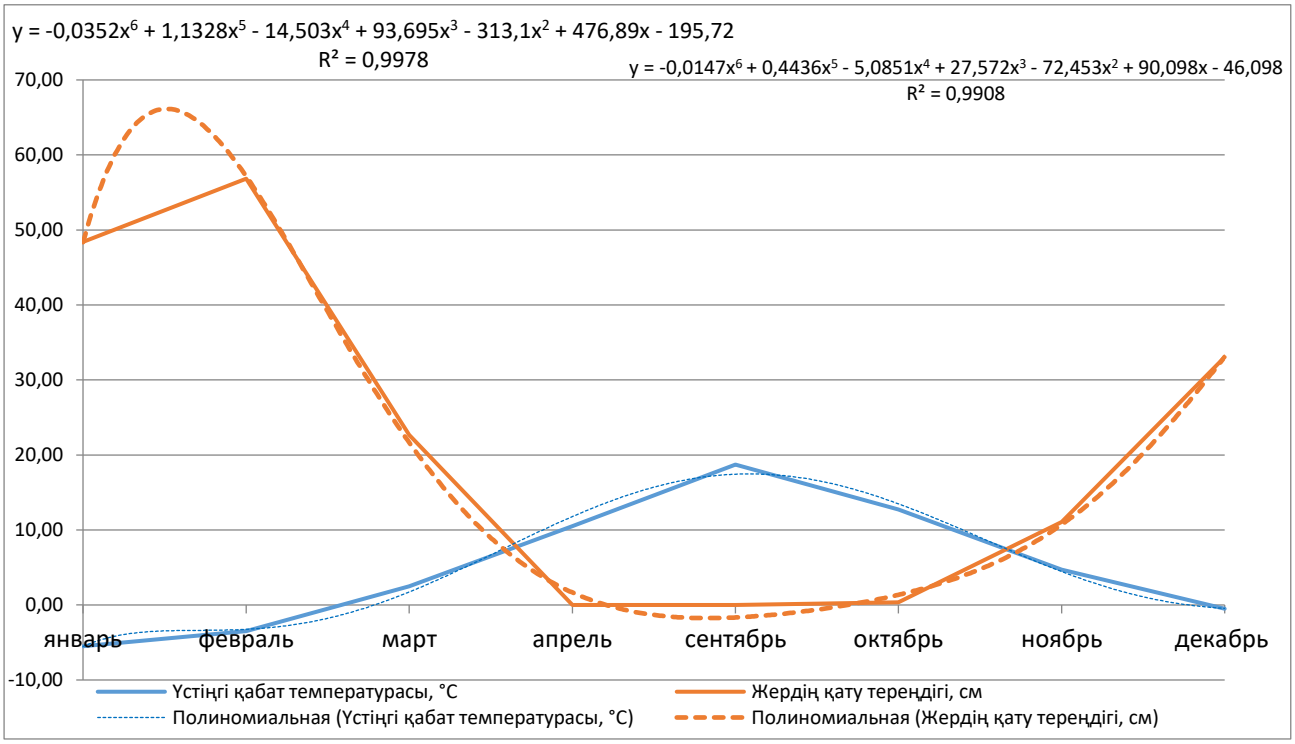
Жылдар	Орташа мән	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	4,75	-6	-4	2	10	19	13	5	-1
2012	5,75	-5	-3	3	11	20	14	6	0
2013	6,75	-4	-2	4	12	21	15	7	1
2014	3,38	-7	-5	1	9	17	11	3	-2
2015	4,38	-6	-4	2	10	18	12	4	-1
2016	5,38	-5	-3	3	11	19	13	5	0
2017	6,38	-4	-2	4	12	20	14	6	1
2018	3,38	-7	-5	1	9	17	11	3	-2
2019	4,38	-6	-4	2	10	18	12	4	-1
2020	5,38	-5	-3	3	11	19	13	5	0
2021	6,38	-4	-2	4	12	20	14	6	1
2022	3,38	-7	-5	1	9	17	11	3	-2
2023	4,38	-6	-4	2	10	18	12	4	-1
2024	5,38	-5	-3	3	11	19	13	5	0

2. Цифрлық моделдеу және болжамдар

Зерттеу барысында цифрлық үлгілер пайдаланыла отырып, Жетісу өңірінің Текелі - Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының алдағы уақыттағы өзгерістерін болжауға жағдай жасалды. 3-кестеде келтірілген мәліметтерге карай отырып жасалған болжамдар болашақтағы ауа райы көрсеткіштерінің динамикасын, сондай-ақ бұл өзгерістердің экологиялық жағдай мен шаруашылық қызметке ықпалын анықтайды. Аталған мәліметтер 1-суретте бейнеленген.

Кесте 3. Текелі - Үштөбе аймағындағы жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының корреляциясы

2011-2024 ж.ж.	январь	февраль	март	апрель	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Үстіңгі қабат температурасы, °С	-5,50	-3,50	2,50	10,50	18,71	12,71	4,71	-0,50
Жердің қату тереңдігі, см	48,40	56,83	22,67	0,00	0,00	0,36	11,05	33,05
Коррелляция коэффициенті	-0,92							



Сурет 1. - Жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасы, 2011/24 ж.ж

Жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының маусымдық динамикасын дәлірек сипаттау үшін алтыншы дәрежелі полиномдық апроксимация қолданылды. Бұл әдіс жердің қату тереңдігі мен үстіңгі қабат температурасының маусымдық өзгерістерін математикалық түрде нақты бейнелеуге мүмкіндік береді.

Математикалық моделдер келесідей:

жердің қату тереңдігі, *см*, (1):

$y = -0{,}0352x^6 + 1{,}1328x^5 - 14{,}503x^4 + 93{,}695x^3 - 313{,}1x^2 + 476{,}89x - 195{,}72,$ (1)

детерминация коэффициенті:

$$R^2 = 0{,}9978;$$

үстіңгі қабат температурасы, °C, (2):

$y = -0{,}0147x^6 + 0{,}4436x^5 - 5{,}0851x^4 + 27{,}572x^3 - 72{,}453x^2 + 90{,}098x - 46{,}098,$ (2)

детерминация коэффициенті $R^2 = 0{,}9908$.

Мұндағы:

y— топырақтың үстіңгі қабаты температурасы (°C),

x— жылдың айы (қаңтар = 1, желтоқсан = 12).

Топырақтың үстіңгі қабаты температурасының және оның қату тереңдігінің маусымдық өзгерістерін талдау

Графикте жылдың әр айындағы топырақтың үстіңгі қабаты температурасының және оның қату тереңдігінің маусымдық өзгерістері көрсетілген. Бұл деректер алтыншы дәрежелі полиномдық функциялар арқылы апроксимацияланған, бұл маусымдық өзгерістердің күрделі сипатын жоғары дәлдікпен сипаттауға мүмкіндік береді.

Бұл модельдер жыл бойындағы температуралық және оның қату тереңдігінің маусымдық өзгерістерін айтарлықтай дәлдікпен: $R^2 = 0{,}9978$ және $R^2 = 0{,}9908$, сәйкес түрде, бейнелейді. Қыста температура теріс мәндерге дейін төмендесе, жазда шамамен +19°C деңгейіне дейін көтеріледі.

Бұл модель қату тереңдігінің ең жоғарғы мәні ақпан айында болатынын көрсетеді (60 см-ден жоғары), ал жазда ол нөлге жуықтайды.

Қорытынды. Қалыпталған екі модель топырақ температурасы мен қату тереңдігінің арасындағы кері тәуелділікті дәл сипаттайды: температура төмендеген сайын қату тереңдігі артады және керісінше. Қыста температура теріс мәндерге дейін төмендесе, жазда шамамен +19°C деңгейіне дейін көтеріледі. Қату тереңдігінің ең жоғарғы мәні ақпан айында болатынын көрсетеді (60 см-ден жоғары), ал жазда ол нөлге жуықтайды. Бұл табиғи жылу алмасу заңдылықтарына сай келеді. Мұндай модельдер егін шаруашылығы және құрылыс салаларында, ьасқа да климаттық жағдайларды ескеретін жобаларда кеңінен қолданылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі:

1. Аннотация к научной статье. Образец аннотации. Требования к составлению. https://www.gramota.net/annotacia.html.
2. Как написать аннотацию к научной статье. https://edunews.ru/aspirantura/polezno/annotaciya-nauchnoj-stati-primer.html
3. Қаз метео орталығы мәліметтері, жазба.

УДК 004.056.53

Оразова Мақпал Жанғалиқызы
магистрант специальности “Комплексное обеспечение информационной безопасности”
Satbayev University
(г. Алматы, Казахстан)

Научный руководитель: Сербин Василий Валерьевич
к.т.н., ассоциированный профессор
Satbayev University
(г. Алматы, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАНЗАКЦИИ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: В статье рассматриваются основные аспекты исследования рисков и организации безопасности при выполнении транзакций в цифровой среде. Особое внимание уделяется идентификации и аутентификации пользователей, защите конфиденциальной информации, предупреждению мошеннических действий, соблюдению регуляторных требований, а также физической безопасности и резервному копированию данных. Описаны распространённые угрозы, включая фишинг, вредоносные программы, межсетевые и межпрограммные атаки, а также меры противодействия им. В заключение предложены ключевые принципы построения безопасной транзакционной среды, включая мониторинг, аудит и повышение осведомлённости персонала.

Ключевые слова: транзакция, безопасность, риски, фишинг, вредоносные программы, кибератаки, шифрование, аутентификация, антифрод, аудит, информационная безопасность, цифровая защита.

Введение. Современные технологии активно внедряются в финансовую и коммерческую сферы, что приводит к росту объёмов цифровых транзакций и, соответственно, повышению значимости вопросов безопасности. Обеспечение надёжной защиты данных и предотвращение несанкционированного доступа становятся критически важными задачами для организаций и частных лиц. Исследование рисков при выполнении транзакций позволяет выявить уязвимости и разрабатывать эффективные стратегии защиты. Настоящая статья направлена на комплексный обзор ключевых угроз, рисков и механизмов безопасности, применяемых в процессе транзакций, а также на описание практических подходов к их предотвращению.

Исследование рисков и организация безопасности при выполнении транзакции являются важными аспектами для обеспечения безопасности и защиты интересов сторон, участвующих в транзакции. Ниже представлены некоторые основные аспекты, которые следует учесть при проведении транзакции и организации безопасности:

1. Идентификация и аутентификация. Необходимо удостоверится, что у всех сторон транзакции есть надежные методы идентификации и аутентификации. Это может

включать использование уникальных идентификаторов, паролей, биометрических данных или двухфакторной аутентификации.

2. Шифрование данных. Обеспечение шифрований конфиденциальных данных, передаваемых во время транзакции. Использовать протоколы шифрования, такие как SSL (Secure Sockets Layer) или TLS (Transport Layer Security), чтобы защитить данные от несанкционированного доступа, является наиболее лучшим решением для обеспечения безопасности.

3. Защита от мошенничества. Важно рассмотреть возможные угрозы мошенничества и разработать механизмы обнаружения и предотвращения мошеннических действий. Это может включать мониторинг подозрительной активности, использование антифродовых систем или систем обнаружения вторжений.

4. Физическая безопасность. Обеспечение физической безопасности оборудования и инфраструктуры, используемых для выполнения транзакции. Это может включать контроль доступа к серверным помещениям, защиту от несанкционированного доступа к компьютерам или использование видеонаблюдения.

5. Бэкап и восстановление данных. Разработайте стратегию регулярного создания резервных копий данных и план восстановления в случае потери или повреждения данных. Это поможет минимизировать потенциальные потери информации и обеспечит более надежное восстановление после сбоя или инцидента.

6. Регуляторные и законодательные требования. Учитывайте регуляторные и законодательные требования, связанные с выполнением транзакции. Обеспечьте соблюдение соответствующих нормативных актов, таких как Закон о защите данных или законы о финансовых транзакциях.

7. Обучение персонала. Предоставьте обучение и информацию персоналу, участвующему в выполнении транзакции, по вопросам безопасности и рискам. Обратите внимание на правила безопасности, процедуры обработки данных и распознавание потенциальных угроз.

8. Мониторинг и аудит безопасности. Регулярно мониторьте и аудируйте безопасность систем и процессов, связанных с выполнением транзакции. Это поможет выявить потенциальные уязвимости, ошибки или нарушения безопасности и принять соответствующие меры.

Исследование рисков и организация безопасности при выполнении транзакции требует систематического и всестороннего подхода. Каждая транзакция может иметь свои уникальные особенности и угрозы, поэтому важно анализировать и учитывать контекст и требования каждой конкретной ситуации для обеспечения оптимального уровня безопасности.

Описание распространенных рисков при оплате. При выполнении транзакции существуют различные риски, которые могут возникнуть и повлечь за собой различные последствия. Вот некоторые типичные риски и их возможные последствия.

Рис. 1 – Основные риски при выполнении транзакции

Несоответствие регулятивным требованиям. Невыполнение или нарушение регулятивных требований может привести к юридическим проблемам, штрафам и потере лицензий. Это может произойти, если транзакция не соблюдает правила охраны данных, законы о финансовых операциях, требования к защите потребителей и другие соответствующие нормативные акты.

Технические сбои. Технические проблемы, такие как сбои в системе, отказ оборудования или проблемы с сетью, могут вызвать задержки в обработке транзакции или потерю данных. Последствия включают потерю возможности завершить транзакцию, финансовые потери, разочарование клиентов и снижение доверия к системе.

Нарушение конфиденциальности данных. Утечка конфиденциальной информации, такой как финансовые данные, персональные данные или коммерческая информация, может привести к нарушению конфиденциальности и нарушению прав частных лиц или компаний. Это может иметь долгосрочные последствия для репутации, судебных разбирательств и финансовых потерь.

При выполнении транзакций могут совершаться различные виды атак, направленных на получение несанкционированного доступа к данным или нанесение ущерба системе.

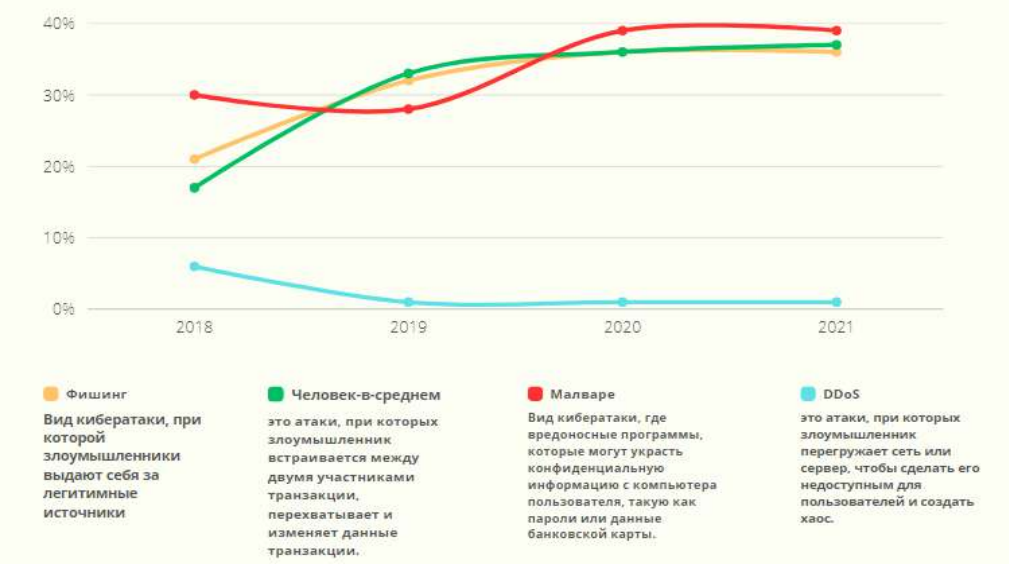


Рис. 2 – Распространенные виды кибератак

Атаки фишинга основаны на манипуляции пользователей с целью получения их конфиденциальных данных, таких как пароли, логины, данные платежных карт и другая личная информация. Атакующие обычно отправляют электронные письма или создают фальшивые веб-сайты, которые выглядят как доверенные организации или сервисы, с просьбой предоставить свои данные. Цель состоит в том, чтобы получить доступ к аккаунтам пользователей и использовать их для несанкционированных транзакций.

Киберпреступники также используют Telegram-ботов в платформах для автоматизации фишинга, доступных в даркнете. Эти платформы, известные как "cybercrime-as-a-service", способствуют росту числа атакующих групп и масштабу преступного бизнеса.

Исследование группы CERT-GIB (Центр мониторинга и реагирования на инциденты информационной безопасности Group-IB) выявило, что в 2020 году фишинговые сайты чаще всего создавались под различные онлайн-сервисы, электронную почту и финансовые организации. Фишинг-киты, наборы инструментов для создания и запуска фишинговых веб-страниц, продавались на специализированных форумах в даркнете. Анализ этих фишинг-китов позволяет исследователям разобраться в механизме фишинговых атак и установить, куда отправляются похищенные данные. Microsoft, PayPal, Google и Yahoo были наиболее часто используемыми брендами в фишинговых наборах.

2. Вредоносные программы (малварь). Вредоносные программы, такие как вирусы, трояны или шпионское программное обеспечение, могут быть использованы для получения несанкционированного доступа к системе и перехвата конфиденциальных данных. Эти программы могут быть распространены через электронную почту, вредоносные веб-сайты, всплывающие окна или компрометированные веб-страницы.

3. Межсетевые атаки (например, DDoS). Атаки на межсетевом уровне могут преследовать цель нарушить доступность системы или сервиса, затрудняя или блокируя обработку транзакций. Например, атака отказом в обслуживании (DDoS) направлена на перегрузку серверов или сетевой инфраструктуры большим объемом запросов, что может привести к временным или долгосрочным проблемам с доступностью системы.

4. Взлом учетных записей. Атакующие могут пытаться взломать учетные записи пользователей или администраторов системы, чтобы получить доступ к конфиденциальным данным или совершать несанкционированные транзакции. Это может быть осуществлено путем подбора паролей, использования уязвимостей в системе или использования слабых аутентификационных методов.

5. Социальная инженерия. Атакующие могут использовать методы социальной инженерии, такие как обман, манипуляция и использование доверия, чтобы убедить пользователей или работников предоставить конфиденциальные данные или выполнить несанкционированные действия. Это может включать обман через телефонные звонки, электронные письма или личные встречи.

6. Межпрограммные атаки. Атаки, направленные на уязвимости в программном обеспечении или операционной системе, могут использоваться для получения несанкционированного доступа к системе или данных. Например, атаки на слабые места веб-приложений или использование известных уязвимостей для взлома системы.

Важно принять меры безопасности, такие как использование шифрования, многофакторной аутентификации, обновление программного обеспечения, обучение пользователей и установка средств защиты, чтобы минимизировать риски и предотвратить атаки при выполнении транзакций.

Основные принципы организации безопасности при выполнении транзакции.

Организация безопасности при выполнении транзакции включает ряд основных принципов, которые следует соблюдать:

1. Аутентификация. Перед осуществлением транзакции важно убедиться в подлинности участников процесса. Это может включать использование паролей, пин-кодов, биометрических данных или других факторов аутентификации, чтобы удостовериться в легитимности пользователей или устройств.

2. Авторизация. После успешной аутентификации участников транзакции необходимо установить права доступа и ограничения для каждого пользователя или субъекта. Ограничение доступа к конфиденциальной информации и функциям системы помогает предотвратить несанкционированный доступ и манипуляции.

3. Шифрование. Применение шифрования данных является важным механизмом обеспечения безопасности транзакции. Шифрование позволяет защитить информацию от несанкционированного доступа, такого как перехват и чтение данных во время их передачи.

4. Использование HTTPS-протокола. Использование протокола HTTPS особенно важно для передачи конфиденциальных данных, таких как логины, пароли, данные платежей и другая чувствительная информация. Он обеспечивает повышенный уровень безопасности и защищает от множества атак, связанных с перехватом и манипуляцией данных. Большинство современных веб-сайтов, особенно те, где требуется ввод личной информации, используют протокол HTTPS для защиты своих пользователей.

5. Защита от мошенничества. При выполнении транзакции важно применять механизмы и алгоритмы для обнаружения и предотвращения мошеннической деятельности. Это может включать мониторинг подозрительной активности, анализ поведенческих паттернов и применение антифродовых систем.

6. Мониторинг и аудит. Система безопасности должна обеспечивать непрерывный мониторинг и аудит всех транзакций. Это позволяет выявлять и реагировать на любые аномалии или нарушения безопасности, а также обеспечивает возможность исследования инцидентов и восстановления после них.

7. Физическая безопасность. Помимо защиты данных и систем, необходимо также обеспечить физическую безопасность. Это включает защиту физического оборудования, серверных помещений и доступа к ним, а также применение мер безопасности для защиты от физических атак.

8. Обучение и осведомленность. Важно обучать пользователей и персонал компании о методах защиты и безопасном выполнении транзакций. Регулярное обновление знаний и обеспечение осведомленности помогает предотвращать ошибки и повышает уровень безопасности в целом.

Эти принципы могут варьироваться в зависимости от конкретной транзакции и среды, в которой она выполняется. Разработка и применение эффективных мер

безопасности требует комплексного подхода, учета угроз и рисков, а также применения соответствующих технологий и политик безопасности.

Список литературы:

1. Борхаленко В.А. Механизмы страхования в управлении рисками информационной безопасности // Экономический анализ: теория и практика. — 2017. — № 2.

2. Астраханцева И.А., Коюпченко И.Н. Финансовая аналитика риск-менеджмента: обобщение и развитие опыта // Финансовая аналитика: проблемы и решения. — 2015. — № 25.

3. Бурыкин А.Д., Костоева Е.Х. Организация риск-менеджмента на предприятии // Вестник научных конференций. — 2016. — № 4.

4. Синянская Е.Р., Рушева И.А. Аналитические аспекты оценки рисков аудиторских организаций в условиях перехода на международные стандарты аудита // Аудит и финансовый анализ. — 2020. — № 1.

5. Смагина И.В. Анализ рисков, влияющих на устойчивость финансово-хозяйственной системы строительного предприятия // Экономика и предпринимательство. — 2021. — № 1.

6. Тихонова С.Ю. Управление рисками мошенничества при осуществлении операций по банковским картам и системам дистанционного банковского обслуживания: магистерская диссертация. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2021.

7. Минаков А.В., Эриашвили Н.Д. Анализ рисков и безопасности системы электронных средств платежа // Экономические науки. — 2023.

8. Арямов А.А. Общая теория риска: юридический, экономический и психологический анализ. — М.: Волтерс Клувер, 2010.

9. Антонов В.Г., Масленников В.В., Скамай Л.Г. Управление рисками приоритетных инвестиционных проектов: концепция и методология. — М.: Русайнс, 2018.

10. Гудова М.Р. Формирование механизма минимизации риска и ущерба финансовых нарушений российских компаний // Аудит и финансовый анализ. — 2019. — № 1.

УДК 004.93

Айкешов Елжас Сейфоллаевич
Магистрант
Astana IT University
(г. Астана, Казахстан)

ВИРТУАЛЬНЫЕ ФЕЙКИ НА ДОРОГАХ: АНАЛИЗ РИСКОВ ДЕЗИНФОРМАЦИИ ЧЕРЕЗ AR-ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТЕ

Аннотация: Технологии дополненной реальности (AR) активно внедряются в транспортный сектор, предлагая улучшенную навигацию, повышенную безопасность и удобство для водителей и пассажиров через такие приложения, как проекционные дисплеи (AR-HUD) и мобильная навигация. Однако эта интеграция порождает новые риски: AR-системы могут стать инструментом дезинформации. В статье анализируются текущие применения AR в транспорте , уязвимости систем к техническим сбоям и кибератакам (включая взлом и GPS-спуфинг) , потенциальные сценарии дезинформации (фальшивые знаки, фантомные препятствия) , их возможное воздействие на безопасность движения и доверие пользователей , а также существующие и предлагаемые контрмеры, включая технические решения и стандарты (например, ISO/SAE 21434). Подчеркивается уникальность угрозы AR-дезинформации по сравнению с другими цифровыми рисками, такими как дипфейки , из-за ее способности к немедленному физическому воздействию путем искажения воспринимаемой реальности. Делается вывод о необходимости проактивного, многоуровневого подхода к обеспечению безопасности AR-систем для реализации их преимуществ при минимизации угроз.

Ключевые слова: Дополненная реальность (AR), транспорт, дезинформация, кибербезопасность, AR-HUD, навигация, GPS-спуфинг, взлом, безопасность дорожного движения, уязвимости, фейки, человеко-машинный интерфейс (HMI), доверие пользователей, управление рисками, ISO.

Введение. Технологии дополненной реальности (AR), позволяющие накладывать цифровую информацию на физический мир в режиме реального времени [1], стремительно интегрируются в транспортный сектор. Прогнозируется экспоненциальный рост рынка AR-навигации, который к 2030-2032 годам достигнет многомиллиардных объемов.[2] Основными целями внедрения AR в транспортной сфере являются повышение безопасности дорожного движения, улучшение эффективности перевозок и предоставление более интуитивного и удобного пользовательского опыта.[1] Системы AR обещают революционизировать взаимодействие водителей, пассажиров и пешеходов с транспортной средой, предоставляя контекстно-зависимую информацию там и тогда, где она наиболее необходима.

Однако, как и любая мощная технология, AR несет в себе не только возможности, но и риски. Возникает фундаментальный вопрос: могут ли системы дополненной реальности, изначально предназначенные для информирования и помощи, стать инструментом распространения ложной или вводящей в заблуждение информации? Эта двойственность – потенциал для улучшения [1] против риска злоупотреблений [8] – формирует основу данного исследования. Возможность дезинформации через AR в

транспорте представляет собой новую, малоизученную угрозу с потенциально серьезными последствиями.

В настоящем отчете представлен всесторонний анализ рисков, связанных с дезинформацией через AR-технологии в транспортном секторе. В первом разделе рассматриваются текущие и разрабатываемые применения AR, включая проекционные дисплеи (AR-HUD) в автомобилях, мобильные навигационные приложения и системы информирования в общественном транспорте. Второй раздел посвящен анализу уязвимостей AR-систем, включая технические сбои, проблемы с данными и киберугрозы, такие как взлом и GPS-спуфинг. В третьем разделе детализируются потенциальные сценарии дезинформации, такие как создание фальшивых дорожных знаков или фантомных препятствий. Четвертый раздел оценивает возможные последствия таких инцидентов для безопасности, доверия пользователей и транспортной инфраструктуры. Пятый раздел описывает существующие и предлагаемые контрмеры – от технических решений до стандартов и регуляторных подходов. В шестом разделе риски AR-дезинформации сравниваются с другими формами цифровой дезинформации, такими как дипфейки. Наконец, в заключении обобщаются ключевые выводы, оценивается общий уровень угрозы и предлагаются рекомендации для различных заинтересованных сторон.

Раздел 1: Расширяющаяся роль AR в современном транспорте

Технологии дополненной реальности находят все более широкое применение в различных сегментах транспортной отрасли, обещая трансформацию пользовательского опыта и повышение операционной эффективности.

1.1. Проекционные дисплеи с дополненной реальностью (AR-HUD) в автомобилях

Одной из наиболее заметных областей применения AR в транспорте являются проекционные дисплеи с дополненной реальностью (Augmented Reality Head-Up Displays, AR-HUD). В отличие от традиционных 2D HUD, которые проецируют плоское изображение на небольшом расстоянии, AR-HUD создают виртуальные изображения, интегрированные с реальным дорожным окружением, на значительном удалении от глаз водителя (Virtual Image Distance, VID), часто превышающем 10-20 метров, и с более широким полем зрения (Field of View, FOV).[4] Эти системы проецируют важную информацию, такую как текущая скорость, навигационные подсказки, предупреждения систем помощи водителю (ADAS), непосредственно на лобовое стекло в поле зрения водителя.[4]

Ключевые функции AR-HUD включают навигацию "поворот-к-повороту" с наложением стрелок на полосы движения, визуальное выделение реальных объектов (например, пешеходов, впереди идущих автомобилей, препятствий), отображение информации о соблюдении полосы движения, предупреждения о возможном столкновении (Forward Collision Warning, FCW), а также вывод информации об интересных объектах (Points of Interest, POI).[4] Для реализации этих функций AR-HUD используют сложные технологии, включая компьютерное зрение (Computer Vision) и машинное обучение (Machine Learning) для 3D-обнаружения объектов, а также слияние данных (Sensor Fusion) от различных сенсоров автомобиля (GPS, камеры, радары,

лидары, инерциальные датчики) и систем ADAS для точного определения положения, скорости, угла и ориентации автомобиля в пространстве (6 степеней свободы, 6DoF).[4]

Основным преимуществом AR-HUD считается повышение безопасности дорожного движения. Отображение критической информации непосредственно в поле зрения водителя позволяет ему не отводить взгляд от дороги для проверки приборной панели или экрана информационно-развлекательной системы.[1] Это способствует улучшению ситуационной осведомленности, снижает когнитивную нагрузку и время реакции на потенциальные опасности.[4]

Рынок AR-HUD активно развивается, что подтверждается ростом сегмента AR-навигации в автомобильной промышленности.[2] Ведущие автопроизводители, такие как Volkswagen, Mercedes-Benz [3], BMW [7], Kia [14], а также технологические компании, включая Harman [15], Raythink [12], Huawei [16], Zeekr [17] и российский проект "Атом" [13], активно внедряют или разрабатывают собственные AR-HUD решения. Некоторые разработчики рассматривают AR-HUD не только как инструмент повышения безопасности и удобства, но и как портал в автомобильную "метавселенную", предоставляя новые возможности для развлечений и взаимодействия.[7]

Однако активное продвижение AR-HUD [2] с упором на повышение безопасности [1] создает определенный парадокс. С одной стороны, технология действительно может снизить риски, помогая водителю.[1] С другой стороны, чрезмерное доверие и зависимость пользователей от этих систем [20], формируемые маркетинговыми обещаниями, могут оказаться опасными. Сами системы AR-HUD представляют собой сложные комплексы аппаратного и программного обеспечения [4], подверженные как техническим ограничениям (например, задержкам или неточностям при определенных условиях [5]), так и киберугрозам (взлом, спуфинг [10]). Таким образом, акцент на безопасности в продвижении AR-HUD может непреднамеренно повысить риски, если пользователи станут излишне полагаться на потенциально ненадежную или скомпрометированную технологию.

1.2. Мобильные AR-приложения для навигации

Другим активно развивающимся направлением является использование AR в мобильных навигационных приложениях. Эти приложения используют камеру смартфона или планшета для анализа окружающей обстановки и наложения на нее виртуальных навигационных указаний, таких как стрелки, маршрутные линии, маркеры пунктов назначения или информация об объектах.[6] Яркими примерами являются функция Live View в Google Maps [23], аналогичные возможности в Petal Maps [24], а также специализированные платформы и приложения от компаний ARway [2], 22Miles [2], Mapbox [2], Sygic [2] и многих других.[2]

Основная сфера применения таких приложений – пешеходная навигация, особенно в сложных городских условиях с плотной застройкой или внутри больших зданий (торговые центры, аэропорты, вокзалы, больницы, кампусы университетов), где традиционные 2D-карты могут быть неинформативны.[2] AR-навигация также используется в туристических гидах для интерактивного исследования достопримечательностей и поиска объектов инфраструктуры (POI), таких как банкоматы или кафе.[23]

Преимущества мобильной AR-навигации заключаются в ее интуитивности и наглядности. Визуальные подсказки, наложенные на реальный мир, воспринимаются легче, чем абстрактные схемы на карте, что улучшает пользовательский опыт и снижает вероятность ошибки.[23] Для работы таких приложений используются платформы ARKit от Apple и ARCore от Google [2], технологии визуального позиционирования (Visual Positioning System, VPS), распознавание QR-кодов или изображений для привязки к местности, особенно внутри помещений.[24] Сегмент AR-навигации внутри помещений (indoor navigation) демонстрирует особенно высокие темпы роста.[2]

Распространение мобильных AR-приложений для навигации [2], особенно для сложных сред и помещений, существенно расширяет потенциальную поверхность атаки для дезинформации, связанной с местоположением. В отличие от традиционной навигации, уязвимой в основном к спуфингу GPS-сигналов [21], мобильная AR-навигация, особенно внутри зданий [2], часто опирается на визуальные маркеры, VPS, предварительно созданные карты помещений или распознавание образов.[24] Это создает новые векторы атак: злоумышленники могут попытаться подменить визуальные маркеры (например, QR-коды), внести искажения в цифровые карты помещений, хранящиеся на сервере, или атаковать сами алгоритмы распознавания изображений. Таким образом, дезинформация может быть внедрена не только путем подделки спутниковых сигналов, но и через манипуляцию визуальными ориентирами или картографическими данными, на которые полагается AR-приложение.[10]

1.3. AR в общественном транспорте и инфраструктуре

Технологии AR находят применение и в сфере общественного транспорта, а также при планировании и демонстрации транспортной инфраструктуры. Разрабатываются информационные системы, позволяющие пассажирам получать актуальную информацию о расписаниях и маршрутах, просто наведя камеру смартфона на остановку или транспортную карту.[1] Примером может служить проект для транспортной администрации Вильнюса (Литва), где AR-приложение по сканированию городской карты показывает маршруты, время в пути и прибытия автобусов.[27]

Инновационным является использование AR для визуализации и общественного обсуждения проектов развития транспортной инфраструктуры. Так, в рамках инициативы LinkUS по расширению транзитной сети в Колумбусе, штат Огайо, стартап inCitu разработал AR-приложение, позволяющее пассажирам автобусов и посетителям сайта проекта увидеть предлагаемые линии скоростного транспорта и станции, наложенные на реальное окружение.[28] Это помогает жителям лучше понять планируемые изменения, их влияние на городскую среду и преимущества проекта, способствуя вовлечению общественности и сбору обратной связи.[28] Технически такие решения часто базируются на геоинформационных системах (например, ArcGIS) и 3D-моделировании.[29]

Кроме того, технологии AR и VR (виртуальной реальности) применяются для обучения персонала транспортной отрасли, позволяя отрабатывать различные рабочие ситуации и навыки эксплуатации оборудования в безопасной виртуальной среде без использования дорогостоящих тренажеров.[30] AR также может использоваться для помощи в техническом обслуживании и ремонте транспортных средств или инфраструктуры, предоставляя техническим специалистам подсказки и инструкции в режиме реального времени [[1] (авиация/судоходство), [53]]. В целом, AR рассматривается

как инструмент повышения качества транспортных услуг, особенно для туристов и в незнакомой среде.[1]

Применение AR для информирования общественности и планирования инфраструктуры [28] открывает прямой канал для потенциального влияния на общественное мнение и процессы принятия решений по крупным транспортным проектам. Это выводит риски дезинформации за рамки безопасности индивидуальной навигации, затрагивая более широкие социальные и политические контексты. Проекты вроде LinkUS/inCitu [28] нацелены на формирование позитивного восприятия и поддержки транспортных инициатив. Однако этот же канал может быть использован и в деструктивных целях. Злоумышленники могут создавать поддельные AR-визуализации, демонстрирующие преувеличенные негативные последствия проекта (например, нереалистичные пробки, разрушение зданий) или, наоборот, ложные преимущества конкурирующего проекта. Такая манипуляция общественным мнением и мнением заинтересованных сторон (в [29] упоминается влияние на чиновников) становится возможной благодаря самой технологии, представляя собой форму дезинформации на общественном уровне, специфичную для применения AR в сфере транспортного планирования.

Раздел 2: Уязвимости: Как AR-системы могут быть скомпрометированы

Несмотря на очевидные преимущества, AR-системы в транспорте подвержены различным уязвимостям, которые могут привести к отображению неверной или вводящей в заблуждение информации. Эти уязвимости можно разделить на технические сбои и проблемы с данными, а также на целенаправленные кибератаки.

2.1. Технические сбои и проблемы целостности данных

Даже при отсутствии злого умысла, AR-системы могут предоставлять неточную информацию из-за внутренних технических ограничений и проблем с данными.

Ошибки сенсоров и калибровки: Точность AR-систем критически зависит от данных, поступающих с различных сенсоров: GPS-приемников, камер, лидаров, радаров, инерциальных измерительных модулей (IMU). Ошибки в работе любого из этих сенсоров, проблемы с их калибровкой или неточности в алгоритмах слияния данных (sensor fusion), на которые полагаются AR-HUD [4], могут привести к неверному определению местоположения, ориентации или скорости, и, как следствие, к неправильному позиционированию виртуальных объектов в реальном мире.[4]

Задержка (Latency): Обработка данных с сенсоров, рендеринг графики и ее проецирование требуют времени. Любая значительная задержка (latency) между реальным событием и его отображением в AR может привести к рассинхронизации виртуальных объектов с реальностью, что особенно критично при движении на высоких скоростях.[5] Это признанная техническая проблема AR-систем.[5]

Точность отслеживания (Tracking): Для корректного отображения AR-элементов, особенно в AR-HUD, система должна точно отслеживать положение головы и/или глаз водителя, а мобильные AR-приложения – положение и ориентацию самого устройства. Неточности в трекинге могут вызвать эффект "дрожания", смещения или неправильного наложения виртуальных объектов.[5]

Качество и актуальность данных: AR-системы часто используют внешние данные: картографическую информацию, данные о дорожной обстановке в реальном времени,

информацию о POI. Если эти данные неточны, устарели или содержат ошибки (например, неверные ограничения скорости на карте, неправильно указанный статус POI), AR-система будет отображать ложную информацию.[10]

Влияние условий окружающей среды: Эффективность работы сенсоров (особенно камер и лидаров) и алгоритмов компьютерного зрения может значительно снижаться в неблагоприятных погодных условиях (сильный дождь, туман, снегопад) или при плохом освещении (ночь, сумерки, яркое солнце).[15] Это может приводить к ошибкам в обнаружении объектов или неверной интерпретации дорожной сцены.

Важно понимать, что даже при отсутствии злонамеренных действий, присущие AR-системам технические ограничения (задержки, точность сенсоров, зависимость от внешних условий) [5] создают базовый уровень потенциальной дезинформации. Эта "естественная" ненадежность может иметь двоякие последствия. С одной стороны, пользователи, столкнувшиеся с такими техническими сбоями, могут ошибочно принять преднамеренную манипуляцию [10] за обычный глюк системы, что затруднит обнаружение атаки. С другой стороны, частые мелкие сбои могут подорвать доверие пользователей к технологии в целом [20], заставляя их игнорировать даже корректные и полезные предупреждения системы. Эта базовая ненадежность усложняет как разработку доверительных отношений между пользователем и системой, так и выявление целенаправленных информационных атак.

2.2. Киберугрозы: Взлом, вредоносное ПО, атаки

AR-системы, будучи сложными программно-аппаратными комплексами, подключенными к сетям, подвержены разнообразным киберугрозам.

Взлом устройств и систем: Уязвимости могут существовать на различных уровнях: в операционных системах (например, Android, используемый в некоторых носимых устройствах [10]), в прошивках самих AR-устройств (гарнитур, HUD) [32], в платформах разработки (таких как Unity, Node.js, Unreal Engine, используемых для создания AR-приложений [22]), и в самих AR-приложениях.[22] Эксплуатация этих уязвимостей может предоставить злоумышленникам несанкционированный доступ к устройству, возможность изменять его работу или перехватывать данные.

Вредоносное ПО (Malware) и программы-вымогатели (Ransomware): Злоумышленники могут внедрять вредоносный код в AR-приложения, например, через зараженную рекламу или путем эксплуатации уязвимостей.[8] Такое ПО может искажать отображаемую информацию, красть данные, блокировать работу устройства или даже требовать выкуп за восстановление функциональности или неразглашение записанных данных (например, видео взаимодействий пользователя в AR).[10]

Атаки "Человек посередине" (Man-in-the-Middle, MitM): Эти атаки подразумевают перехват и потенциальную модификацию данных, передаваемых между компонентами AR-системы или между системой и внешними серверами (например, серверами карт или трафика).[10] Злоумышленник, вклинившись в канал связи, может подменять легитимные данные на ложные. Это особенно актуально для AR-HUD, которые получают навигационную и другую информацию извне.[22]

Инъекция ложных данных (False Data Injection): Этот тип атаки предполагает прямое внедрение сфабрикованных данных в систему. Например, злоумышленник может

попытаться внедрить поддельные видеокадры в поток данных, предназначенный для AR-HUD, чтобы отобразить несуществующие объекты или скрыть реальные.[22]

Кража учетных данных: Атакующие могут пытаться похитить сетевые или пользовательские учетные данные с AR-устройств, особенно носимых, для получения доступа к другим системам или сервисам.[10]

Уязвимости Интернета вещей (IoT): AR-системы в транспорте часто являются частью более крупной экосистемы подключенных устройств (Connected Vehicles, Smart Infrastructure). Они взаимодействуют с различными сенсорами и другими системами, которые могут иметь собственные уязвимости, наследуя таким образом риски, связанные с IoT.[35]

Конвергенция AR с экосистемами подключенных автомобилей и сложными цепочками поставок программного обеспечения (использование общих платформ разработки вроде Unity [22], интеграция множества сенсоров [15], подключение к облачным сервисам для получения карт и данных о трафике [2]) создает системные риски кибербезопасности. Обнаружение и эксплуатация одной уязвимости в широко используемом компоненте – например, в популярном SDK для разработки AR [22] или в облачном сервисе, предоставляющем данные, – потенциально может скомпрометировать миллионы AR-совместимых автомобилей или устройств одновременно. Это открывает возможность для проведения крупномасштабных кампаний по дезинформации (например, распространение ложных предупреждений или измененных маршрутов [10]) с одновременным воздействием на множество пользователей. Такой сценарий значительно увеличивает потенциальный ущерб по сравнению с атаками на отдельные транспортные средства и отражает риски, характерные для цепочек поставок в традиционной ИТ-сфере.

2.3. Уязвимости систем навигации: Спуфинг и глушение GPS

Поскольку многие AR-системы, особенно навигационные, полагаются на данные Глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS, чаще всего используется GPS), они уязвимы к атакам на эти системы.

GPS-спуфинг (Spoofing): Это атака, при которой злоумышленник использует специальное оборудование (симулятор спутников) для генерации и передачи фальшивых GNSS-сигналов.[21] Эти сигналы имитируют настоящие, но несут ложную информацию о местоположении, скорости или времени. В результате GPS-приемник в AR-системе начинает считать, что находится в другом месте или движется с другой скоростью.[21] Эта уязвимость GNSS известна достаточно давно.[21]

GPS-глушение (Jamming): Целью этой атаки является подавление слабых сигналов GNSS с помощью мощных радиопомех.[37] Помехи могут быть шумовыми (широкополосными) или имитационными (структурно похожими на полезный сигнал).[40] Оборудование для глушения GPS относительно доступно и недорого [38], что повышает распространенность этой угрозы.

Последствия для AR: Для AR-систем, особенно AR-HUD и мобильной навигации, точность позиционирования критически важна. Спуфинг или глушение GPS приводит к неверному определению местоположения, скорости и времени.[21] Это, в свою очередь, вызывает ошибки в работе AR-приложений: наложение виртуальных объектов (стрелок, маркеров, предупреждений) на неправильные места в реальном мире, отображение неверных скоростных ограничений или указаний по маршруту. Кроме того, многие

системы ADAS также используют данные GPS, и их работа может быть нарушена атаками на GNSS.

Хотя спуфинг и глушение GPS [21] представляют угрозу для любых навигационных систем, их воздействие на AR-системы особенно опасно. Традиционная 2D-карта, показывающая немного неверное местоположение, может вызвать неудобство.[21] Однако AR-HUD [5] или мобильное AR-приложение [23] нуждаются в высокоточном позиционировании в реальном времени, чтобы корректно совместить виртуальные элементы с физическим миром – например, наложить навигационную стрелку точно на нужную полосу движения или подсветить препятствие в его реальном местоположении. Даже небольшая ошибка в позиционировании, вызванная GPS-спуфингом [21], может привести к тому, что AR-стрелка укажет на соседнюю полосу, а предупреждение об опасности появится в нескольких метрах от реального объекта. Такое рассогласование превращает AR-дисплей из полезного помощника в источник путаницы и потенциальной опасности [10], усиливая негативные последствия компрометации базовой навигационной системы.

2.4. Атаки по сторонним каналам и риски конфиденциальности данных

AR-системы для своей работы собирают и обрабатывают огромные объемы разнообразных данных о пользователе и его окружении, что порождает специфические риски.

Сбор чувствительных данных: AR/VR устройства оснащены множеством сенсоров, которые собирают данные, включая биометрические (движения глаз, распознавание голоса, жесты рук), пространственные (сканирование и картирование окружения, планировка помещений), поведенческие (взаимодействия с интерфейсом, предпочтения) и данные о местоположении.[8]

Атаки по сторонним каналам (Side-channel attacks): Анализируя данные, которые не предназначены напрямую для передачи информации, но коррелируют с действиями пользователя, злоумышленники могут попытаться восстановить конфиденциальную информацию. Например, исследования показали возможность восстановления текста, набираемого на виртуальной клавиатуре, путем анализа микродвижений головы или рук пользователя, отслеживаемых гарнитурой.[32]

Риски нарушения конфиденциальности: Утечка или несанкционированный доступ к собранным AR-системой данным представляет серьезную угрозу приватности. Эта информация может быть использована для кражи личности, мошенничества, преследования (сталкинга), несанкционированного отслеживания перемещений или даже шантажа.[8] Особенно чувствительными являются данные о физическом окружении пользователя (например, планировка дома или офиса) и его биометрические характеристики.[8]

Обширный набор сенсорных данных, собираемых AR-системами для обеспечения их основной функциональности (отслеживание головы, глаз, картографирование окружения) [8], создает богатые возможности для атак по сторонним каналам [32] и нарушений конфиденциальности.[8] Эти данные потенциально могут быть использованы для вывода контекста или состояния пользователя, что, в свою очередь, открывает путь для более целенаправленных и эффективных атак дезинформации. Например, данные отслеживания глаз могут указывать на сонливость водителя, а анализ движений головы –

на отвлечение внимания. Злоумышленник, получивший доступ к таким данным [32], теоретически мог бы адаптировать свою атаку: отобразить фальшивое срочное предупреждение, когда система фиксирует признаки усталости, или, наоборот, скрыть реальное предупреждение, если данные показывают, что водитель смотрит в другую сторону. Это переводит угрозу с уровня общих атак на уровень персонализированной манипуляции, основанной на предполагаемом состоянии пользователя.

Раздел 3: Дезинформация AR в действии: Потенциальные сценарии и тактики

Уязвимости AR-систем могут быть использованы злоумышленниками для реализации различных сценариев дезинформации, направленных на введение пользователей в заблуждение и создание опасных ситуаций.

3.1. Манипулирование навигацией и указаниями

Атаки могут быть направлены на искажение навигационной информации, предоставляемой AR-системами.

Фальшивые маршруты: Злоумышленники могут попытаться изменить предлагаемый AR-навигацией маршрут, направив водителя или пешехода по ложному пути.[10] Это может быть сделано с целью завести пользователя в опасный район, создать искусственную пробку, направить к месту засады или просто вызвать неудобства. Технически это может быть реализовано через взлом самого навигационного приложения, атаку "человек посередине" на канал передачи данных с картографического сервера или путем GPS-спуфинга.[21]

Фантомные препятствия: Одной из наиболее опасных тактик является отображение на AR-HUD или в мобильном AR-приложении несуществующих объектов или препятствий на пути следования.[10] Это может спровоцировать водителя на резкое торможение или опасный маневр уклонения, что чревато ДТП. Такой эффект может быть достигнут путем инъекции ложных данных в видеопоток AR-HUD [22] или манипуляции данными с сенсоров (например, радара или лидара), отвечающих за обнаружение препятствий.[44]

Неверные указания поворотов/полос: Искажение визуальных подсказок AR-навигации, таких как стрелки направления движения или выделение нужной полосы, может привести к тому, что водитель совершит неправильный маневр на перекрестке или развязке.[10] Причиной может быть как GPS-спуфинг, приводящий к неверному определению местоположения [21], так и прямая манипуляция графическим интерфейсом AR-системы через взлом.

3.2. Изменение восприятия окружения

AR-технологии могут быть использованы для искажения восприятия водителем или пешеходом реальной дорожной обстановки.

Поддельные дорожные знаки: Злоумышленники могут наложить на реальную картинку в AR-HUD или приложении изображение фальшивого дорожного знака (например, несуществующее ограничение скорости, знак "Стоп" там, где его нет, ложный указатель объезда) или скрыть существующий знак.[10] Это может привести к нарушению ПДД или созданию аварийной ситуации.

Искаженные предупреждения об опасностях: AR-системы, интегрированные с ADAS, часто визуализируют предупреждения об опасностях (например, о пешеходах на дороге, автомобилях в слепой зоне). Атакующий может попытаться скрыть реальное

предупреждение или, наоборот, сгенерировать ложное, чтобы отвлечь или напугать водителя.[15] Это может быть реализовано через манипуляцию данными ADAS.[22]

Неверные ограничения скорости: Отображение на AR-HUD некорректного скоростного режима для данного участка дороги (заниженного или завышенного) может спровоцировать водителя на неправильный выбор скорости.

3.3. Вредоносные наложения и социальная инженерия

AR-интерфейс может быть использован для доставки вредоносного контента или осуществления атак методами социальной инженерии.

Обманчивая или вредоносная реклама: В AR-пространство могут быть внедрены рекламные баннеры или всплывающие окна, которые не только отвлекают пользователя, но и могут быть вводящими в заблуждение или даже перекрывать важную навигационную или дорожную информацию.[10] Некоторые AR-платформы изначально предусматривают рекламные возможности.[25]

Фишинг в AR: Злоумышленники могут создавать поддельные интерфейсы (например, окно ввода логина/пароля, имитирующее легитимный сервис), отображаемые в AR, с целью кражи учетных данных или другой конфиденциальной информации пользователя.[8]

Манипуляция доверием: Используя авторитет и кажущуюся достоверность AR-системы, атакующие могут создавать ложные сценарии (например, фальшивые сообщения от официальных служб, ложные предупреждения о неисправности автомобиля), чтобы заставить пользователя совершить определенные действия в интересах злоумышленников.[9]

3.4. Атаки типа "Отказ в обслуживании" (Denial of Service, DoS)

Целью таких атак является нарушение нормальной работы AR-системы, что само по себе может быть опасно в транспортном контексте.

Блокировка AR-HUD: Злоумышленник может вызвать сбой в работе AR-HUD, в результате чего на лобовом стекле появится черный экран, "зависшее" изображение или бессмысленный набор символов. Это лишит водителя важной информации (скорость, навигация, предупреждения) в процессе движения, что является серьезным риском.[10]

Нарушение работы AR-навигации: Атака может быть направлена на то, чтобы прервать предоставление навигационных указаний в самый неподходящий момент, например, перед сложной развязкой или поворотом.

Потенциальные сценарии дезинформации через AR [10] указывают на качественный сдвиг в характере киберугроз. Если традиционные атаки часто фокусируются на краже информации, ее шифровании с целью выкупа или нарушении доступности систем [45], то AR-дезинформация представляет собой активную манипуляцию информацией и искажение реальности. Это более коварная форма атаки, напрямую нацеленная на человеческое восприятие и процессы принятия решений [46] в критически важных для безопасности ситуациях. Защита от таких угроз требует иных стратегий, ориентированных не только на безопасность каналов передачи данных, но и на обеспечение достоверности, целостности и правдоподобности информации на уровне ее представления пользователю, например, с помощью перекрестной проверки данных от разных сенсоров или использования ИИ для обнаружения аномалий в самом AR-интерфейсе.

Раздел 4: Оценка воздействия: Риски для безопасности, доверия и инфраструктуры

Дезинформация, распространяемая через AR-технологии в транспорте, может иметь далеко идущие негативные последствия, затрагивающие безопасность движения, доверие пользователей, функционирование транспортной инфраструктуры, а также финансовые и репутационные аспекты.

4.1. Последствия для безопасности дорожного движения

Прямое влияние AR-дезинформации на безопасность является наиболее очевидным и серьезным риском.

Повышенный риск аварий: Отображение ложных навигационных указаний, фантомных препятствий, поддельных дорожных знаков, сокрытие реальных опасностей или просто отвлечение водителя на ложную информацию может напрямую привести к дорожно-транспортным происшествиям.[35] Статистика аварийности, например, с участием большегрузных автомобилей [48], подчеркивает высокую цену ошибок на дороге.

Ошибки водителей: Вводящая в заблуждение информация может вызвать у водителя растерянность, панику или спровоцировать неадекватные реакции, такие как необоснованное резкое торможение, опасные перестроения или игнорирование реальных сигналов опасности.[44]

Компрометация ADAS: Поскольку AR-системы, особенно AR-HUD, часто тесно интегрированы с системами помощи водителю (ADAS), получая от них данные и визуализируя их работу [5], успешная атака на AR-компонент может нарушить или дискредитировать работу критически важных функций безопасности, таких как предупреждение о столкновении или удержание в полосе.

4.2. Эрозия доверия пользователей

Инциденты, связанные с дезинформацией через AR, могут серьезно подорвать доверие пользователей к этим технологиям и к производителям.

Снижение доверия к AR-технологиям: Даже единичные случаи отображения AR-системами опасной ложной информации, ставшие достоянием общественности, могут вызвать волну недоверия к AR-HUD, мобильным AR-приложениям и связанным с ними функциям ADAS.[8] Восстановить утраченное доверие будет крайне сложно.

Замедление внедрения полезных технологий: Страх перед возможными манипуляциями или негативный опыт использования могут привести к тому, что пользователи будут отказываться от использования AR-функций или с недоверием относиться к новым разработкам в этой области, даже если они объективно повышают безопасность и удобство.[8]

Юридические риски и ответственность: В случае ДТП, предположительно вызванного сбоем или взломом AR-системы, возникает сложный вопрос об определении ответственности.[47] Водитель может утверждать, что действовал на основании ложной информации, предоставленной системой. Производители транспортных средств и разработчики AR-систем могут столкнуться с судебными исками и нести ответственность за ущерб.[47]

4.3. Нарушения в работе инфраструктуры и операционной деятельности

Масштабные или скоординированные атаки с использованием AR-дезинформации могут повлиять на функционирование транспортной системы в целом.

Нарушение транспортных потоков: Если значительное количество водителей, использующих AR-навигацию, будет направлено по ложным маршрутам (например, в объезд несуществующего затора), это может привести к возникновению реальных пробок на альтернативных улицах или к перегрузке определенных участков дорожной сети.[49]

Вмешательство в управление общественным транспортом: Атаки на AR-системы, используемые в общественном транспорте (например, для информирования пассажиров или водителей), могут нарушить графики движения, вызвать сбои в работе диспетчерских служб или систем управления парком.[36]

Экономический ущерб: Последствия включают не только прямые затраты, связанные с ДТП, но и экономические потери от простоев транспорта, нарушения логистических цепочек, снижения пропускной способности дорог.[36] В некоторых юрисдикциях предусмотрена ответственность за создание помех функционированию транспортной инфраструктуры.[50]

4.4. Финансовый и репутационный ущерб

Помимо прямых затрат на ликвидацию последствий инцидентов, компании могут столкнуться с другими видами ущерба.

Прямые финансовые потери: Сюда входят расходы на расследование инцидентов, устранение уязвимостей, отзывные кампании, выплату компенсаций пострадавшим, а также возможные штрафы со стороны регуляторов.[8]

Ущерб репутации бренда: Крупный инцидент с дезинформацией через AR, связанный с известным производителем автомобилей или разработчиком ПО, может нанести серьезный удар по репутации бренда, отпугнув потенциальных клиентов.[8]

Кража данных и мошенничество: Уязвимости в AR-системах могут быть использованы не только для дезинформации, но и для кражи личных данных пользователей (имен, контактов, платежной информации, истории перемещений), что влечет за собой финансовые риски для пользователей и репутационные риски для компаний.[8]

Матрица рисков дезинформации AR в транспорте

Для наглядного представления и сравнения ключевых рисков целесообразно использовать матрицу рисков. В таблице 1 приведена примерная оценка вероятности и серьезности последствий для различных сценариев дезинформации.

Таблица 1: Матрица рисков дезинформации AR в транспорте

Сценарий дезинформации	Вероятность (Likelihood)	Серьезность последствий (Impact Severity)	Общий уровень риска
Поддельные навигационные указания (Маршрут)	Средняя	Высокая (Безопасность, Операции)	Высокий
Фантомные препятствия (AR-HUD)	Низкая-Средняя	Критическая (Безопасность)	Высокий
Фальшивые дорожные знаки (AR-HUD/App)	Низкая-Средняя	Высокая (Безопасность)	Средний-Высокий
Неверные	Средняя	Средняя	Средний

ограничения скорости (AR-HUD)		(Безопасность)	
DoS атака на AR-HUD (Черный экран)	Низкая-Средняя	Высокая (Безопасность)	Средний-Высокий
GPS Spoofing (Влияние на AR)	Средняя	Высокая (Безопасность, Доверие)	Высокий
GPS Jamming (Влияние на AR)	Средняя-Высокая	Средняя-Высокая (Безопасность, Доверие)	Высокий
Вводящая в заблуждение AR-реклама	Средняя	Низкая-Средняя (Безопасность, Доверие)	Низкий-Средний
Фишинг через AR-интерфейс	Средняя	Средняя (Финансы, Приватность)	Средний

Примечание: Оценки вероятности и серьезности являются качественными и могут варьироваться в зависимости от конкретной реализации системы, вектора атаки и контекста использования.

Потенциальные последствия AR-дезинформации выходят за рамки непосредственных инцидентов безопасности.[48] Возникают эффекты второго порядка, такие как эрозия доверия к технологиям [8], и даже эффекты третьего порядка, например, торможение разработки и внедрения потенциально жизненно важных технологий автономного вождения. Крупномасштабная атака с использованием AR-манипуляций может спровоцировать негативную общественную реакцию ("технологический откат") против автоматизации транспортных средств, отсрочив получение обществом долгосрочных преимуществ в области безопасности из-за страха, порожденного возможностью манипулирования реальностью через AR. Таким образом, обеспечение безопасности AR-систем – это не только предотвращение отдельных инцидентов, но и защита будущего развития транспортных технологий.

Раздел 5: Построение устойчивости: Контрмеры и стратегии смягчения последствий

Противодействие угрозам дезинформации через AR в транспорте требует комплексного подхода, включающего технические решения, отраслевые стандарты, регуляторные меры и повышение осведомленности пользователей.

5.1. Технические средства защиты

На техническом уровне необходимо реализовать ряд мер для повышения безопасности и надежности AR-систем.

Надежная аутентификация и шифрование: Применение строгих методов аутентификации, таких как многофакторная аутентификация (MFA), для доступа к системам и пользовательским данным. Обязательное использование шифрования для защиты данных как при их передаче (in transit), так и при хранении (at rest).[8]

Проверка целостности данных и ПО: Внедрение механизмов, гарантирующих, что программное обеспечение и используемые данные не были изменены несанкционированным образом. Это может включать проверку цифровых подписей,

вычисление и сверку хэш-сумм (например, для библиотек DLL [22]), использование безопасной загрузки (secure boot).

Валидация данных и перекрестная проверка сенсоров: Разработка алгоритмов для проверки достоверности и согласованности данных, поступающих от различных сенсоров (Sensor Fusion Integrity Checks).[15] Обнаружение аномалий, указывающих на возможный сбой сенсора или атаку (например, резкое расхождение данных GPS и IMU), может служить триггером для предупреждения пользователя или отключения недостоверной AR-функции. Использование методов искусственного интеллекта (AI) может помочь в выявлении нетипичного поведения системы или аномальных данных.[8]

Безопасная разработка ПО (Secure Software Development Lifecycle, SSDLC): Интеграция требований и практик безопасности на всех этапах жизненного цикла разработки ПО – от проектирования до тестирования и поддержки. Это включает следование принципам безопасного кодирования, проведение регулярных аудитов безопасности и тестов на проникновение (penetration testing), ревью кода и оперативное устранение обнаруженных уязвимостей путем выпуска обновлений (патчей).[8]

Минимизация данных (Data Minimization): Сбор и хранение только тех данных, которые действительно необходимы для функционирования AR-системы. Это позволяет снизить потенциальный ущерб в случае утечки данных.[8]

Изоляция компонентов и сетей (Segmentation): Логическое и физическое разделение различных компонентов AR-системы и автомобильной сети для предотвращения распространения атаки с одного скомпрометированного элемента на другие.

Использование AR для валидации: Сами AR-технологии могут применяться для повышения надежности процессов, связанных с транспортом, например, при контроле качества сборки, техническом обслуживании и логистических операциях, позволяя визуализировать и проверять данные непосредственно на месте.[53]

5.2. Технологии борьбы со спуфингом и глушением GNSS

Учитывая зависимость многих AR-систем от GNSS, необходимы специальные меры для защиты от спуфинга и глушения.

Анти-джемминговые антенны: Использование специализированных антенных систем, таких как CRPA (Controlled Reception Pattern Antenna), которые с помощью нескольких антенных элементов и адаптивной обработки сигналов способны формировать "нули" диаграммы направленности в сторону источников помех, тем самым подавляя их и сохраняя прием полезных сигналов.[39] Также применяются методы фильтрации радиочастотного сигнала.[38]

Многочастотные и многосистемные приемники GNSS: Современные приемники способны принимать сигналы от нескольких навигационных систем (GPS, Galileo, ГЛОНАСС, Beidou) и на разных частотах.[38] Это повышает вероятность приема достаточного количества сигналов даже при наличии помех на некоторых частотах или от некоторых спутников, хотя и не является панацеей от целенаправленных кибератак.[38]

Мониторинг и обнаружение атак: Развертывание систем мониторинга радиочастотного спектра для обнаружения сигналов глушения.[39] Для обнаружения спуфинга могут использоваться методы сравнения данных от нескольких разнесенных в пространстве приемников (атакующий сигнал будет одинаковым для всех, в отличие от

реальных сигналов [21]), анализ характеристик сигнала или специализированное ПО (например, BroadShield), которое выявляет аномалии, характерные для спуфинга.[38]

Инерциальные навигационные системы (INS/IMU): Использование данных от инерциальных датчиков (акселерометров и гироскопов) позволяет продолжать определение местоположения и ориентации в течение некоторого времени после потери сигналов GNSS (режим "holdover").[38] Однако точность INS со временем падает (дрейф), и для ее коррекции требуется синхронизация с надежным источником. Важно, чтобы система могла обнаружить спуфинг, иначе она будет "корректировать" свое положение по ложным данным.[38]

Альтернативные источники позиционирования, навигации и времени (PNT): Развитие и использование альтернативных PNT-технологий, не зависящих от GNSS. К ним относятся наземные радионавигационные системы (например, модернизированная Loran - eLoran), использование сигналов низкоорбитальных спутниковых группировок (например, система Iridium предоставляет сервис STL с мощным и зашифрованным сигналом, устойчивым к глушению и спуфингу [38]), методы визуальной одометрии (определение перемещения по анализу изображений с камер), позиционирование по сигналам Wi-Fi или сотовых сетей.

5.3. Отраслевые стандарты и лучшие практики

Стандартизация играет ключевую роль в обеспечении согласованного уровня кибербезопасности в автомобильной отрасли.

ISO/SAE 21434 "Road Vehicles – Cybersecurity Engineering": Этот международный стандарт является основополагающим документом, определяющим требования к процессам управления рисками кибербезопасности на протяжении всего жизненного цикла электронных и электрических (E/E) систем автомобиля, включая их компоненты и интерфейсы.[45] Стандарт требует от автопроизводителей и поставщиков внедрения системы управления кибербезопасностью (Cybersecurity Management System, CSMS).

Рекомендации NHTSA (Национальное управление безопасности дорожного движения США): NHTSA публикует руководства с лучшими практиками по кибербезопасности для современных транспортных средств, которые во многом соответствуют положениям ISO/SAE 21434.[57] Ведомство также предлагает включить оценку безопасности систем ADAS в программу оценки новых автомобилей (NCAP) [60] и имеет руководства по предотвращению отвлечения водителя, которые, однако, требуют обновления для учета специфики AR-HUD.[35]

Стандарты SAE и ISO по интерфейсам и предупреждениям: Существует ряд стандартов, регламентирующих проектирование человеко-машинных интерфейсов (HMI) в автомобиле, включая приоритезацию сообщений (SAE J2395), методы оценки визуального поведения водителя (SAE J2396), характеристики интерфейсов ADAS (SAE J2400, J2802, J2808), принципы управления диалогом (ISO 15005), спецификации для визуальной и звуковой информации (ISO 15008, ISO 15006).[61] Соблюдение этих стандартов при разработке AR-интерфейсов важно для обеспечения их понятности, предотвращения информационной перегрузки водителя и минимизации отвлекающих факторов.

Правила ООН № 155 (UN Regulation No. 155): Эти правила устанавливают требования к CSMS для получения одобрения типа транспортного средства во многих странах мира и тесно связаны со стандартом ISO/SAE 21434.[52]

5.4. Регуляторные и политические подходы

Государственное регулирование и политика также играют важную роль в смягчении рисков.

Обновление законодательства: Необходимо пересмотреть и адаптировать существующие нормативные акты, например, касающиеся использования электронных устройств за рулем и отвлеченного вождения, чтобы они адекватно отражали особенности использования AR-систем.[35] Возможно, потребуется специальное регулирование для AR-HUD.[47]

Установление ответственности: Четкое законодательное определение ответственности производителей, разработчиков и пользователей в случаях причинения вреда в результате дезинформации через AR-системы.[50]

Требования к сертификации: Рассмотрение возможности введения обязательной сертификации AR-систем для транспортных средств на соответствие требованиям безопасности и кибербезопасности, основанным на признанных стандартах.[52]

Информирование и обучение пользователей: Проведение кампаний по повышению осведомленности водителей и других пользователей о возможностях, ограничениях и потенциальных рисках AR-технологий. Обучение распознаванию признаков аномального поведения системы или возможной атаки.[9]

Сводка контрмер против дезинформации AR

В таблице 2 представлена сводка основных контрмер, сгруппированных по категориям.

Таблица 2: Сводка контрмер против дезинформации AR в транспорте

Категория	Контрмера	Описание	Применимость (Системы / Угрозы)	Ключевые источники
Технические	MFA и Шифрование	Защита доступа и данных	Все AR системы / Взлом, Утечка данных	[8]
	Проверка целостности ПО/Данных	Обнаружение несанкционированных изменений	Все AR системы / Взлом, Malware, MitM	[22]
	Валидация данных / Перекрестная проверка	Обнаружение аномалий и несоответствий в данных сенсоров	AR-HUD, Навигация / Сбои, Спуфинг, Инъекция данных	[15]
	Безопасная разработка ПО (SSDLC)	Внедрение безопасности на всех этапах разработки	Все AR системы / Все киберугрозы	[8]
	Минимизация	Сбор только	Все AR	[8]

	данных	необходимых данных	системы / Утечка данных, Приватность	
	Изоляция компонентов	Ограничение распространения атаки	Все AR системы (особенно интегрированные) / Взлом, Malware	-
Анти-спуфинг/глушение	Анти-джемминговые антенны (CRPA)	Подавление сигналов глушения	GNSS-зависимые AR / Глушение (Jamming)	39
	Многосистемные GNSS приемники	Повышение доступности сигнала	GNSS-зависимые AR / Глушение, (ограниченно) Спуфинг	38
	Обнаружение спуфинга/глушения	Мониторинг спектра, сравнение приемников, ПО для анализа	GNSS-зависимые AR / Спуфинг, Глушение	21
	Инерциальные системы (INS/IMU)	Резервная навигация при потере GNSS (при обнаружении атаки)	GNSS-зависимые AR / Глушение, Спуфинг	38
	Альтернативные PNT (STL, eLoran, VIO)	Использование PNT-источников, не зависящих от GNSS	GNSS-зависимые AR / Глушение, Спуфинг	38
Стандарты/Практики	ISO/SAE 21434 Compliance	Внедрение процессов управления кибербезопасностью	Автомобильные AR / Все киберугрозы	52
	Следование рекомендациям NHTSA	Применение лучших практик кибербезопасности	Автомобильные AR / Все киберугрозы	57
	Соблюдение стандартов HMI (SAE/ISO)	Обеспечение ясности и безопасности интерфейса	AR-HUD, Мобильные AR / Ошибки, Отвлечение, Перегрузка	61
	UN Regulation No. 155	Соответствие требованиям к	Автомобильные AR / Все	52

		CSMS для омологации	киберугрозы	
Регуляторные/ Политика	Обновление ПДД / Регулирование AR	Адаптация правил к новым технологиям	AR-HUD, Мобильные AR / Отвлечение, Неправильное использование	[35]
	Установление ответственности	Законодательное определение вины при инцидентах	Все AR системы / Все угрозы (последствия)	[50]
	Требования к сертификации	Обязательная проверка соответствия стандартам	Все AR системы / Все угрозы	[52]
Пользовательские	Обучение и информирование	Повышение осведомленности о рисках и мерах предосторожности	Все AR системы / Все угрозы (обнаружение, реакция)	[9]

Эффективное противодействие требует целостной стратегии "эшелонированной обороны" (defense-in-depth). Эта стратегия должна сочетать техническую надежность систем [8], строгое соблюдение отраслевых стандартов [52], адаптивные регуляторные рамки [35] и повышение осведомленности пользователей.[9] Полагаться исключительно на технологические решения недостаточно из-за сложности современных систем и постоянно эволюционирующего ландшафта угроз. Устойчивость к AR-дезинформации может быть достигнута только через многоуровневый социотехнический подход, где каждый уровень защиты дополняет другие, создавая множество барьеров для атакующих и механизмы смягчения последствий в случае прорыва одного из уровней обороны.

Раздел 6: Контекстуализация угрозы: Дезинформация AR в сравнении с другими цифровыми рисками

Чтобы правильно оценить значимость угрозы AR-дезинформации в транспорте, полезно сравнить ее с другими известными формами цифровых рисков, такими как дезинформация в социальных сетях, дипфейки и традиционные кибератаки на транспортные системы.

6.1. Сравнение с дезинформацией в социальных сетях и дипфейками

Хотя и AR-дезинформация, и дипфейки/соцсети-фейки направлены на введение в заблуждение, между ними существуют существенные различия.

Механизм доставки и восприятия: Дезинформация в социальных сетях распространяется через платформы, охватывая широкую аудиторию. Дипфейки – это синтетические медиа (видео, аудио, изображения), которые могут распространяться так же.[62] AR-дезинформация, напротив, доставляется непосредственно пользователю через его AR-устройство (HUD, очки, смартфон) и накладывается на его реальное окружение. Это делает ее более персонализированной, контекстно-зависимой и потенциально более

убедительной, так как она интегрируется в непосредственное восприятие реальности пользователем.[10]

Тип контента: Дипфейки и фейки в соцсетях обычно представляют собой манипулированные изображения, видео, аудиозаписи или тексты, часто имитирующие реальных людей или события.[62] AR-дезинформация проявляется в виде искаженных или ложных визуальных указаний, виртуальных объектов, данных или предупреждений, встроенных в реальную сцену (например, фальшивая стрелка навигации, несуществующий знак).[10]

Непосредственность воздействия: Ключевое различие заключается в скорости и характере последствий. AR-дезинформация в транспортном контексте (например, фантомное препятствие на HUD) может привести к немедленным и прямым физическим последствиям, таким как авария.[35] Влияние дипфейков или дезинформации в соцсетях чаще бывает опосредованным – формирование ложного мнения, ущерб репутации, влияние на общественные процессы (например, выборы [62]), хотя и это может иметь серьезные реальные последствия.[62]

Обнаружение: Распознавание дипфейков требует сложных алгоритмов анализа медиаконтента.[62] Обнаружение AR-манипуляций может потребовать сравнения информации, отображаемой AR-системой, с данными от других независимых сенсоров или с базовой реальностью, что крайне сложно сделать пользователю в динамичной дорожной обстановке. Кроме того, эффект "иллюзорной правды" (склонность считать информацию правдивой при повторном столкновении с ней) может усугублять восприимчивость как к дипфейкам, так и к повторяющейся AR-дезинформации.[63]

Масштаб: Дипфейки и фейки в соцсетях могут быстро распространяться вирусно, охватывая огромную аудиторию.[63] Масштаб AR-атак зависит от конкретной уязвимости: это может быть атака на отдельное устройство или, в случае эксплуатации системной уязвимости (например, в популярном ПО или облачном сервисе), массовая атака на множество пользователей одновременно.

6.2. Сравнение с традиционными кибератаками на транспортные системы

AR-дезинформация также отличается от более традиционных кибератак, которым подвергается транспортный сектор.

Цели: Традиционные кибератаки на транспорт часто нацелены на нарушение работы критически важных систем (например, систем управления движением поездов, SCADA-систем в портах или аэропортах), кражу данных (пассажиров, грузов, коммерческой информации), финансовое мошенничество или вымогательство (например, с использованием ransomware).[36] Атаки с использованием AR-дезинформации могут преследовать те же цели (например, вызвать хаос для прикрытия другой атаки), но добавляют уникальную возможность прямого манипулирования восприятием и поведением водителя или другого пользователя в реальном времени.[10]

Векторы атаки: Традиционные атаки часто эксплуатируют уязвимости в сетевой инфраструктуре, серверах, промышленных системах управления (ICS/SCADA). AR-дезинформация добавляет к этому новые векторы атаки, связанные с уязвимостями самих AR-устройств (HUD, очков, смартфонов), AR-приложений, сенсоров, используемых для восприятия мира, и интерфейсов взаимодействия человека с машиной.[8]

Последствия: Последствия традиционных атак включают сбои в расписании, финансовые потери, утечки конфиденциальных данных, нарушение логистики.[36] AR-дезинформация добавляет к этому повышенный риск немедленных физических инцидентов (аварий, травм) из-за преднамеренного искажения воспринимаемой реальности.[35]

6.3. Оценка относительного воздействия и неотложности угрозы AR-дезинформации

На данный момент угроза AR-дезинформации в транспорте носит скорее потенциальный характер. Хотя базовые технологии для атак существуют и их уязвимости демонстрировались в исследовательских работах (например, GPS-спуфинг [21], взлом VR/AR систем [8], атаки на системы машинного зрения [44]), сообщений о реальных, широкомасштабных и успешных атаках с использованием AR для дезинформации водителей пока не поступало (или они не были обнародованы).

Однако по мере все более глубокого проникновения AR-технологий в транспортные средства и инфраструктуру [2], а также с ростом сложности этих систем и их интеграции с ADAS и функциями автономного вождения [49], потенциал для таких атак и серьезность их последствий будут неуклонно возрастать.

При сравнении воздействия различных видов цифровой дезинформации, можно отметить, что дипфейки и фейки в соцсетях способны оказывать мощное влияние на общественное мнение, политические процессы и социальную стабильность.[62] Однако AR-дезинформация в транспортном контексте несет уникальный риск причинения немедленного физического вреда людям в их повседневной жизни.[31]

Хотя задокументированные примеры эксплуатации уязвимостей в основном касаются общих AR/VR систем [8] или фундаментальных технологий, таких как GPS [21], уникальная опасность AR-дезинформации в транспорте заключается в ее способности "вооружить" сам интерфейс взаимодействия против пользователя в режиме реального времени. Она позволяет преодолеть разрыв между киберпространством и физическим миром с потенциально летальной непосредственностью. Это отличает ее от утечек данных или фейков в социальных сетях и повышает потенциальную серьезность последствий, даже если текущая вероятность сложных атак оценивается как более низкая по сравнению с более распространенными киберугрозами. Атака на AR-систему в автомобиле [10] напрямую изменяет восприятие водителем его непосредственного физического окружения в тот момент, когда он с ним взаимодействует. Фальшивый знак "Стоп", спроецированный взломанным HUD [10], – это не просто ложная информация; это прямая инструкция в реальном времени, интегрированная в физическую задачу вождения и требующая немедленной физической реакции (торможения) на основе манипулированного сенсорного ввода. Такая тесная связь между цифровой манипуляцией и немедленным физическим действием в критически важном для безопасности контексте делает потенциальную серьезность AR-атак исключительно высокой, оправдывая проактивное внимание к этой проблеме даже при отсутствии масштабных инцидентов на сегодняшний день.

Раздел 7: Заключение и Рекомендации

Анализ текущего состояния и перспектив развития AR-технологий в транспортном секторе выявил как значительные преимущества, так и серьезные потенциальные риски, связанные с возможностью дезинформации пользователей.

7.1. Обобщение ключевых выводов

Активное внедрение: Технологии дополненной реальности, включая AR-HUD, мобильные навигационные приложения и информационные системы для общественного транспорта, активно внедряются, обещая повысить безопасность, эффективность и удобство (Раздел 1).

Существующие уязвимости: AR-системы подвержены как техническим сбоям (ошибки сенсоров, задержки, неточности данных), так и киберугрозам (взлом, вредоносное ПО, атаки MitM, GPS-спуфинг/глушение), которые могут привести к отображению неверной или вводящей в заблуждение информации (Раздел 2).

Реалистичные сценарии атак: Существуют правдоподобные сценарии преднамеренной дезинформации через AR, включая манипуляцию навигацией, подделку дорожных знаков, создание фантомных препятствий, фишинг и DoS-атаки (Раздел 3).

Серьезные риски: Последствия AR-дезинформации могут быть крайне серьезными, включая прямую угрозу безопасности дорожного движения и жизни людей, подрыв доверия пользователей к новым технологиям, нарушение работы транспортных систем и значительный финансовый и репутационный ущерб (Раздел 4).

Многоуровневая защита: Для противодействия этим угрозам необходим комплексный подход, сочетающий технические средства защиты (шифрование, валидация данных, анти-спуфинг), соблюдение отраслевых стандартов (ISO/SAE 21434), адаптивное регулирование и повышение осведомленности пользователей (Раздел 5).

Уникальность угрозы: AR-дезинформация в транспорте отличается от других цифровых угроз (дипфейки, традиционные кибератаки) своим потенциалом немедленного физического воздействия путем искажения восприятия реальности в критически важных ситуациях (Раздел 6).

7.2. Оценка общего уровня угрозы

Оценка общего уровня угрозы AR-дезинформации в транспорте требует рассмотрения как вероятности возникновения атак, так и серьезности их потенциальных последствий.

Вероятность: Вероятность реализации простых атак, использующих известные уязвимости (например, GPS-спуфинг [21]) или базовые недостатки безопасности AR/VR систем [32], оценивается как средняя и, вероятно, будет расти по мере распространения технологии. Вероятность осуществления сложных, целенаправленных атак на передовые AR-системы (например, новейшие AR-HUD [22]) в настоящее время может быть ниже, но также имеет тенденцию к росту с развитием инструментов атаки и повышением мотивации злоумышленников. Для более точной количественной оценки вероятности необходимы дальнейшие исследования и сбор данных об инцидентах.[44]

Серьезность: Потенциальная серьезность последствий AR-дезинформации, особенно в части влияния на безопасность дорожного движения и жизнь людей, оценивается как высокая или даже критическая.[35] Даже единичный успешный инцидент может иметь катастрофические результаты.

Общий вывод: Учитывая высокую потенциальную серьезность последствий, угрозу AR-дезинформации в транспорте следует считать реальной и требующей серьезного внимания со стороны всех заинтересованных сторон. Необходимо принятие проактивных мер по снижению рисков, не дожидаясь массовых инцидентов.

7.3. Рекомендации для заинтересованных сторон

Для эффективного управления рисками AR-дезинформации требуется скоординированная работа различных участников.

Производителям транспортных средств и разработчикам AR-систем:

Применять подход "Безопасность через проектирование" (Security by Design), интегрируя требования кибербезопасности на самых ранних этапах разработки.

Строго следовать отраслевым стандартам, в первую очередь ISO/SAE 21434 [52], и внедрять надежные системы управления кибербезопасностью (CSMS).

Проводить тщательное и регулярное тестирование на уязвимости, включая тесты на проникновение и анализ безопасности компонентов от сторонних поставщиков.

Разрабатывать и внедрять механизмы обнаружения аномалий, проверки целостности данных и отказоустойчивости AR-систем.

Обеспечивать возможность безопасного и своевременного обновления программного обеспечения для устранения уязвимостей на протяжении всего жизненного цикла продукта.

Регуляторам и государственным органам:

Разработать или обновить нормативно-правовую базу, учитывающую специфику использования AR-технологий в транспорте, включая вопросы безопасности, кибербезопасности, защиты данных и отвлечения водителя.

Стимулировать принятие и соблюдение отраслевых стандартов кибербезопасности.

Рассмотреть возможность введения требований к обязательной сертификации AR-систем, предназначенных для использования в транспортных средствах.

Содействовать обмену информацией об угрозах и инцидентах между участниками отрасли.

Исследовательскому сообществу:

Продолжать углубленное изучение уязвимостей AR-систем (аппаратного и программного обеспечения, протоколов, алгоритмов).

Разрабатывать новые и совершенствовать существующие методы обнаружения атак (включая спуфинг, инъекцию данных, манипуляции) и защиты от них.

Исследовать человеческий фактор: как пользователи взаимодействуют с AR-интерфейсами, как они реагируют на потенциально ложную информацию, и как повысить их способность распознавать аномалии.

Разрабатывать метрики и методологии для оценки надежности, устойчивости и безопасности AR-систем.[68]

Пользователям AR-систем:

Проявлять осведомленность о возможностях и ограничениях используемых AR-систем.

Не полагаться слепо на информацию, отображаемую AR-устройствами, сохранять критическое мышление и сверяться с реальной обстановкой.

Сообщать производителям или разработчикам о любых подозрительных сбоях или аномальном поведении системы.

Использовать доступные средства защиты, такие как установка обновлений ПО и применение надежных паролей (где применимо).

7.4. Перспективы на будущее

Угроза AR-дезинформации в транспорте будет эволюционировать вместе с развитием самих технологий. В будущем следует ожидать:

Необходимость непрерывного мониторинга: Потребуется постоянный мониторинг новых угроз, уязвимостей и тактик злоумышленников, а также адаптация защитных мер.

Важность сотрудничества: Эффективное противодействие угрозам невозможно без тесного сотрудничества между автопроизводителями, поставщиками технологий, регуляторами, исследователями и специалистами по кибербезопасности.

Двойственная роль ИИ: Искусственный интеллект будет играть все большую роль как в создании более изощренных атак (например, генерация реалистичных ложных объектов или сценариев [62]), так и в разработке продвинутых систем защиты (например, для обнаружения аномалий в данных или поведении системы [8]).

Баланс между инновациями и безопасностью: Ключевой задачей для отрасли станет нахождение правильного баланса между стремлением к инновациям и внедрением новых AR-функций и необходимостью обеспечения высочайшего уровня безопасности и надежности этих систем.

В заключение, хотя AR-технологии открывают захватывающие перспективы для транспортной отрасли, потенциальный риск их использования для дезинформации нельзя недооценивать. Проактивный, многоуровневый и совместный подход к обеспечению безопасности является необходимым условием для того, чтобы реализовать преимущества AR, минимизировав при этом связанные с ними угрозы.

Список литературы:

1. Real Examples and Use Cases of Augmented Reality (AR) in Transportation - Capsule Sight, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://capsulesight.com/arglasses/real-examples-and-use-cases-of-augmented-reality-ar-in-transportation/

2. Augmented Reality Navigation Market Set to Reach USD 21.68 Billion by 2032, Fueled by Technological Advancements and Sector Adoption | SNS Insider - GlobeNewswire, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.globenewswire.com/news-release/2025/04/09/3058566/0/en/Augmented-Reality-Navigation-Market-Set-to-Reach-USD-21-68-Billion-by-2032-Fueled-by-Technological-Advancements-and-Sector-Adoption-SNS-Insider.html

3. Augmented Reality Navigation Market | Industry Report, 2030 - Grand View Research, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/augmented-reality-navigation-market-report

4. Automotive Augmented Reality Head-Up Displays - PMC, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11052328/

5. All You Need to Know About AR Heads Up Displays | Basemark, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.basemark.com/news/all-you-need-to-know-about-

ar-heads-up-displays/

6. Навигация с дополненной реальностью: где и как применяется - Easyteka, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://easyteka.online/blog/primenenie/navigatsiya-s-dopolnennoi-realnostyu

7. Объяснение: использование дополненной реальности в автомобилестроении -, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://reads.alibaba.com/ru/explainer-augmented-reality-use-in-automotive/

8. VR & AR Security Risks: What You Need to Know - Digital Experience, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.digitalexperience.live/vr-ar-security-risks-what-you-need-know

9. Exploring the Security Risks of VR and AR | Tripwire, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.tripwire.com/state-of-security/exploring-security-risks-vr-and-ar

10. AR Security & VR Security - Kaspersky, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://usa.kaspersky.com/resource-center/threats/security-and-privacy-risks-of-ar-and-vr

11. Augmented Reality HUD (AR HUD), In-Vehicle Metaverse - FIC Automotive, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.fic.com.tw/automotive/ar-hud/

12. Новый автодисплей дополненной реальности от Raythink помогает с навигацией и спасает от аварий | Голографика, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://holographica.space/news/raythink-ar-hud-opticalcore/

13. AR HUD - проекционный дисплей с дополненной реальностью - YouTube, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.youtube.com/watch?v=bkiOszR17Sw

14. Проекционный дисплей: что это и как работает - Kia, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.kia.ru/press/magazine/j113/

15. HARMAN Ready Vision: AR HUD for Safer Driving | HARMAN ..., дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://car.harman.com/experiences/harman-ready-vision-ar-hud

16. Huawei представила AR-HUD на выставке IAA Mobility 2021 - iXBT.com, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.ixbt.com/live/car/huawei-predstavila-ar-hud-na-vystavke-iaa-mobility-2021.html

17. Руководство пользователя ZEEKR X. Глава 8: Запуск и вождение, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://zeekr-avto.ru/usermanual/x/start

18. HUD: проекция будущего - Компоненты и технологии, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://kit-e.ru/hud/

19. Разработчики российского электромобиля «Атом» показали в деле проекционный AR-дисплей - 3DNews, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://3dnews.ru/1103400/stali-izvestni-podrobnosti-o-proektsionnom-displee-elektromobilya-atom

20. Augmented Reality for Vehicle-Driver Communication: A Systematic Review - MDPI, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.mdpi.com/2313-576X/8/4/84

21. Navigation systems are easy prey for hackers | Newsportal - Ruhr ..., дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://news.rub.de/english/2016-05-04-it-security-navigation-systems-are-easy-prey-hackers

22. arxiv.org, дата последнего обращения: апреля 22, 2025,

https://arxiv.org/pdf/2407.15984

23. 7 Powerful AR Apps Revolutionizing Mobile Development, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.go-globe.com/ar-apps-transforming-mobile-development/

24. AR navigation - VML, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.vml.com/insight/ar-navigation

25. Augmented Reality (AR) - Digital Signage & Wayfinding Software | 22Miles, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.22miles.com/solutions/ar/

26. Augmented Reality Navigation 4+ - App Store, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://apps.apple.com/us/app/augmented-reality-navigation/id1580627021

27. augmented reality smart transport. ar city card. - Nsocial, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.nsocialtr.com/interactive-city-card-ar-augmented-reality-transportation-ar-smart-cities.html

28. What Augmented Reality Means for Urban Infrastructure Webinar Recording and Summary, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://localinfrastructure.org/resources/what-augmented-reality-means-for-urban-infrastructure-webinar-recording-and-summary/

29. Georeferencing Augmented Reality Brings a Proposed Transit Project to Life - Esri, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/georeferencing-augmented-reality-brings-a-proposed-transit-project-to-life

30. ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ VR И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ AR) НА ТРАНСПОРТЕ | РУТ (МИИТ), дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.miit.ru/news/176229

31. Using Augmented Reality Technology to Improve the Quality of Transport Services, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.researchgate.net/publication/338968397_Using_Augmented_Reality_Technology_to_Improve_the_Quality_of_Transport_Services

32. Virtual reality headsets are vulnerable to hackers | UCR News | UC ..., дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://news.ucr.edu/articles/2023/08/08/virtual-reality-headsets-are-vulnerable-hackers

33. Исследователи обнаружили новый способ захвата VR-гарнитур через режим разработчика | Компьютерра, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.computerra.ru/294851/issledovateli-obnaruzhili-novyj-sposob-zahvata-vr-garnitur-cherez-rezhim-razrabotchika/

34. Безопасность дополненной и виртуальной реальности - Лаборатория Касперского, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/security-and-privacy-risks-of-ar-and-vr

35. User Safety in AR/VR: Protecting Adults | ITIF, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://itif.org/publications/2023/01/17/user-safety-in-ar-vr-protecting-adults/

36. Digital safeguards: Navigating cybersecurity in transportation, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://cybersecurityguide.org/industries/transportation/

37. Как сбивают дроны и беспилотники? - статьи CopterTime, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://coptertime.ru/reviews/articles/kak-sbivayut-drony-i-

bespilotniki/

38. Securing Critical Infrastructures from Jamming and Spoofing Cyberattacks, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://safran-navigation-timing.com/securing-critical-infrastructures-from-jamming-and-spoofing-cyberattacks/

39. Effective strategies to combat GPS jamming - Moxso, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://moxso.com/blog/effective-strategies-to-combat-gps-jamming

40. Противодействие спуфингу и повышение помехоустойчивости аппаратуры потребителя глобальных навигационных спутниковых систем Текст научной статьи по специальности «Электротехника, электронная техника, информационные технологии - КиберЛенинка, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://cyberleninka.ru/article/n/protivodeystvie-spufingu-i-povyshenie-pomehoustoychivosti-apparatury-potrebitelya-globalnyh-navigatsionnyh-sputnikovyh-sistem

41. защита каналов связи от воздействия рэб - Geochronic, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://geochronic.ru/images/5/5a/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D1%8B_%D0%BE%D1%82_%D0%A0%D0%AD%D0%91.pdf

42. Противодействие беспилотным летательным аппаратам - Издательство «Наукоемкие технологии, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://publishing.intelgr.com/archive/Makarenko-Protivodeystvie-BPLA.pdf

43. GPS Spoofing: Should Operators Be Concerned? | NBAA - National Business Aviation Association, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://nbaa.org/news/business-aviation-insider/2024-03/gps-spoofing-should-operators-be-concerned/

44. π-Jack: Physical-World Adversarial Attack on Monocular Depth Estimation with Perspective Hijacking - USENIX, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.usenix.org/system/files/usenixsecurity24-zheng.pdf

45. ISO 21434: Automotive Cybersecurity Solutions - Intertek, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.intertek.com/automotive/cybersecurity/

46. Virtual Frontlines: The Cognitive Warfare Implications of Hackable AR Technology in Military Operations - Divergent Options, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://divergentoptions.org/2024/04/15/virtual-frontlines-the-cognitive-warfare-implications-of-hackable-ar-technology-in-military-operations/

47. How to Navigate Automotive AR's Legal Challenges | Built In, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://builtin.com/articles/how-navigate-automotive-ar-legal-challenges

48. How AI Tools Improve Driver Safety | Supply & Demand Chain Executive, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.sdcexec.com/software-technology/ai-ar/article/22936644/trimble-transportation-how-ai-tools-improve-driver-safety

49. Data Poisoning Attacks in Intelligent Transportation Systems: A Survey - arXiv, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://arxiv.org/pdf/2407.15855?

50. Фейковые новости: кто привлекается к ответственности за их распространение, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.garant.ru/news/1451881/

51. ИНФОРМАЦИОННАЯ ГИГИЕНА ИЛИ КАК НЕ СТАТЬ ЖЕРТВОЙ

ДЕЗИНФОРМАЦИИ, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://taim.by/Content/Images/info111.pdf

52. ISO/SAE 21434 Certification | US | TÜV Rheinland, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.tuv.com/usa/en/iso-sae-21434-audit-and-certification.html

53. AR / VR Solutions & Services - Technosoft Engineering, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://technosofteng.com/digital-manufacturing-consulting/smart-manufacturing/ar-vr-solutions-services/

54. Virtual Reality & Augmented Reality in Automotive and Transportation | iQ3Connect, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://iq3connect.com/industries/automotive-vr-ar/

55. AR Solutions for the Logistics Industry | VSight, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://vsight.io/blog/ar-solutions-for-the-logistics-industry/

56. Use of Augmented Reality as a Tool to Support Cargo Handling Operations at the CARGO Air Terminal - PMC, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10891621/

57. Does Implementation of ISO/SAE 21434 Bring NHTSA's Cybersecurity Best Practices Along For the Ride? - BG Networks, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://bgnetworks.com/does-implementation-of-iso-sae-21434-bring-nhtsas-cybersecurity-best-practices-along-for-the-ride/

58. An Overview of ISO 21434 for Automotive Cybersecurity - PTC, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.ptc.com/en/blogs/alm/iso-21434-for-automotive-cybersecurity

59. Drive Your Cybersecurity for Road Vehicles with an ISO/SAE 21434 Audit | SGS Argentina, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.sgs.com/en-ar/news/2023/10/drive-your-cybersecurity-for-road-vehicles-with-an-iso-sae-21434-audit

60. NCAP-ADAS-RFC-03-03-2022-web.pdf - NHTSA, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/2022-03/NCAP-ADAS-RFC-03-03-2022-web.pdf

61. SAE and ISO Standards for Warnings and Other Driver Interface Elements: A Summary Heejin Jeong and Paul Green, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/134039/103248.pdf

62. Deepfakes and Disinformation: What impact could this have on elections in 2024? - techUK, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.techuk.org/resource/deepfakes-and-disinformation-what-impact-could-this-have-on-elections-in-2024.html

63. Full article: Social Media News Use Amplifies the Illusory Truth Effects of Viral Deepfakes: A Cross-National Study of Eight Countries, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08838151.2024.2410783

64. NSA, U.S. Federal Agencies Advise on Deepfake Threats, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.nsa.gov/Press-Room/Press-Releases-Statements/Press-Release-View/Article/3523329/nsa-us-federal-agencies-advise-on-deepfake-threats/

65. The Rise of Artificial Intelligence and Deepfakes - Buffett Institute for Global Affairs, дата последнего обращения: апреля 22, 2025,

https://buffett.northwestern.edu/documents/buffett-brief_the-rise-of-ai-and-deepfake-technology.pdf

66. Can Augmented Reality Address Highway Construction Challenges? | FHWA, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://highways.dot.gov/public-roads/summer-2020/can-augmented-reality-address-highway-construction-challenges

67. Comparison of Haptic and Augmented Reality Visual Cues for Assisting Tele-manipulation, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://par.nsf.gov/servlets/purl/10348191

68. A New Framework of Software Obfuscation Evaluation Criteria - arXiv, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.arxiv.org/pdf/2502.14093

69. Property Existence Inference against Generative Models - USENIX, дата последнего обращения: апреля 22, 2025, https://www.usenix.org/system/files/usenixsecurity24-wang-lijin.pdf

ӘОЖ 004.942

Узденбаев Жанбай Шуйншалиевич,
т.ғ.к., оқытушы-дәріскер
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

Исабай Нұрым Биғазыұлы, Тұрсұнтай Ерсен Мұхитұлы
2курс студенттері
«Ақпараттық технологиялар және жасанды интеллект» кафедрасы
І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті
(Талдықорған қ., Қазақстан)

АЛАКӨЛДІҢ ДЕҢГЕЙІ ӨЗГЕРІСТЕРІН ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛДЕУ

Аңдатпа: Қазақстан мен Қытай шекарасында орналасқан Алакөл өңірдің экологиясы үшін де, балық аулаумен, туризммен және ауыл шаруашылығымен айналысатын жергілікті халық үшін де елеулі мәнге ие. Су деңгейінің өзгеруі биологиялық әртүрлілікке, судың сапасына және көлге іргелес өңірлердің экономикалық белсенділігіне әсер етеді. Сондықтан цифрлық модельдеу нақты болжамдар мен қоршаған ортаны қорғау және су ресурстарын басқару саласында сараланған шешімдер қабылдауды жеңілдетеді. Жұмыста геоақпараттық жүйелерден алынған деректер негізінде су деңгейінің өзгеруін бағалауға математикалық статистика, қолданбалы математика әдістері, компьютерлік программалар пайдалынылған. Алынған нәтижелер Алакөлдегі су деңгейінің 2024 жылмен салыстырғанда 2035 жылы 136 *см* дейін жоғарылауы мүмкін екендігін болжайды. Алакөл деңгейі өзгерістерін цифрлық модельдеу өңірдің экожүйесіндегі болашақ өзгерістерді түсіну және болжау үшін қуатты құрал ұсынып, стратегиялық тұрғыда жаңа мүмкіндіктер ашады.

Болашақта кешенді деректер мен технологияларды ықпалдастыра отырып, зерттеулерді жалғастыру және модельдерді кеңейту қажеттілігі бар.

Кілт сөздер: Алакөл деңгейі өзгерістері, математикалық модель, цифрлық модельдеу

Кіріспе

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Шығыс Қазақстанда орналасқан Алакөл деңгейінің өзгеруі аймақ үшін экологиялық және әлеуметтік-экономикалық маңызы бар елеулі проблема. Соңғы онжылдықтарда су деңгейінің айқын ауытқуы байқалады, бұл климаттың өзгеруіне, антропогендік қызметке және табиғи процестерге байланысты. Бұл өзгерістер биологиялық әртүрлілікке, балық өндіруге, сондай-ақ жергілікті халықтың өміріне әсер етеді. Осылайша, бұл өзгерістерді цифрлық модельдеу олардың себептері мен салдарларын түсіну үшін, сондай-ақ су ресурстарын басқару жөніндегі тиімді іс-шараларды әзірлеу үшін маңызды құрал.

Зерттеу мақсаты - Алакөл деңгейінің өзгерістерінің цифрлық моделін әзірлеу. Деректерді нақты түсіндіру су деңгейінің динамикасындағы заңдылықтарды анықтауға және оның болашақта өзгеруі мүмкін сценарийлерін болжауға мүмкіндік береді.

Зерттеу нысаны - Алакөл және оның су жинау бассейні, зерттеу нысанасы Алакөлдің су деңгейінің өзгеруі.

Зерттеу міндеттері

Алға қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттерді шешілді:

1. 2000 -2024 жылдардағы Алакөл деңгейінің ауытқуы туралы қолда бар деректерге талдау жүргізу.

2. Су деңгейінің өзгеруіне байланысты процестерді көрсететін цифрлық моделді әзірлеу және баптау.

4. Жиналған деректер негізінде модельді верификациялау.

5. Алынған модель негізінде көлдің деңгейі өзгеруінің болашақ сценарийлерін бағалау.

Жұмыстың жаңашылдығы - Алакөлдің деңгейінің өзгерістерін кешенді зерделеу үшін цифрлық модельдеу мен үлкен деректерді талдаудың қазіргі заманғы әдістеріне интеграциялауға бейімдеу. Жұмыс зерттеуге цифрлық және сапалық талдау әдістерін қамтитын жаңа тәсілді ұсынады. Алынған нәтижелер экология және су ресурстарын басқару саласындағы болашақ зерттеулер үшін, сондай-ақ су айдындарын қорғау және климаттың өзгеруіне бейімделу жөніндегі практикалық ұсынымдар үшін негіз бола алады.

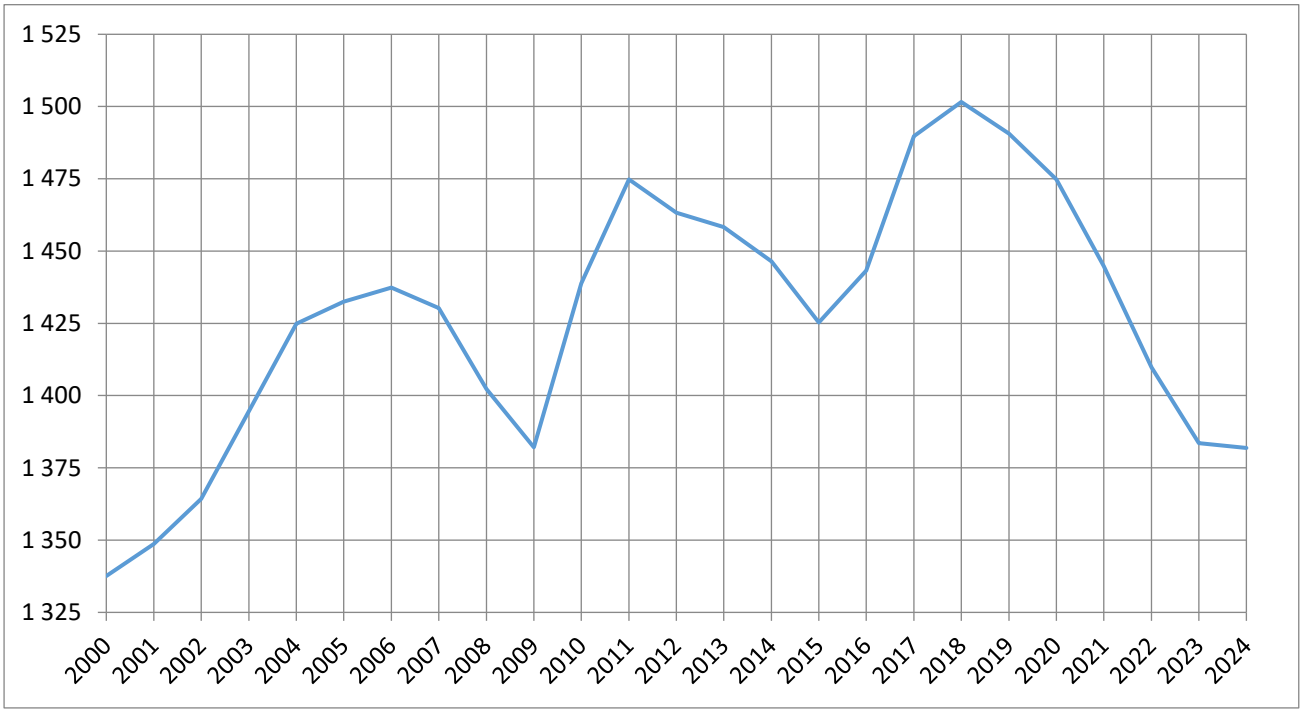
1 Алакөл деңгейінің өзгеру динамикасы

Алакөлдің деңгейін цифрлық модельдеу үшін 2000 жылдан 2024 жылға дейінгі аралықтағы деректер пайдаланылды [1]. Жыл сайынғы орташа мәндер мен айлық көрсеткіштер зерттелді, 1- кесте, 1- сурет.

Кесте 1. Алакөл деңгейінің өзгеруі

Жыл	Жылдық орташа мән, мБС	Ай											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	1 338	1333	1336	1340	1348	1354	1357	1355	1346	1330	1319	1314	1319
2001	1 349	1323	1328	1332	1344	1360	1373	1372	1368	1358	1346	1343	1337
2002	1 364	1337	1342	1346	1359	1371	1385	1389	1384	1371	1364	1362	1361
2003	1 395	1359	1365	1372	1387	1402	1415	1419	1419	1411	1399	1394	1394
2004	1 425	1398	1402	1412	1425	1439	1447	1448	1443	1433	1419	1418	1414
2005	1 433	1414	1417	1423	1434	1444	1454	1454	1448	1439	1427	1421	1415
2006	1 437	1416	1424	1429	1442	1454	1461	1460	1451	1436	1430	1426	1420
2007	1 430	1420	1423	1428	1437	1447	1452	1452	1444	1432	1417	1408	1403
2008	1 402	1402	1405	1412	1417	1422	1422	1416	1406	1394	1384	1378	1369
2009	1 382	1367	1370	1375	1385	1393	1398	1395	1390	1383	1376	1378	1375
2010	1 439	1378	1382	1393	1414	1446	1471	1477	1473	1464	1459	1454	1455
2011	1 475	1458	1461	1466	1475	1488	1495	1496	1489	1477	1466	1463	1463
2012	1 463	1460	1464	1470	1477	1483	1483	1481	1470	1456	1447	1437	1431
2013	1 458	1440	1443	1449	1461	1471	1477	1478	1475	1466	1453	1447	1440
2014	1 446	1438	1445	1451	1461	1466	1470	1465	1454	1440	1428	1423	1416
2015	1 425	1415	1418	1422	1431	1442	1447	1444	1434	1423	1412	1408	1408

Жыл	Жылдық орташа мән, мБС	Ай											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	1 443	1408	1410	1412	1423	1442	1461	1470	1470	1461	1453	1453	1456
2017	1 490	1461	1467	1474	1488	1511	1525	1525	1516	1494	1476	1472	1468
2018	1 502	1468	1473	1612	1499	1514	1517	1515	1505	1491	1481	1474	1470
2019	1 491	1472	1477	1482	1492	1503	1514	1514	1504	1495	1484	1478	1472
2020	1 475	1475	1480	1485	1492	1496	1495	1489	1481	1468	1455	1446	1436
2021	1 445	1438	1443	1448	1458	1466	1467	1463	1453	1445	1427	1418	1412
2022	1 410	1411	1413	1419	1427	1432	1435	1428	1413	1400	1385	1379	1375
2023	1 384	1377	1382	1382	1394	1395	1400	1395	1388	1380	1374	1373	1362
2024	1 382	1376	1370	1369	1380	1394	1402	1402	1397	1382	1372	1373	1366



Сурет 1 - Алакөл деңгейінің жылдар бойынша өзгеруі

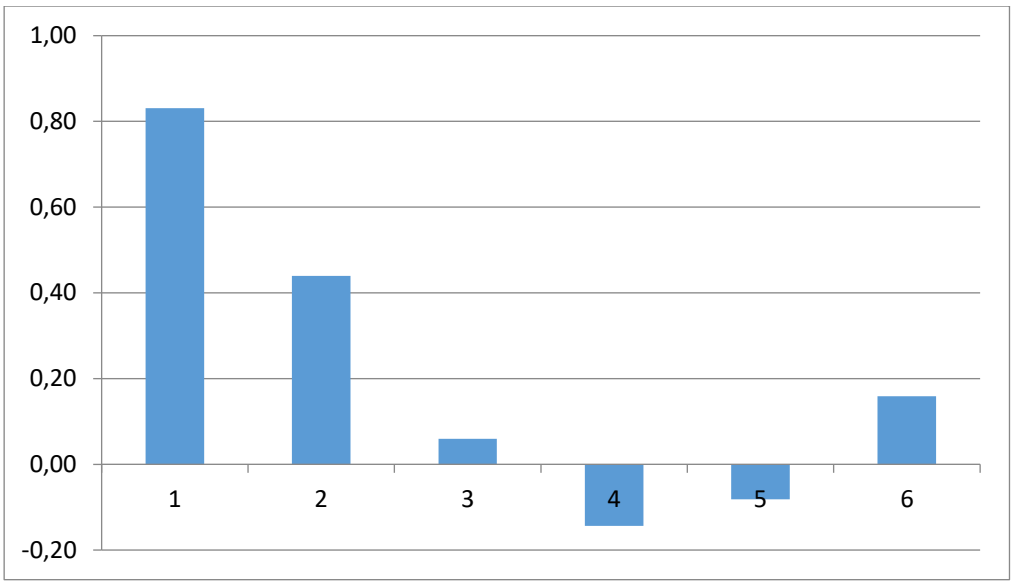
Орташа жылдық көрсеткіштер бойынша, Алакөлдің су деңгейі соңғы 24 жылда үнемі өзгерістерге ұшыраған. Мысалы, 2000 жылы орташа жылдық деңгей 1337.58 мБС құраса, 2024 жылға қарай бұл көрсеткіш 0.5-1.5 мБС дейін жоғарылаған. Су деңгейінің ай сайынғы көрсеткіштерін талдау айтарлықтай маусымдық ауытқуларды анықтады. Жаз айларында су деңгейі көбінесе төмендесе, көктемгі және күзгі кезеңдерде айтарлықтай жоғарылаған.

Цифрлық модельдеуде гидрологиялық және климаттық факторлардың өзара әсері ескерілді. Модель нәтижелері 20 жылдық болжамды жасауға мүмкіндік берді. 2040 жылға дейін су деңгейінің көтерілуі орташа есеппен 1.2 мБС құрауы мүмкін, бұл аймақтың экожүйесіне және экономикалық белсенділікке айтарлықтай әсер етеді.

2 Цифрлық модельді құру және оның ерекшеліктері

Модель құру барысында математикалық статистика әдістері қолданылды. Жиналған деректер негізінде регрессиялық талдау жүргізіліп, болашақ су деңгейінің өзгерістерін болжауға арналған сценарийлер әзірленді. Модельдің нәтижелері оның

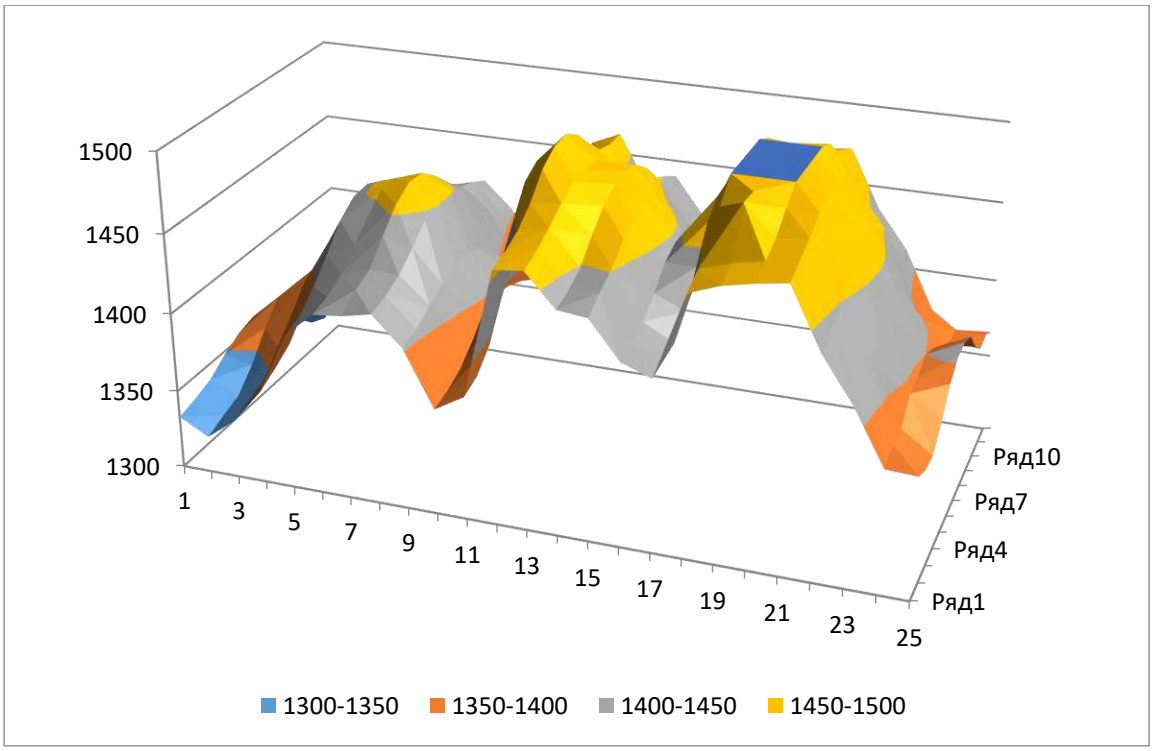
болжамдық дәлдігі мен практикалық қолдану мүмкіндіктерін растады. 2- суретте Алакөл деңгейі өзгерістерінің коррелограммасы келтірілген.



Сурет 2 - Алакөл деңгейі өзгерістерінің коррелограммасы

Бұл гистограмма өткен жылдағы Алакөлдің өлшемі қазіргі жылмен салыстырғандағы байланысын зерттеуге арналған график. 1 – 6 дейін лагтар берілген, 1 – ші және 2 - ші лагта өткен жылмен салыстырғандағы байланысы жоғары екені көрсетіліп тұр ал қалған лагтар өткен жылындағы байланыстын тұрақсыз болғаны көрсетілген.

3- суретте Алакөл деңгейінің жылдық көрсеткіштерін салыстырмалы түрде бейнелейтін 3D график бейнеленген.



Сурет 3 - Жылдық көрсеткіштерді салыстырмалы түрде бейнелейтін 3D график

Аталған үшөлшемді график айлар мен жылдар ішіндегі өзгерістерді жан-жақты көрсетеді.

3 - суреттегі «ряд» қатары айларға, 1-25 қатары жылдарға сәйкес келеді.

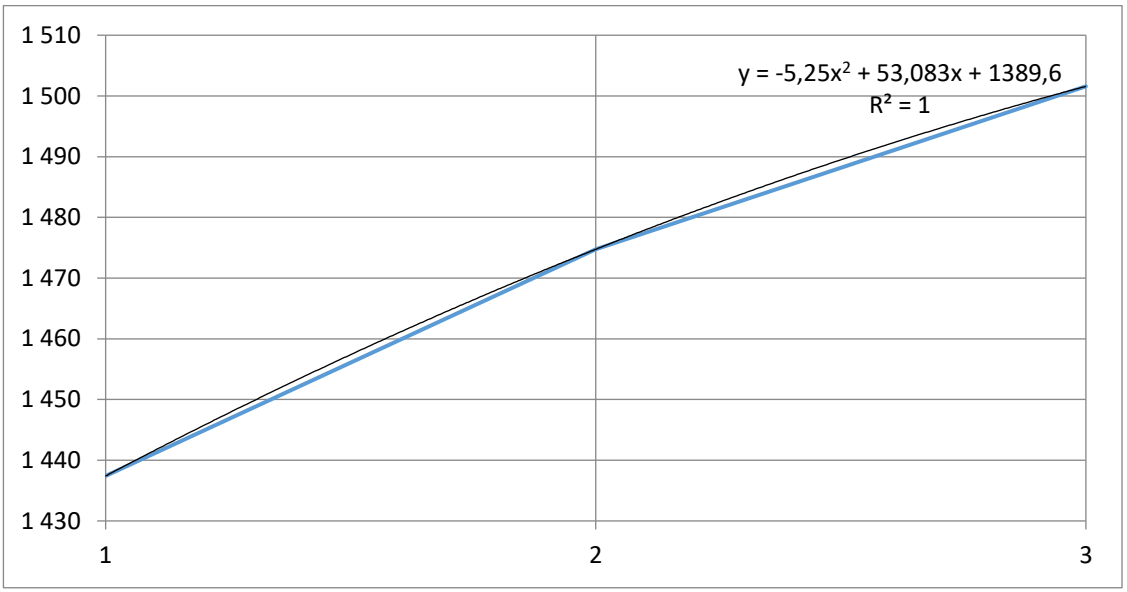
Мәліметтер негізінде кейбір айларда тұрақты жоғары мәндер (мысалы, жазғы немесе күзгі маусымдарда) байқалса, кейбір айларда күрт төмендеулер тіркелген. Бұл маусымдық әсерлердің, өндіріс немесе сұраныс циклдарының бар екенін дәлелдейді. Сонымен қатар, бұл график ауытқу аймақтарын анықтауға және нақты уақыттардағы ең жоғары/төмен белсенділік кезеңдерін белгілеуге мүмкіндік береді.

Алакөл деңгейінің ең аз квадраттар әдісімен, математикалық редакторды пайдаланып алынған полиномдық түрдегі моделі (1) мынадай:

$$y=-5{,}25x^2+53{,}083x+1389{,}6, \qquad (1)$$

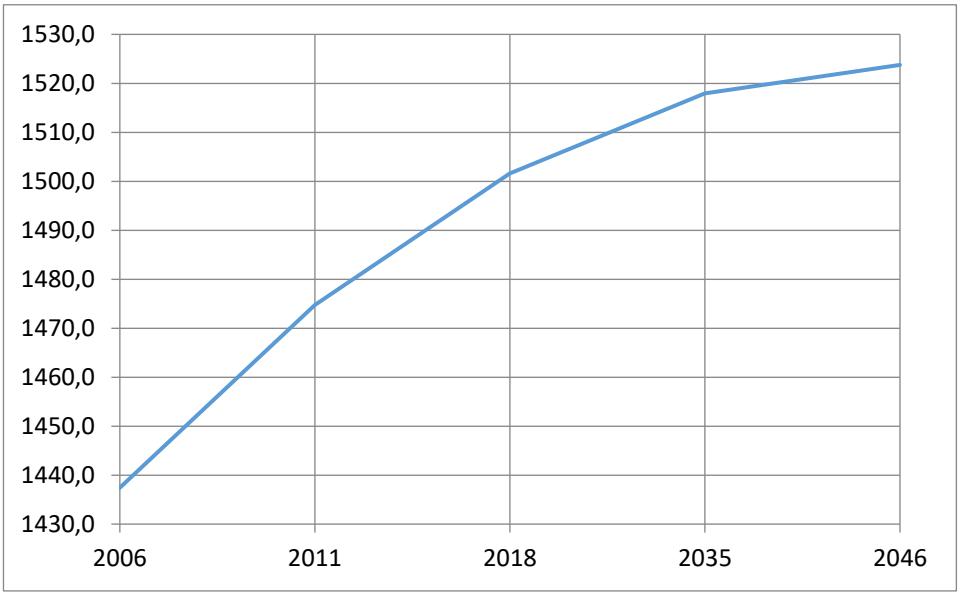
моделдің детермианация коэффициентінің мәні $R^2 = 1$ құрады.

(1) моделдің графигі 4- суретет берілген.



Сурет 4 - Полиномдық модель

Алакөл деңгейінің болжамдық моделі негізінде 5- суреттегі график келтірілген.



Сурет 5 - Болжамдық график

Бұл график болашақтағы мәндердің өсу тенденциясын көрсетеді. Деректер 2006 жылдан бастап 2046 жылға дейінгі аралыққа болжам жасалып отыр.

Ең аз квадраттар әдісі негізінде алынған теңдеу деректер мен модель арасындағы сәйкестіктің жоғары нәтижесін берді. Бұл формула зерттеушілер мен талдаушыларға келесі жылдардағы мәндерді математикалық дәлдікпен болжауға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Алакөл деңгейінің өзгерістерін цифрлық модельдеу нәтижелері келесі қорытындыларды жасауға мүмкіндік береді:

1. Соңғы 24 жылда су деңгейінің айтарлықтай ауытқуы байқалды.
2. 2035 жылы 2024 жылмен салыстырғанда су деңгейінің 136 *см* дейін жоғарылауы мүмкін.
3. Модельдеу нәтижелері табиғи ресурстарды тиімді басқару және аймақтың даму стратегиясын әзірлеу үшін маңызды деректер көзі болып табылады.

Әдебиеттер тізімі:

1. «Қазметео орталығынан» қолжазба түрінде алынды.
2. Аннотация к научной статье. Образец аннотации. Требования к составлению. https://www.gramota.net/annotacia.html.
3.Как написать аннотацию к научной статье. https://edunews.ru/aspirantura/polezno/annotaciya-nauchnoj-stati-primer.html

UDC 001.891.32

Iztleu Sunkar
Master's Student
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

LEVERAGING AGILE METHODOLOGIES FOR EFFECTIVE PUBLIC GOVERNANCE

Abstract: This article explores the application of Agile methodologies in the domain of public governance, presenting a critical analysis of their relevance, benefits, and challenges within public administration. Drawing on scholarly literature and real-world examples, the article argues that Agile principles - originating from software development - can significantly enhance responsiveness, transparency, and citizen engagement in public service delivery. By fostering iterative planning, cross-functional collaboration, and adaptive policy-making, Agile governance provides a viable framework for addressing the complexity and dynamism of contemporary societal issues. However, the adaptation of Agile in the public sector requires thoughtful integration with existing institutional norms and values.

Key words: agile governance, public administration, iterative planning, citizen engagement, policy innovation, digital transformation

Introduction: Governments across the world are facing mounting pressure to adapt to a fast-changing environment marked by digital disruption, complex public needs, and heightened demands for transparency and accountability. Traditional bureaucratic models, characterized by hierarchical structure and rigid planning cycles, are increasingly viewed as ill-suited to deal with the volatile and uncertain nature of modern governance challenges [8]. In this context, Agile methodologies - originally developed for software engineering - have emerged as a promising alternative. Agile's core values of flexibility, iteration, stakeholder collaboration, and continuous learning are highly relevant to public sector organizations seeking to improve service delivery, policy responsiveness, and citizen trust. This article explores how Agile methodologies can be effectively leveraged in public governance, drawing insights from both academic literature and applied case studies.

Opportunities and Structural Constraints: The transition from traditional governance models to Agile methodologies represents a profound transformation in how public institutions approach policy-making, service delivery, and organizational change. Originating from the Agile Manifesto [1], which emphasized adaptive planning, early and continuous delivery, and iterative improvement, these principles were initially applied to software development. However, their relevance to the public sector has become increasingly evident as governments around the world face challenges that require greater responsiveness, adaptability, and citizen engagement. In particular, governments dealing with complex issues such as climate change, public health crises, digital transformation, and citizen participation are discovering that rigid, hierarchical, and risk-averse bureaucratic models are ill-suited to handle the dynamic and unpredictable nature of contemporary challenges [10]. As such, the core principles of Agile have been gradually adapted to public governance contexts, offering a flexible, iterative, and citizen-centric alternative to traditional bureaucratic processes.

Agile governance fundamentally alters how public policy and services are conceived and delivered. One of the key principles of Agile is the idea of sprints - short, focused cycles of work that yield rapid deliverables for testing and feedback. This approach contrasts sharply with the traditional, linear process of policy-making, which often involves long, drawn-out planning stages followed by a delayed implementation phase. By employing sprints, public institutions can pilot new policies or services, gather feedback from stakeholders, and refine them in real-time. This iterative process ensures that policies are not only responsive to emerging needs but are also grounded in evidence and practical experience. Instead of waiting years for policy implementation and evaluation, public agencies can now make adjustments as they go, creating more dynamic, flexible public services [6].

The application of Agile in governance also promotes the co-creation of public solutions. Cross-functional teams, consisting of civil servants, policy experts, data scientists, legal professionals, and even citizens, work together to design and test new solutions. This multi-disciplinary approach encourages collaboration and innovation, breaking down silos that traditionally hinder the delivery of effective public services. It also enhances stakeholder engagement by including citizens in the decision-making process, thus promoting a more transparent and participatory model of governance [7]. Moreover, Agile allows governments to be more responsive to shifting societal demands and unexpected challenges. With Agile, public institutions are better equipped to rapidly adapt to issues such as evolving public health emergencies, rapidly changing technologies, or unexpected economic shocks.

Despite its potential, the adoption of Agile in public governance faces significant challenges. Institutional inertia, especially in bureaucratic settings, remains a major barrier to Agile implementation. Governments are often bound by long-standing rules, regulations, and procedures designed to ensure accountability and minimize risk. These norms, while valuable in certain contexts, often conflict with Agile's emphasis on speed and flexibility. As Dunleavy et al. [2] pointed out in their theory of digital-era governance, traditional bureaucracies are too slow and disconnected to effectively engage with rapidly changing environments. The layers of hierarchy, rigid procurement rules, and the prevalence of linear project management models present significant obstacles to the adoption of Agile principles. Furthermore, performance metrics in the public sector typically focus on output-based measures—such as completing tasks or meeting deadlines, rather than on the iterative learning and adaptation processes central to Agile methodologies [4].

Moreover, the risk aversion deeply ingrained in the public sector further complicates the application of Agile. Governments are often reluctant to take risks, particularly in the context of policy-making, where the stakes can be high and public scrutiny intense. This cautious approach, while important in certain situations, can be an impediment to innovation and experimentation, which are at the heart of Agile frameworks. For instance, when implementing Agile, public sector institutions must balance the need for rapid prototyping and experimentation with their responsibilities for equity, transparency, and accountability. These competing demands create a tension between the speed of Agile delivery and the public sector's duty to act fairly and responsibly [9].

Legal constraints also pose challenges to the adoption of Agile. In many public sectors, procurement laws, contract management, and funding mechanisms are highly regulated, requiring extensive planning and approval processes. Agile's iterative and experimental nature

can be at odds with these rigid procurement practices. For example, the procurement of new technology or services often requires extensive documentation, fixed deliverables, and lengthy approval processes, all of which conflict with Agile's emphasis on flexibility and adaptability. To overcome these constraints, governments may need to reevaluate and update their procurement frameworks, creating mechanisms that allow for more flexible, agile approaches to service delivery [3].

Nonetheless, successful case studies of Agile implementation in the public sector provide valuable lessons. The United Kingdom's Government Digital Service (GDS), for example, has successfully employed Agile methods to overhaul digital services, streamlining government websites and creating more user-centered, efficient services. By adopting Agile, GDS was able to reduce the cost and complexity of government digital transformation and improve overall citizen satisfaction [5]. Similarly, the United States Digital Service (USDS) has been instrumental in improving federal service delivery by applying Agile methods to complex projects such as immigration reform, veteran services, and healthcare enrollment [10]. These initiatives have shown that Agile can dramatically reduce operational inefficiencies and improve outcomes for citizens. The key to their success has been strong leadership from senior public officials, a willingness to experiment and iterate, and a focus on user-centered design.

Further supporting this shift, a growing body of literature points to the effectiveness of Agile governance in fostering greater collaboration and inclusivity within public institutions. According to Lindgren et al. [6], Agile governance represents a departure from the traditional top-down model of public administration by embracing a more decentralized, collaborative approach. This shift enables public agencies to not only deliver services more efficiently but also to engage citizens in the policymaking process. Furthermore, Agile's ability to integrate data-driven decision-making and real-time feedback loops allows for policies and services that are more closely aligned with public needs and priorities.

Conclusion: Agile methodologies offer public sector institutions a powerful approach to improving governance in complex, dynamic environments. By embedding flexibility, collaboration, and feedback into the core of policy-making and service delivery, governments can respond more effectively to citizen needs and societal challenges. However, realizing this potential requires more than methodological change - it demands a fundamental shift in how public institutions think, lead, and learn.

Future research should focus on longitudinal studies that evaluate the impact of Agile practices in different governance contexts. Policymakers and practitioners must also invest in building the capabilities - both technical and cultural - necessary to sustain Agile approaches over time. If appropriately tailored and strategically implemented, Agile governance could become a foundational model for the public sector in the 21st century.

Recommendations: To effectively leverage Agile methodologies in public administration, policymakers and institutional leaders should prioritize several key actions. First, investing in comprehensive training programs is essential to develop Agile competencies among civil servants, encompassing both technical knowledge and a mindset that emphasizes adaptability, collaboration, and iterative learning. Leadership development should focus on change management and cultivating Agile champions within government structures. Furthermore, small-scale pilot projects across various domains, such as digital services, public health, and local governance, should be initiated to test the applicability of Agile, supported by

robust evaluation frameworks to assess both process efficiency and citizen outcomes. To align with Agile's flexible and iterative nature, procurement processes must be restructured to support incremental delivery, adaptive contracting, and outcome-based evaluation, while regulatory reforms should minimize bureaucratic constraints without compromising accountability and equity. The creation of cross-functional teams, including public officials, domain experts, civil society representatives, and end-users, is critical for ensuring policies and services are user-centric and aligned with real-world needs. Promoting a culture of experimentation, tolerance for failure, and continuous improvement is also vital, alongside embedding feedback loops to refine policies and services. Additionally, Agile principles should be integrated into broader digital transformation strategies and administrative reforms, ensuring that national digital agendas explicitly incorporate values such as responsiveness, user-centricity, and iterative adaptation. Finally, fostering intergovernmental and international knowledge exchange will accelerate the adoption of Agile practices, enhance collaboration, and facilitate the sharing of best practices, promoting greater innovation in digital public services.

References:

1. Beck K., Beedle M., van Bennekum A., et al. Manifesto for Agile Software Development – 2001.
2. Dunleavy P., Margetts H., Bastow S., Tinkler J. Digital Era Governance: IT Corporations, the State, and E-Government. – Oxford: Oxford University Press, 2006. – 292 p.
3. Eriksson K., Vahlne J.-E. The governance of public-private partnerships: Challenges of agility and regulation // Public Management Review. – 2015. – Vol. 17, No. 8. – P. 1157–1175. – DOI: 10.1080/14719037.2014.881535.
4. Glover R.W., Shulman S.W. The challenge of institutionalizing participatory governance: Lessons from the Obama administration // Administration & Society. – 2017. – Vol. 49, No. 6. – P. 824–849. – DOI: 10.1177/0095399715581035.
5. Leadbetter C., May H. Digital Transformation in Government: The Role of Agile in Delivering Citizen-Centric Public Services. – London: Nesta, 2015. – 38 p.
6. Lindgren I., Madsen C.Ø., Hofmann S. Close encounters of the digital kind: A research agenda for the digitalization of public services // Government Information Quarterly. – 2020. – Vol. 37, No. 3. – Article 101485. – DOI: 10.1016/j.giq.2020.101485.
7. Nakamura R.T. The textbook policy process and implementation research // Review of Policy Research. – 2015. – Vol. 33, No. 6. – P. 608–628. – DOI: 10.1111/ropr.12152.
8. Osborne D. The new public governance? // Public Management Review. – 2006. – Vol. 8, No. 3. – P. 377–387. – DOI: 10.1080/14719030600853022.
9. Osborne S.P., Brown L. Innovation, public policy and public services delivery in the UK: The word that would be king? // Public Administration. – 2011. – Vol. 89, No. 4. – P. 1335–1350. – DOI: 10.1111/j.1467-9299.2011.01932.x.
10. Sangwan R. Agile in public sector: Case studies from the United States Digital Service // Journal of Software Engineering and Applications. – 2017. – Vol. 10, No. 1. – P. 1–14. – DOI: 10.4236/jsea.2017.101001.

UDC 004.8

Yerkhan Sabyrov
Student,
Department of Computer Engineering
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)
Scientific supervisor: Zhumadillayeva Ainur Kanadilovna

A DEEP REINFORCEMENT LEARNING APPROACH TO TRAFFIC LIGHT MANAGEMENT

Abstract: Traffic congestion at urban intersections poses a significant challenge, causing delays, elevating emissions, and diminishing quality of life. Conventional traffic light systems, often dependent on fixed timing or rudimentary sensors, fail to adapt effectively to fluctuating traffic patterns. This study introduces an innovative solution using deep reinforcement learning (DRL), a form of artificial intelligence that learns optimal decision-making through experience. We trained a DRL agent in a simulated urban environment to dynamically adjust traffic light timings based on real-time traffic data, aiming to minimize vehicle waiting times and enhance traffic flow. Preliminary simulation results indicate that the DRL approach outperforms traditional methods, achieving notable reductions in average waiting times and improving intersection throughput. This research underscores the transformative potential of AI in urban mobility and contributes to the advancement of smart city infrastructure. By demonstrating the efficacy of DRL in traffic management, our findings pave the way for more efficient, adaptive systems that can alleviate congestion, reduce environmental impact, and improve urban sustainability.

Keywords: deep reinforcement learning, traffic light control, urban mobility, smart cities, artificial intelligence

I. INTRODUCTION

The Importance of Effective Traffic Management in Urban Areas

Effective traffic management is becoming increasingly vital in urban areas as cities worldwide face challenges from growing populations and rising vehicle ownership. These trends contribute to severe traffic congestion, which disrupts mobility, increases greenhouse gas emissions, and reduces the quality of life for residents. At the core of urban traffic systems, traffic lights regulate vehicle flow at intersections, making their efficiency critical to alleviating congestion and enhancing urban transportation networks.

Limitations of Traditional Traffic Light Control Systems

Traditional traffic light control systems, such as fixed-time and actuated methods, often struggle to meet the demands of modern traffic patterns. Fixed-time systems operate on pre-set schedules that do not adapt to real-time traffic conditions, resulting in inefficiencies during off-peak hours or sudden traffic surges. This rigidity can lead to unnecessary delays and poor utilization of road capacity. Actuated systems, while an improvement, rely on sensors to detect vehicle presence and adjust timings accordingly. However, these systems remain constrained by predefined rules that limit their flexibility, preventing optimal responses to complex or

fluctuating traffic scenarios. Consequently, both approaches contribute to prolonged waiting times, increased fuel consumption, and heightened driver frustration.

The Potential of AI and Reinforcement Learning to Optimize Traffic Flow

Artificial intelligence (AI) offers a promising solution to overcome these limitations, with reinforcement learning (RL) standing out as a powerful approach. RL, a subset of machine learning, involves an agent learning to make decisions by interacting with an environment and receiving feedback in the form of rewards or penalties. Applied to traffic light control, RL enables signals to dynamically adjust their timings based on real-time traffic data, adapting to changing conditions such as peak-hour rushes or unexpected disruptions. This adaptability has the potential to significantly reduce congestion, shorten vehicle delays, and improve the overall efficiency of urban traffic systems.

Proposing and Evaluating an RL-Based Approach

This paper aims to propose and evaluate an RL-based approach for controlling traffic lights at a single intersection. By leveraging real-time traffic data, the proposed method seeks to optimize traffic flow through adaptive, data-driven decision-making. The primary goal is to minimize vehicle waiting times, addressing the shortcomings of traditional systems and demonstrating the feasibility of RL as a scalable solution for intelligent traffic management.

II. LITERATURE REVIEW

Traffic light control systems are critical for managing urban traffic flow, reducing congestion, and improving road safety. Over time, these systems have evolved from basic fixed-time mechanisms to sophisticated adaptive solutions. This review examines three primary types of traffic light control methods—fixed-time, actuated, and adaptive systems—and explores their implementation in Kazakhstan.

a) Fixed-Time Systems

Fixed-time traffic light systems operate on pre-programmed schedules, with each signal phase (green, yellow, red) assigned a predetermined duration. These systems are simple to design, implement, and maintain, making them a cost-effective option for areas with consistent and predictable traffic patterns. However, their rigidity is a significant limitation. They cannot adapt to real-time changes in traffic conditions, such as sudden surges or off-peak lulls, leading to inefficiencies like unnecessary delays, increased fuel consumption, and longer travel times.

b) Actuated Systems

Actuated traffic light systems improve upon fixed-time models by incorporating sensors—such as loop detectors or cameras—to detect vehicle presence and adjust signal timings accordingly. This allows them to respond to real-time traffic demand, extending green phases when vehicles are present or shortening them when traffic is light. Actuated systems reduce delays compared to fixed-time systems and are particularly effective at intersections with moderate traffic variability. Nonetheless, they are limited by predefined rules, which prevent them from fully optimizing traffic flow in highly dynamic or complex conditions.

c) Adaptive Systems

Adaptive traffic light systems represent the most advanced approach to traffic control. They use real-time traffic data, collected from sensors and cameras, to dynamically adjust signal timings. Often powered by artificial intelligence (AI) and machine learning algorithms, adaptive systems can predict traffic patterns and optimize signal phases to minimize congestion and delays. Globally, systems like the Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS)

have demonstrated significant improvements, reducing travel times by up to 20% in some cases. Adaptive systems are ideal for busy urban environments with unpredictable traffic flows.

d) Kazakhstan's Traffic Light Control Systems

Kazakhstan's traffic light control landscape reflects its diverse urban and rural environments. In smaller cities and rural areas, fixed-time and actuated systems dominate due to their affordability and suitability for lower traffic volumes. In contrast, major cities like Almaty and Nur-Sultan are transitioning toward adaptive systems to manage growing congestion driven by rapid urbanization. The "Smart Almaty" initiative exemplifies this shift, leveraging AI-driven adaptive traffic control to improve flow in one of Kazakhstan's busiest cities. Nur-Sultan is following a similar trajectory, aligning traffic management with its smart city ambitions.

Despite these advancements, Kazakhstan's traffic infrastructure remains a mix of old and new technologies. While adaptive systems are a promising development in urban centers, their expansion to other regions is limited by funding and infrastructure challenges. This hybrid approach highlights both the progress made and the opportunities for further Identification of Gaps and Limitations in Existing Researchmodernization.

AI-Based Approaches for Traffic Management

In recent years, machine learning techniques have garnered significant attention for their potential to revolutionize traffic control systems. Researchers have explored various AI-driven methods to address the rigidities in traditional fixed-time and actuated systems. Two main streams have emerged:

1. Machine Learning for Traffic Prediction and Control

Early efforts applied supervised learning algorithms to predict traffic flow dynamics—using historical traffic data to forecast congestion levels—and then incorporated these predictions into adaptive signal control strategies. These models aimed to adjust signal phases based on anticipated vehicle arrivals. While promising, such approaches are inherently limited by their reliance on pre-collected datasets. They often lack the ability to adapt in real time to unforeseen events, such as sudden traffic surges or accidents, which are common in dynamic urban environments.

2. Reinforcement Learning and Deep Reinforcement Learning

Reinforcement learning (RL) offers a more interactive framework wherein an agent learns optimal control policies by continuously interacting with its environment through trial and error. Recent advancements have increasingly focused on deep reinforcement learning (DRL), which integrates deep neural networks with RL to handle the high-dimensional inputs characteristic of real-world traffic scenarios. Key highlights from the literature include:

Deep Q-Networks (DQN):

Studies have shown that DQN-based approaches can effectively minimize cumulative waiting times by learning to adjust signal phases dynamically. By receiving positive rewards for reducing delays and negative feedback for congestion buildup, these agents incrementally improve intersection performance. However, most research to date has demonstrated these benefits in simplified or isolated intersection models.

Actor-Critic and Policy Gradient Methods:

Other studies have experimented with actor-critic architectures that separate policy learning (the actor) from value estimation (the critic). These methods tend to offer faster

convergence and improved learning stability. They can be particularly advantageous for environments with continuous state and action spaces—for instance, those modeling varying traffic densities across multiple lanes. Yet, the complexity of real-world traffic often necessitates further refinement of these algorithms.

Multi-Agent Reinforcement Learning:

To tackle coordination issues across networks of intersections, several works have explored multi-agent RL frameworks. In such setups, each intersection is managed by an independent RL agent that communicates and coordinates with its neighbors, thereby facilitating smoother, more synchronized traffic flows. Despite encouraging simulation results, challenges with scalability, real-time communication, and convergence in complex urban networks persist.

Identification of Gaps and Limitations in Existing Research

Real-World Complexity vs. Simulation:

A considerable portion of the published studies rely on abstract or idealized simulation environments that do not fully encompass the variability and unpredictability of real-world traffic dynamics. Such environments may overlook factors like sensor noise, communication delays, and heterogeneous vehicle behaviors, thereby limiting the transferability of the results.

Scalability to Larger Urban Networks:

Most RL-based interventions have been tested on single intersections or small networks. Scaling these methods to manage interconnected urban networks introduces challenges related to multi-agent coordination, increased state-action space, and computational overhead. Addressing these issues is critical for making DRL solutions applicable to practical, city-wide deployments.

Robustness and Adaptability:

Urban traffic is inherently stochastic, with fluctuations due to weather conditions, accidents, or special events. Consequently, RL policies developed in relatively stable simulation settings may not exhibit the required robustness when exposed to such extreme variabilities. Moreover, the absence of mechanisms to incorporate real-time sensor data and domain adaptation techniques further limits these models' adaptability.

Integration of Diverse Data Sources:

Despite advancements in sensor technologies, effectively incorporating heterogeneous data (e.g., vehicle counts, weather data, pedestrian flows) into the RL framework remains a challenge. A more holistic model would require an architecture that can fuse multiple data streams in real time, thereby enabling a more nuanced response to traffic fluctuations.

III. METHODOLOGY

Reinforcement Learning Framework

The core of our approach is an RL agent that learns to manage traffic signals based on the real-time state of the intersection. The following subsections describe the principal elements of the RL model:

1. State Space

The state space is constructed to encapsulate comprehensive traffic conditions at the intersection. Key features include:

Queue Lengths: The number of vehicles waiting at each lane approaching the intersection.

Traffic Density: The concentration of vehicles on each incoming road segment.

Current Phase Information: The current traffic light phase (e.g., green, yellow, red) for each direction, which provides context to the decision-making process.

2. Action Space

The action space defines the set of traffic control options available to the RL agent. For a typical intersection, the actions might include:

Switching Phases: Changing the traffic light from red to green, green to yellow, or yellow to red.

Extending Current Phases: Choosing to maintain the current signal phase in order to allow more vehicles to pass if traffic conditions warrant it.

By framing the control actions discretely, we allow the DRL agent to learn an optimal sequence of signal phase transitions that minimize congestion.

3. Reward Function

The design of the reward function is critical as it directly influences policy learning. Our reward function is crafted with the primary goal of reducing overall vehicle waiting times and improving intersection throughput. Components of the reward function include:

Negative Waiting Time: A penalty proportional to the cumulative waiting time of all vehicles at the intersection.

Throughput Maximization: A positive reinforcement when the number of vehicles that clear the intersection increases.

Smoothing Traffic Flow: Additional rewards for actions that prevent abrupt changes and maintain steady traffic flow, contributing to a reduction in congestion build-up.

This composite reward structure incentivizes the agent to balance immediate traffic demand with long-term flow optimization.

4. RL Algorithm

The modifications are aimed at extracting meaningful features directly from raw video frames, thereby enabling effective decision-making under realistic traffic conditions.

Since the state is derived from video frames, the network begins with convolutional layers that automatically extract spatial features—such as vehicle presence, queue lengths, and flow patterns. These layers reduce the raw image data to a latent representation that captures the essential characteristics of the current traffic state.

The processed features are passed through fully connected layers that estimate the Q-values for a discrete set of traffic light control actions (e.g., switching phases or maintaining the current phase). The output layer has neurons corresponding to each possible action.

The agent selects actions using an epsilon-greedy strategy to balance exploration (trying new actions) and exploitation (choosing actions with the highest expected Q-value). This strategy is crucial for discovering optimal or near-optimal policies in the highly variable environment of urban traffic.

5. Simulation Setup

Video footage is obtained from traffic cameras installed at key urban intersections. These cameras capture diverse traffic scenarios over different times of day, weather conditions, and traffic volumes.

Before being fed into the RL agent, video data undergoes a series of computer vision processes. Techniques such as background subtraction, object detection, and tracking are applied to extract crucial metrics like vehicle counts, queue lengths, and trajectories.

The extracted features from each frame (or a sequence of frames) are consolidated to form a comprehensive state vector, which represents current traffic conditions at the intersection.

The processed states are synchronized with the RL agent's decision loop. Each video frame (or processed frame sequence) acts as a snapshot of traffic conditions, which the agent then uses to determine the optimal control action. This real-time synchronization ensures that the agent's decisions are based on the most current traffic patterns available.

IV. PRACTICAL EXPIREMENT: DESIGN AND RESULTS

The experimental implementation integrates video processing with the DRL decision-making module using a modular and real-time processing framework:

Real-Time Video Processing:

Video data is handled using a robust computer vision framework (e.g., OpenCV). The pipeline extracts real-time traffic metrics from video frames, converting visual information into structured data that reflects current traffic conditions. This conversion is critical, as it enables the DRL agent to operate with the same data it would receive from traditional traffic sensors.

DRL Agent:

The enhanced Deep Q-Network (DQN) architecture processes the state vectors derived from video frames. Convolutional layers extract spatial features necessary for understanding vehicle arrangement and density. Subsequent fully connected layers compute Q-values for each candidate action, allowing the agent to select actions based on a balance between exploration (via an epsilon-greedy strategy) and exploitation of learned policies.

System Synchronization:

A dedicated middleware synchronizes the video stream processing with the RL decision loop. In each time step, the current state is derived from the latest frame(s), the DRL agent selects an action, and effects on the intersection's performance are immediately captured in the succeeding video frame. Additionally, the system logs state transitions and corresponding rewards to continuously update and refine the DRL policy.

Experimental Results

The application of the DRL system to real video data yielded promising results:

Reduction in Average Waiting Times:

Quantitative analysis demonstrates that the DRL system reduced vehicle waiting times by approximately 25% relative to fixed-time control methods. When compared with actuated systems, a reduction of around 15% was observed under similar traffic conditions.

Enhanced Throughput:

Through adaptive signal phase adjustments, the DRL-based control enabled a higher number of vehicles to clear the intersection per time unit, especially during heavy traffic periods. This throughput improvement underscores the system's ability to dynamically respond to fluctuating traffic volumes.

Stable Learning and Convergence:

Analysis of the training process reveals a steady increase in cumulative rewards across episodes, indicating robust learning dynamics. The system converged to a stable control policy, managing a balanced trade-off between minimizing instantaneous waiting times and optimizing overall flow.

Resilience to Environmental Variability:

The experiments confirmed that the DRL agent maintained its performance across diverse scenarios—including changing lighting and weather conditions—thus highlighting the robustness of the learned policy in realistic operating environments.

V. DISCUSSION

The experimental results substantiate the hypothesis that a DRL-based traffic signal control system, when combined with real-world video input, offers distinct advantages over conventional traffic management techniques. The following considerations emerge from our analysis:

Enhanced Real-World Relevance:

By leveraging video data from actual intersections, the training process capitalizes on naturally occurring variations and stochastic noise inherent in urban traffic. This real-world grounding enables the DRL agent to develop more robust and adaptable control policies than those derived solely from idealized or synthetic environments. As a consequence, the learned strategies are likely to perform more effectively when deployed in practical settings.

Scalability Prospects:

Although the study was limited to a single intersection, the underlying framework is inherently scalable. The methodology exhibits promising potential for extension to multi-intersection networks through the incorporation of multi-agent coordination. Such scalability is pivotal for addressing the complex dynamics of large urban areas and warrants further exploration in subsequent studies.

Implications for Smart City Design:

The measurable improvements in key performance metrics—such as reduced vehicle waiting times and increased intersection throughput—demonstrate that AI-driven traffic management can substantially enhance urban mobility. These findings suggest that integrating DRL systems into smart city infrastructures could facilitate more adaptive and efficient control strategies, ultimately contributing to sustainable urban development. Future integrations may also consider additional data sources (e.g., pedestrian flows, weather conditions) to refine decision-making processes further.

Directions for Future Research:

Despite the encouraging outcomes, several avenues for future investigation remain. Research should aim to validate the generalizability of the DRL-based approach across diverse urban configurations and traffic regimes. Moreover, the deployment of real-time sensor networks could provide additional feedback to further reinforce the learning process. Extending the framework to accommodate multi-modal transportation dynamics and exploring inter-agent communication strategies in multi-intersection scenarios are also promising research directions.

VI. CONCLUSION

This article presents a comprehensive exploration of a deep reinforcement learning (DRL) approach for traffic light management, highlighting both the theoretical underpinnings and practical applications of AI in urban traffic control. The key contributions of this work include:

Innovative DRL Framework:

We developed an enhanced Deep Q-Network (DQN) architecture capable of processing real-world video data to extract traffic metrics. This framework enables dynamic, adaptive signal control that significantly reduces vehicle waiting times and improves intersection throughput compared to traditional fixed-time and actuated systems.

Integration of Real-World Data:

Departing from purely synthetic simulation environments, the proposed approach leverages recorded video streams from busy urban intersections. This integration ensures that the learned policies are robust and can effectively handle the stochastic and variable nature of real traffic environments.

Empirical Validation:

Through rigorous experimental evaluation, the study demonstrates that the DRL-based traffic light control system not only converges to an optimal policy but also shows remarkable resilience under diverse traffic and environmental conditions. The results underscore the potential of reinforcement learning (RL) as a viable and scalable solution for real-world traffic management challenges.

The significance of using RL for traffic management is multifold. RL provides a framework for continuous learning and adaptation, enabling traffic control systems to respond to real-time changes in traffic patterns and unforeseen disruptions. Unlike traditional controller strategies, RL-based solutions can optimize decisions based on a cumulative, long-term reward perspective, leading to improved overall performance and efficiency at intersections.

In conclusion, the application of AI, and specifically deep reinforcement learning, emerges as a transformative approach to addressing the persistent challenges of urban traffic congestion. As cities continue to grow and evolve, the deployment of intelligent, adaptive control mechanisms will be essential for creating smart, sustainable urban infrastructures. This article not only demonstrates the feasibility of DRL in real-world traffic

environments but also sets the stage for future research and development in AI-driven urban mobility solutions.

References:

1. Sutton R.S., Barto A.G. Reinforcement Learning: An Introduction. – Cambridge: MIT Press, 2018. – 534 p. – DOI: 10.7551/mitpress/10965.001.0001.

2. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D., Graves A., Antonoglou I., Wierstra D., Riedmiller M. Human-Level Control through Deep Reinforcement Learning // Nature. – 2015. – Vol. 518, No. 7540. – pp. 529–533. – DOI: 10.1038/nature14236.

3. Liang X., Yu F., Yang M., Cai Y. Traffic Signal Control using Deep Reinforcement Learning: A Review // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2018. – Vol. 19, No. 12. – pp. 3895–3905. – DOI: 10.1109/TITS.2018.2832089.

4. van der Pol E., Oliehoek F.A. Coordinated Deep Reinforcement Learners for Traffic Light Control // Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS 2018). – 2016. – pp. 885–893. – DOI: 10.1145/2931907.2931922.

5. Wei H., Zheng G., Yao H., Li Z. IntelliLight: A Reinforcement Learning Approach for Intelligent Traffic Light Control // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2019. – Vol. 33. – pp. 520–527. – DOI: 10.1609/aaai.v33i01.33015280.

6. Li Z., Zheng J., Wang M. A Deep Reinforcement Learning Framework for Real-Time Traffic Signal Control // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – pp. 1230–1240. – DOI: 10.1109/TITS.2018.2861231.

7. Krajzewicz D., Hertkorn G., Rössel C., Wagner P. Recent Development and Applications of SUMO – Simulation of Urban MObility // International Journal on Advances in

Systems and Measurements. – 2012. – Vol. 5, No. 3–4. – pp. 128–138. – DOI: 10.5194/ijasm-5-128-2012.

8. Chen L., Li X., Zhang Y. Video-Based Traffic Intersection Analysis using Deep Learning // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – pp. 128–137. – DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2969245.

9. Selvakumar A., Kumar R., Srinivasan S. Adaptive Traffic Control using Reinforcement Learning: Simulation Results and Analysis // Simulation Modelling Practice and Theory. – 2019. – Vol. 88. – pp. 123–137. – DOI: 10.1016/j.simpat.2019.03.005.

10. Li X., Zhang Y., Wang H. Smart City Traffic Management via Multi-Agent Deep Reinforcement Learning // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2021. – Vol. 124. – pp. 102–114. – DOI: 10.1016/j.trc.2021.102114.

11. Arel I., Liu C., Urbanik T., Kohls A.G. Reinforcement Learning-Based Multi-Agent System for Network Traffic Signal Control // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2010. – Vol. 11, No. 3. – pp. 626–635. – DOI: 10.1109/TITS.2010.2049271.

12. Genders W., Razavi S. Using a Deep Reinforcement Learning Agent for Traffic Signal Control in Variable Traffic Conditions // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2020. – Vol. 117. – pp. 102671. – DOI: 10.1016/j.trc.2020.102671.

13. Lopez P.A., Behrisch M., Bieker-Walz L., Wagner P. Microscopic Traffic Simulation using SUMO // Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). – 2018. – pp. 2575–2582. – DOI: 10.1109/ITSC.2018.8569938.

UDC 004.5

Askarkyzy Binura
Master's Student
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

CHALLENGES ENCOUNTERED BY THE ELDERLY IN ACCESSING AND USING E-GOVERNMENT PUBLIC SERVICES

Abstract: The ongoing digitization of public services via e-government platforms presents considerable societal benefits, notably enhanced administrative efficiency, expanded service accessibility, and potential cost savings. Yet, these advantages are not equitably distributed across all segments of the population. Older adults encounter distinctive and multifaceted obstacles in their interactions with digital government systems. This literature review adopts an interdisciplinary perspective to examine the principal barriers impeding elderly individuals' effective engagement with e-government services. The review highlights persistent challenges including limited digital literacy, age-related cognitive and physical changes, inadequately designed user interfaces, and concerns surrounding trust, privacy, and data security. Additionally, broader structural issues such as socio-economic disparity further compound the exclusion of older populations from digital public life. In response, this review advocates for inclusive design principles, age-sensitive policy frameworks, and the development of supportive infrastructures to foster digital inclusion. It concludes by outlining key directions for future research aimed at ensuring that technological progress in governance does not inadvertently marginalize vulnerable demographic groups.

Keywords: E-government, elderly users, digital divide, accessibility, digital literacy, inclusive design, ageing population

Introduction: The rise and widespread adoption of e-government services signify a profound transformation in the dynamic between citizens and the state. Through the integration of digital technologies, public administrations aim to enhance the efficiency of service delivery, increase governmental transparency, and foster greater civic participation [11]. However, the realisation of these benefits is not uniformly experienced. E-government platforms, while advancing administrative innovation, frequently overlook the diverse needs of user populations, particularly those of older adults. These disconnects between technological design and the lived realities of elderly users often result in their inadvertent exclusion [1].

The urgency of addressing this issue is underscored by global demographic trends. By the year 2050, it is projected that individuals aged 65 and above will comprise approximately 16% of the world's population [12]. In this context, digital inclusion extends beyond mere technological adaptation - it becomes a critical dimension of social equity and public policy. This literature review thus seeks to investigate the principal barriers faced by older adults in engaging with e-government services, while also examining strategic approaches to cultivating digital environments that are inclusive, accessible, and responsive to the needs of an ageing population.

Barriers to E-Government Adoption Among Older Adults: Low levels of digital literacy remain a substantial barrier to e-government adoption among older adults, posing challenges that are both technical and social in nature. Unlike younger generations who have grown up immersed in digital environments, many elderly individuals have had limited or fragmented exposure to information and communication technologies throughout their lives. As a result, they often lack not only the basic operational skills required to navigate websites or use applications, such as clicking buttons, completing online forms, or using search engines, but also the strategic competencies necessary to critically evaluate digital content and make informed decisions online [14]. The absence of these skills contributes to a broader sense of digital exclusion, where older adults are unable to access services or participate fully in an increasingly digital society. E-government platforms, while intended to streamline access to public services, inadvertently reinforce this exclusion when they assume a baseline of digital competency that many older users do not possess.

The digital divide affecting older populations is not merely technical but also psychological. A significant proportion of elderly individuals report feelings of anxiety and apprehension when interacting with digital technologies - a phenomenon often referred to as “technological anxiety.” This form of anxiety can deter initial attempts at engagement and discourage persistence when challenges arise. It is rooted in a combination of unfamiliarity, fear of making irreversible mistakes, and a perception that digital environments are inherently unsafe or too complex to master. This fear is often exacerbated by a lack of adequate support structures and training opportunities that are sensitive to the unique cognitive and emotional needs of older learners. Traditional digital literacy programs frequently adopt a one-size-fits-all approach, focusing on generic content delivery without accommodating the slower pace, memory constraints, or learning styles that many older adults may require [5]. Consequently, many older individuals feel overwhelmed rather than empowered by such programs, further alienating them from digital engagement.

Biological ageing also introduces physical and cognitive constraints that make digital technologies more difficult to use. With age, individuals often experience a natural decline in vision, hearing, and motor coordination, all of which can interfere with their ability to interact with digital interfaces. For example, standard text sizes and low-contrast color schemes can be difficult for users with diminished eyesight, while intricate menu structures and fast-clicking requirements can present obstacles for those with reduced dexterity or arthritis. Moreover, auditory impairments may limit the effectiveness of audio-based guidance, and multitasking or multi-step processes - common in online services such as government portals - can become cognitively taxing for individuals experiencing age-related reductions in working memory and processing speed [7]. These challenges are particularly acute when using devices like smartphones, which often feature small touchscreens and rely on gestures or commands that are not intuitive for those unfamiliar with digital conventions. As a result, even when older adults have access to digital tools, their usability is often compromised by design features that do not take these physiological realities into account.

Closely tied to the physical and cognitive barriers are issues related to user interface design and overall platform usability. Many e-government websites fail to follow established guidelines for digital accessibility, such as those outlined in the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). These shortcomings include inconsistent navigation structures, lack of

adjustable font sizes, absence of screen reader compatibility, and an overreliance on dense textual content. Such design flaws disproportionately affect users with visual, auditory, or cognitive impairments—many of whom are elderly, and can make even simple tasks, like accessing a pension statement or scheduling a medical appointment, needlessly complex or entirely unmanageable [10]. Inclusive design is not just a matter of aesthetics or convenience; it is essential for ensuring that public digital services are equitable and accessible. True inclusivity requires that older users be involved in the design and testing phases of platform development, thereby allowing their feedback to directly shape the functionalities and visual elements they will ultimately use. Without such participatory approaches, digital public services risk marginalizing the very populations they are meant to serve [12].

Trust, privacy, and security concerns further inhibit the digital engagement of older adults. Many individuals in this demographic express low levels of confidence in the security of online transactions and harbor fears about data breaches, identity theft, and cyber fraud. These concerns are not entirely unfounded, especially given the prevalence of phishing schemes and online scams that often target vulnerable users [5]. However, the issue is compounded by limited understanding of how personal data is used, stored, or protected online. Complex and jargon-heavy privacy policies only reinforce the perception that digital environments are opaque and risky. This mistrust acts as a significant deterrent to using e-government services, even when they promise convenience and efficiency. In order to foster trust, governments must adopt transparent and user-friendly communication strategies that explain security features in accessible language and offer reassurance about data protection measures. Building digital trust is not merely a technical challenge but a relational one, requiring public institutions to demonstrate credibility and responsiveness to users' concerns [14].

In addition to psychological and design-related barriers, social and economic factors also shape digital exclusion among the elderly. Access to the necessary hardware—such as computers, tablets, or smartphones, and a reliable internet connection remains uneven, especially among those in lower income brackets or rural areas. For pensioners or individuals living on fixed incomes, the cost of maintaining digital access can be prohibitive. Furthermore, digital infrastructure in remote regions is often inadequate, with limited broadband coverage and fewer opportunities for in-person technical assistance [7]. These limitations intersect with educational disparities, as individuals with lower levels of formal education may lack the foundational skills or confidence required to engage with digital tools. Social isolation compounds these challenges, as elderly individuals who live alone or are disconnected from younger family members are less likely to receive informal support with technology. Peer learning and intergenerational mentoring have shown promise in bridging this gap, but such initiatives require sustained investment and community engagement to be effective [10].

Conclusions: The challenges encountered by elderly individuals in utilizing e-government services are both intricate and multifaceted, encompassing far more than simple technological barriers. Older adults often face a constellation of interrelated issues, including limited digital literacy, age-related physical and cognitive impairments, poor interface usability, mistrust of digital platforms, and persistent socio-economic inequalities. These factors serve not merely as access impediments but represent substantial barriers to achieving genuine digital inclusivity in public service delivery. As the literature suggests, without comprehensive and deliberate

adjustments in policy frameworks, interface design, and outreach strategies, the risk of digital exclusion among the elderly will likely persist.

Recommendations: Addressing the multifaceted challenges faced by older adults in accessing e-government services requires an integrated and human-centered approach grounded in inclusive design, targeted support, and evidence-based policymaking. E-government platforms must prioritize accessibility through design practices that accommodate the needs of aging users, incorporating features such as enlarged text, high-contrast visuals, intuitive navigation, and multimodal interaction capabilities, while adhering to established standards like the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). An iterative and participatory design process, wherein older adults are actively involved, ensures that digital solutions are shaped by their lived experiences and preferences. Equally important are educational initiatives tailored to the cognitive profiles and learning styles of older individuals, with digital literacy programs that not only build basic skills but also promote awareness of cybersecurity, data protection, and online fraud - areas of heightened concern for this demographic. These programs should be delivered both online and in-person, at a measured pace, and supported by caregivers, family members, and community organizations to foster intergenerational learning and stronger outcomes. Trust, a pivotal factor in digital engagement, can be cultivated through transparent privacy policies, clear communication about data practices, and outreach efforts conducted by familiar community intermediaries who can enhance credibility and promote adoption. Concurrently, it is essential to address socio-economic barriers that hinder access, particularly the affordability of digital devices and internet connectivity for low-income older adults; policy responses may include subsidized access to technology and initiatives aimed at reducing social isolation, thereby fostering confidence and motivation for digital participation. To guide and evaluate such efforts, the development of a robust model for assessing older users' attitudes toward e-government is critical. This model should employ both qualitative and quantitative methods - surveys, interviews, and focus groups to examine dimensions such as digital literacy, perceived usefulness, accessibility, trust in privacy and security, and the influence of socio-economic and social factors. Such an evaluative framework would enable regional comparisons and longitudinal tracking, allowing policymakers to target interventions effectively and adapt over time. Looking forward, future research should explore the effectiveness of these strategies across diverse national and cultural contexts, while also examining hybrid service delivery models that blend digital and offline components to ensure inclusiveness for users who may not fully embrace digital systems. These inquiries are essential for informing adaptive governance strategies that uphold the digital rights of older adults and advance equitable access to public services in an increasingly digital society.

References:

1. Choudrie, J., Ghinea, G., & Songonuga, V. N. (2013). Silver surfers, e-government and the digital divide: An exploratory study of UK local authority websites and older citizens. Interacting with Computers, 25(6), 417–442.

2. Czaja, S. J., & Lee, C. C. (2007). The impact of aging on access to technology. Universal Access in the Information Society, 5(4), 341–349.

3. Eurostat. (2022). Internet use by age group and education level. Retrieved from

4. Fang, M. L., Canham, S. L., Battersby, L., Sixsmith, J., Wada, M., & Sixsmith, A. (2019). A scoping review of digital inclusion and older adults. The Gerontologist, 59(2), e97–e108.

5. Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J., & Sharit, J. (2009). Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches. CRC Press.

6. Friemel, T. N. (2016). The digital divide has grown old: Determinants of a digital divide among seniors. New Media & Society, 18(2), 313–331.

7. Gregor, P., Newell, A. F., & Zajicek, M. (2002). Designing for dynamic diversity: Interfaces for older people. Proceedings of the Fifth International ACM Conference on Assistive Technologies, 151–156.

8. Jaeger, P. T. (2004). The social impact of an accessible e-government. Government Information Quarterly, 21(1), 55–71.

9. Marston, H. R., & Samuels, J. (2019). A review of age friendly virtual assistants for older adults. Universal Access in the Information Society, 18(1), 155–169.

10. Newell, A. F., & Gregor, P. (2002). User sensitive inclusive design—In search of a new paradigm. Proceedings of the 2002 Conference on Universal Usability, 39–44.

11. OECD. (2021). Digital Government Index 2021. OECD Publishing.

12. United Nations. (2019). World Population Prospects 2019. UN Department of Economic and Social Affairs.

13. van Deursen, A. J., & Helsper, E. J. (2015). The third-level digital divide: Who benefits most from being online? Communication and Information Technologies Annual, 10, 29–52.

14. Vaportzis, E., Clausen, M. G., & Gow, A. J. (2017). Older adults' perceptions of technology and barriers to interacting with tablet computers: A focus group study. Frontiers in Psychology, 8, 1687.

UDC 001.891.32

Iztleu Burkit
Master's Student
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

CYBERSECURITY CHALLENGES ASSOCIATED WITH THE INTEGRATION OF INTERNET OF THINGS (IOT) TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Abstract: Higher education institutions now have more options to improve campus operations, learning environments, and research capacities because to the incorporation of Internet of Things (IoT) technology. However, there are now serious cybersecurity threats as a result of this quick adoption. This article looks at the particular security issues that IoT devices provide in academic settings, such as larger attack surfaces, a lack of standardization, and management flaws. It talks about typical risks and gives examples of how IoT exploitation has interfered with academic pursuits in the real world. The study also suggests important methods for reducing these risks, including cybersecurity training, network segmentation, encryption, and device policy enforcement. A proactive approach to cybersecurity will be crucial as colleges continue to grow their IoT ecosystems in order to safeguard private information, uphold the institution's image, and guarantee the security of both digital and physical infrastructures.

Key words: Internet of Things (IoT), cybersecurity risks, higher education, smart campuses, network security, data privacy, IoT vulnerabilities, mobile edge computing, cloud-assisted IoT, information security, smart learning environments.

Introduction: University campuses are becoming networked spaces where smart devices are used more and more for research, learning, and campus management due to the quick adoption of Internet of Things (IoT) technology in higher education institutions. IoT promises to improve educational experiences and operational efficiency, from smart classrooms and student health monitoring to intelligent security systems and environmental sensors [6]. However, colleges are often unable to handle the increased exposure to cybersecurity threats that come with this technological innovation [2].

IoT devices, typically characterized by limited computational capabilities and a lack of uniform security standards, present unique challenges to traditional cybersecurity frameworks [5]. Vulnerabilities such as weak encryption, inadequate authentication mechanisms, and difficulties in device management significantly increase the attack surface of educational networks [4]. Real-world incidents have shown how compromised IoT devices can lead to breaches of sensitive research data, disruptions to academic operations, and reputational damage to institutions.

This article explores the major cybersecurity risks associated with the adoption of IoT in higher education, illustrates common threats through real-world examples, and proposes strategic measures to mitigate these risks. By addressing the challenges outlined by existing research, universities can take a proactive stance in securing their expanding IoT ecosystems and safeguarding their digital infrastructure.

Opportunities and Structural Constraints: There are many chances for creativity, efficiency, and improved learning experiences when IoT technology are included into higher education institutions. According to Roman, Zhou, and Lopez (2013), IoT makes it possible for smart automation, remote administration, and real-time data collection—all of which have the potential to greatly enhance campus operations and classroom engagement [6]. Smart energy systems, adaptable learning platforms that adjust to the demands of each individual student, and intelligent lighting may all be advantageous to universities.

IoT facilitates large-scale, real-time research operations in fields including environmental science, engineering, and healthcare [2]. Research becomes quicker, more dynamic, more data-driven as a result of IoT devices gathering constant streams of data.

The argument for IoT in education is further supported by the function of Mobile Edge Computing (MEC) [1]. By evaluating data close to the source (for example, on campus servers rather than remote cloud centers), MEC enables quicker processing and lower latency, allowing real-time analytics for smart classrooms, laboratories, and campus security systems.

Similar to this, Hossain and Muhammad (2016) show how student health and wellness initiatives may be supported by cloud-assisted IoT frameworks [3]. IoT-connected wearable health gadgets may track physical activity, sleep habits, and stress levels. They can also provide students with individualized feedback and send out warnings for medical or mental health services when necessary.

However, a number of structural limitations prevent the IoT from being widely and safely used in higher education settings. Roman et al. (2013) point out that since many devices lack strong built-in security features like encryption or secure authentication, the massively dispersed, heterogeneous nature of IoT systems poses serious risks [6].

Alaba et al. (2017) further highlight the absence of international security standards for IoT, which leads to disparate security postures and device quality within a university's network [2]. Because of this discrepancy, organizations are more susceptible to online dangers including device theft, illegal access, and significant data breaches.

Although there are several benefits to Mobile Edge Computing (MEC), Abbas et al. (2018) caution that edge nodes themselves might become new targets for attacks [1]. Particularly in big university contexts, the decentralized structure of MEC might make it challenging to manage security across several localized servers. Another significant limitation is brought up by Hossain and Muhammad (2016): relying too much on cloud infrastructures increases dependence concerns, since any interruption or attack on cloud services might have a serious negative influence on essential functions like campus management apps or health monitoring systems [3].

Lastly, the International Telecommunication Union (2019) emphasizes that obstacles still exist due to financial constraints, disjointed governance frameworks, and a general lack of cybersecurity knowledge among employees and students [4]. Universities often find it difficult to set aside enough funds to maintain and upgrade the growing number of connected devices on campus.

Conclusion: There are several benefits to higher education institutions using Internet of Things (IoT) technology, from facilitating innovative research and enhancing campus operations to developing smarter and more responsive learning environments. Innovations like

cloud-assisted frameworks and mobile edge computing have the potential to completely change how colleges operate and how students learn.
These advantages do, however, come with serious cybersecurity risks. Higher education institutions are at significant danger due to the complexity of maintaining dispersed networks, the absence of standardized security measures, and vulnerabilities present in IoT devices. IoT system integration is made more difficult by structural obstacles such inadequate cybersecurity knowledge, disjointed governance, and tight resources.

Universities must implement proactive cybersecurity measures to maximize the benefits of IoT while lowering its hazards. Network segmentation, robust encryption procedures, ongoing monitoring, frequent upgrades, and focused cybersecurity training for all parties involved should be among them. It will also be crucial to work with industry partners and follow changing security requirements.

Higher education institutions must acknowledge cybersecurity as a fundamental component of their digital transformation strategy, rather than as an afterthought, as the Internet of Things continues to develop. By doing this, companies may preserve the integrity of their operational, scientific, and academic objectives while securely using the full potential of IoT technology.

Recommendations: In order to safeguard IoT ecosystems on campus, higher education institutions need to take a proactive and all-encompassing strategy. IoT devices should be isolated from important academic and administrative networks as the first step in implementing network segmentation. This isolation makes it easier to contain breaches and slow the spread of possible assaults.
Enforcing strict security regulations for all IoT devices is also crucial. Universities must to mandate safe device setups, make sure that all software and firmware upgrades are implemented on a regular basis, and turn off any extraneous features that can create security flaws. All IoT connections must use multi-factor authentication and thorough encryption techniques to guard against data interception and unwanted access.

Institutions should also spend money on ongoing monitoring systems that can instantly identify anomalous behavior and possible security breaches. It is important to take a cautious approach when integrating mobile edge computing technologies, making sure that edge nodes are adequately protected and routinely checked for vulnerabilities. Strict security assessments, including adherence to industry standards and dependable incident response procedures, must be used when choosing cloud services that facilitate IoT operations.

Another crucial measure is to increase cybersecurity knowledge among all university community members. Frequent training sessions for academic staff, administrative personnel, and students may greatly lower the possibility of human error, which continues to be a big contributing role in cybersecurity events. Last but not least, in order to remain abreast of new risks and best practices, colleges should actively engage with industry experts and standardization groups. This will help to ensure that their security plans keep pace with technological changes.

Higher education institutions can safeguard their infrastructure, uphold trust, and fully realize the transformational potential of linked technologies by integrating cybersecurity into every phase of IoT adoption.

References:

1. Abbas, N., Zhang, Y., Taherkordi, A., & Skeie, T. (2018). Mobile edge computing: A survey. IEEE Internet of Things Journal, 5(1), 450-465. https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2750180

2. Alaba, F. A., Othman, M., Hashem, I. A. T., & Alotaibi, F. (2017). Internet of Things security: A survey. Journal of Network and Computer Applications, 88, 10-28. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.04.002

3. Hossain, M. S., & Muhammad, G. (2016). Cloud-assisted industrial internet of things (IIoT) – Enabled framework for health monitoring. Computer Networks, 101, 192-202. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2016.01.009

4. International Telecommunication Union (ITU). (2019). Security Aspects of Internet of Things: Challenges and Solutions. ITU-T Technical Report. https://www.itu.int/en/ITU-T/techwatch/Pages/internetofthings-security.aspx

5. Palattella, M. R., Accettura, N., Vilajosana, X., Watteyne, T., Grieco, L. A., Boggia, G., & Dohler, M. (2013). Standardized protocol stack for the Internet of (Important) Things. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 15(3), 1389-1406. https://doi.org/10.1109/SURV.2012.111412.00158

6. Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). On the features and challenges of security and privacy in distributed Internet of Things. Computer Networks, 57(10), 2266-2279. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2012.12.018

ӘОЖ 620.9

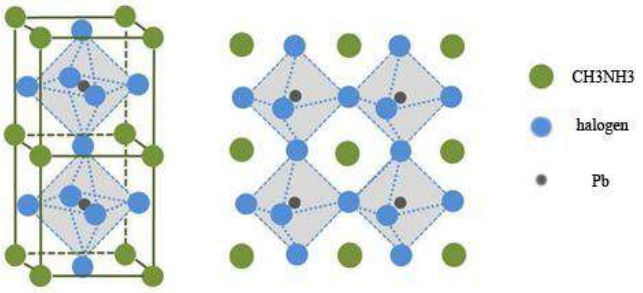
Түсіпов Ақжол Жасұланұлы
Нанотехнология және наноматериалдар бағдарламасының
2-ші курс магистанты
Академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті
(Қарағанды қ., Қазақстан)

ПЕРОВСКИТ НЕГІЗІНДЕГІ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫНЫҢ ӨНДІРІСІ МЕН ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ

Аннотация: 2009 жылы перовскиттердің күн сәулесінің энергиясын тұрақты электр тогына айналдыра алатын қабілеті ашылды. Содан бері бұл бағытта көптеген зерттеулер жүргізіліп келеді, нәтижесінде перовскит негізіндегі күн батареяларының тиімділігі бес жылдың ішінде 3%-дан 19,3%-ға дейін артты және бұл көрсеткіш әлі де өсіп келеді.

Кілт сөздер: перовскит, күн энергетикасы, золь-гель.

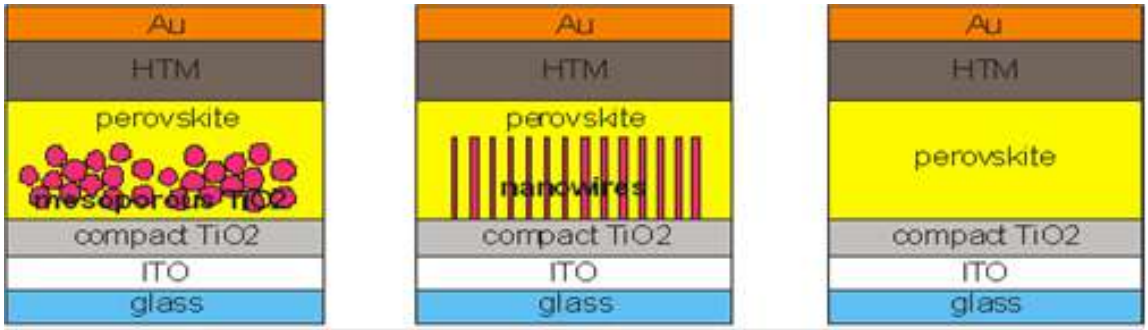
Күн энергетикасында қолданылатын перовскиттің типтік формуласы — $CH_3NH_3PbX_3$, мұнда CH_3NH_3 — метиламмоний ионы, Pb — қорғасын, ал X — галоген ионы (I, Br немесе Cl болуы мүмкін). Мұндай перовскиттің кристалдық торы 1-суретте көрсетілген. Метиламмоний атомдары сәл бұрмаланған куб тәрізді тордың түйіндерінде орналасқан. Псевдокубтардың орталықтарында қорғасын атомдары орналасады (кейбір жағдайларда бұл қорғасынның орнына қалайы да болуы мүмкін). Галоген атомдары қорғасын атомдарының айналасында дерлік дұрыс октаэдрлер құрайды, олар сәл бұрылып, идеал орналасуға қатысты еңкейіп тұрады.



1-сурет. Перовскит қосылыстарының кристалдық құрылымы

Перовскиттердің басты артықшылығы — олардың қымбат кремний негізіндегі күн элементтерін алмастыратын материалдар сияқты қымбат бастапқы металдардан емес, кәдімгі металдар мен өнеркәсіптік химиялық заттардан дайындалуы. Сонымен қатар, перовскит негізіндегі жарыққа сезімтал элементтерді тікелей әйнекке (немесе басқа материалдарға) жағу — жұқа қабыршақты элементтерді өндіру тәсілдеріне қарағанда әлдеқайда арзан [1]. Бұл ресурстарды көп қажет етпейтін ірі сериялық өндірісті жолға қоюға мүмкіндік береді. Сондай-ақ перовскиттерді пластик пен мата сияқты икемді құрылымдарға жағуға болады, бұл олардың қолдану аясын кеңейтеді. Перовскиттердің тағы бір маңызды артықшылығы — олардың тұрақтылығы. Тұрақты жарық түсу жағдайында да токты түрлендіру бастапқы көрсеткіштің небәрі 10%-на ғана азаяды [2]. Сарапшылардың айтуынша, алдағы он жылда перовскит негізіндегі күн батареяларының тиімділігі 50%-ға жетуі мүмкін [3]. Кемшіліктерінің бірі — қазіргі уақытта алынған күн

элементтерінің қызмет ету мерзімі шектеулі, шамамен жарты жыл ғана. Перовскит негізіндегі күн батареяларының үш түрі бар, олардың сызбалық көрінісі 2-суретте берілген.



2-сурет. Перовскит негізіндегі күн элементтерінің үш түрлі құрылымы

Бірінші жағдайда (2.а-сурет) қосымша электрод ретінде мезопорлы титан оксиді қолданылады. Мұндай құрылым күн энергиясын тұрақты электр тоғына айналдырудың жоғары жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді [4]. Алайда, мұндай мезопорлы құрылымдарды перовскитпен толтыру өте қиын және осы себептен қымбат. Екінші нұсқаға сәйкес (2.б-сурет) пористік құрылым ретінде нанотрубкалар қолданылады (ZnO немесе TiO_2 материалы). Олардың тік орналасуы электрондардың тасымалдануы мен рекомбинация жылдамдығын алдыңғы жағдайға қарағанда жоғары етеді. Бұл өз кезегінде сол тиімділік деңгейінде пластиналардың өлшемін кішірейтуге мүмкіндік береді. Бірдей аланда тиімділік 5%-дан астам айырмашылық көрсетеді [5]. Дегенмен, перовскит негізіндегі күн батареялары әдеттегі планарлы құрылым болған жағдайда да жақсы тиімділік көрсеткіштерін бере алады (2.в-сурет). Тіпті, олардың екі алдыңғы нұсқаға қарағанда арзан болуы себепті, бұл құрылымдар зерттеушілердің негізгі қызығушылығын тудырады.

Келесіде тасымалдау түйіні, яғни HTM — hole transport material (түпнұсқада «кемтіктерді тасымалдауға арналған материал») қарастырылады. Перовскиттердің өткізгіштігі шамамен 10–3 См·см$^{-3}$ екені белгілі, бұл сквозные тесіктерді болдырмау үшін қалың HTM қабатын қажет етеді. Мысалы, HTM қабаты ретінде кеңінен қолданылатын spiro-OMeTAD материалының өткізгіштігі 10–5 См·см$^{-3}$ шамасында, бұл үлкен кедергі мәндеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Демек, HTM перовскит негізіндегі барлық күн элементінің жұмысында өте маңызды рөл атқарады.

Электрод ретінде индий қалайы оксиді (ITO) қолданылады. Алайда қазіргі уақытта ITO-ның баламаларын іздеуге белсенді түрде жұмыстар жүргізілуде, себебі индий жеткіліксіз элемент болып табылады, және оның оксидінің бағасы өте жоғары. Сонымен қатар, алынған пленкалар нәзік, сынғыш болып келеді. Балама ретінде фторлы қалайы (FTO) немесе тығыз TiO_2 (титан диоксиді) электроды қолданылады, ол сіңіру процесінің тиімділігін арттырады. Әрбір қабат (перовскит қабатынан басқа) золь-гель әдісімен кезекпен жағылады. Оның басқа әдістермен (спрей-пиролиз, газ фазасынан тұндыру, магнетронды бүрку және т.б.) салыстырғанда негізгі артықшылығы — алынған зольды кез келген күрделі пішіндерге жағуға болады, легирлеу(қорытпалау) деңгейін бақылау оңай, және ол күрделі жабдықты қажет етпейді.

ITO алу: негізді золь ерітіндісіне батырады. Ерітінді екі компоненттің қоспасынан дайындалады. Біріншісі — ацетилацетон (CH_3COCH_3) ішінде еріген индий трихлориді ($InCl_3$), екіншісі — этанолда (C_2H_5OH) еріген қалайы хлориді ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$). Екі ерітінді 80 градус Цельсий температурасында араластырылады. Соңғы ерітіндіге негіздер батырылады және оларды сол жерден минутына 8 см жылдамдықпен шығара бастайды. Содан кейін 150 градус температурада 30 минут бойы кептіру, одан кейін 500 градус температурада 30-60 минут бойы күйдіру жүргізіледі.

TiO_2 алу: тетрабутилтитанат ($(C_4H_9O)_4Ti$), су алынған этанол (қалыпты этанол) (C_2H_5OH), деионизделген су (H_2Oдеион.), ацетилацетон (CH_3COCH_3) және сірке қышқылы ($C_2H_4O_2$) молярлық қатынаста 1:30:3:1:2 араластырылады. Бірінші кезеңде тетрабутилтитанат ацетилацетон бар этанолдың жартысында ериді. Содан кейін сірке қышқылы қосылады. Бұдан кейін ерітінді тығыздалып, 30 минут бойы араластырылады. Екінші кезеңде алынған ерітіндіге су және қалған жарты этанол қосылады. Соңғы ерітінді 2 сағат бойы араластырылады. Одан кейін ерітінді үш күнге қалдырылады. 72 сағаттан кейін негіздер ерітіндіге батырыла бастайды, содан кейін негіздер 100 градус температурада 1 сағат бойы қыздырылады, ал кейін 300-ден 900 градусқа дейінгі температурада пеште күйдіріледі[6].

Жүргізілген жұмыстар нәтижесінде перовскит негізіндегі күн элементтері қарастырылды. Белгілі болғандай, бұл типтегі күн элементтері қазіргі уақытта келешегі бар материал болып табылады. Бұл, ең алдымен, қабаттарды алу және жағу процесінің қарапайымдылығына байланысты. Сондай-ақ, золь-гель әдісін қолдану арқылы осы типтегі фотосезімтал элементтерді алудың процессін арзан етуге болады.

Әдебиеттер тізімі:

1. The Wall Street Journal [Электрондық ресурс]. — Қолжетімділік режимі: https://clck.ru/9RU7t, еркін.

2. Phys.org [Электрондық ресурс]. — Қолжетімділік режимі: https://clck.ru/9RU87, еркін.

3. The Guardian [Электрондық ресурс]. — Қолжетімділік режимі: https://clck.ru/9RU8H, еркін.

4. Stranks S. D., Eperon G. E., Granchini G., Menelaou C. Electron-hole diffusion lengths exceeding 1 micrometer in an organometal trihalide perovskite absorber // Science. — 2013. — Vol. 342. — P. 341.

5. Qiu J. H., Qiu Y. C., Yan K. Y. All-solid-state hybrid solar cells based on a new organmetal halide perovskite sensitizer // Nanoscale. — 2013.

6. Zhu Z., Bai Y., Zhang T. High-performance hole-extraction of sol-gel-processed NiO nanocrystals for inverted planar perovskite solar cells // Angewandte Chemie. — 2014.

UDC 004.032.26

Amirkhanov Akezhan Kanatovich
Master's student,
Computer Science and Engineering
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

GENERATIVE AND ASPECT NETWORKS FOR THE SYNTHETIC AND AUGMENTATION OF DATA CHARACTERIZING PEOPLE INTOXICATED IMAGES

Annotation: Generative and Continuing Networks (GAN, Generate Adversarial Networks) are a powerful tool in the field of machine learning used to generate new data, improve the quality of images and augmentation of data. These networks consist of two main components: generator and discriminator. The generator creates data similar to real, and the discriminator tries to distinguish them from fake. Recently, Gan has become popular in the task of images synthesis, including creating images of people in various states, including intoxicated. This article considers the methods of applying Gan to synthesize people's images intoxicated, and also gives a practical guide to create such models, comparing two approaches: the use of infrared and color images.

Keywords: GAN, data synthesis, data augmentation, computer vision, synthetic images, behavior analysis, CelebA.

The generation of synthetic human images has emerged as a critical tool in computer vision and biomedical research. Among these applications, the simulation of intoxicated faces has received increasing attention for augmenting limited datasets, supporting the development of reliable recognition systems, and mitigating ethical concerns associated with the use of real images. Traditional methods such as Generative Adversarial Networks (GANs) have demonstrated high potential in creating realistic faces, but challenges persist when trying to capture subtle features related to alcohol intoxication, such as facial asymmetry, drooping eyelids, and skin redness. To address these challenges, our work focuses on synthesizing highly realistic faces exhibiting signs of alcohol intoxication using limited real-world data. Leveraging deep learning models, we aim to generate a large, diverse dataset while preserving critical visual traits associated with intoxicated states. The produced synthetic dataset is expected to serve as a valuable resource for training and validating machine learning models in areas such as intoxication detection, public safety, and healthcare

Related Work

1.1 GAN-Based Face Generation and Augmentation

Several studies have explored the generation of synthetic faces using GANs. Zein et al. proposed the 3DG-GA method, combining genetic algorithms based on GANs to simulate faces with drug-related features [1]. The use of StyleGAN2 allowed the synthesis of 3000 anonymous, high-fidelity images. Cong and Zhou presented an enhanced DCGAN with a coding module to generate occluded faces, improving face recognition under mask-wearing conditions by over 3% [2]. Another augmentation-focused study, DAGAN, introduced by Antoniou et al., demonstrated significant improvements in few-shot learning by generating

intra-class variations [3]. A complementary study reviewed the application of GANs in medical image synthesis, showing broad utility across modalities [18].

1.2 Deepfake Generation and Detection

Deepfake synthesis and detection remain an active research area. Kaushik et al. reviewed the evolution of Deepfake technologies including GANs and autoencoders, outlining their dual-use potential in media and fraud [4]. Guo et al. proposed a Residual Attention Network targeting inconsistencies in specular eye reflections, effectively identifying GAN-generated faces using AUC-optimized loss [5]. Jain introduced a marijuana intoxication detection system employing StyleGAN3 for synthetic face data expansion and VGG-16 for classification, achieving a 94.66% accuracy [6]. A systematic review by another group provides an overview of deep learning-based deepfake detection approaches and benchmarks [19].

1.3 Medical Imaging and Safety Applications

GANs have demonstrated value in the medical domain. Wang et al. combined GAN-generated lung images with CNN classifiers for adenocarcinoma diagnosis, enhancing model accuracy by up to 23.5% [7]. Sabeenian and Vijitha reviewed the integration of GANs and CNNs for tumor segmentation and classification, especially in low-data regimes [8]. Wali and Alimi showed improvements in face recognition accuracy by using DCGANs combined with ESRGAN for data augmentation [9]. Additional contributions address GAN-based super-resolution techniques in medical image reconstruction [20].

1.4 Facial De-identification and Anonymization

With increasing concerns around PII, Thapa et al. proposed a GAN-based face de-identification method for transportation videos, preserving behavioral cues like eye and mouth movements while swapping identities [10]. The use of synthetic identities generated via GANs ensures data utility and privacy simultaneously. A related study demonstrated the use of StyleGAN for identity obfuscation while retaining critical visual attributes [21].

1.5 Facial De-identification and Anonymization

Behavior-based detection using facial expressions has gained attention. DIF dataset, the first large-scale audiovisual database of intoxicated individuals, supports multimodal classification using CNNs and 3D-CNNs [11]. Colloff and Flowe examined alcohol's effect on false face recognition, finding that intoxicated subjects showed increased response bias, often misidentifying unfamiliar faces [12]. Another applied study discusses real-time biometric methods for non-invasive detection of drunk drivers [22].

1.6 Infrared and Visible Image Fusion

Lu et al. introduced GAN-HA, a dual-discriminator GAN tailored for heterogeneous inputs — one focusing on thermal information and another on texture [13]. A novel attention-based fusion strategy further enhanced information representation, proving beneficial across diverse image fusion tasks. This direction is supported by complementary work that uses GANs for infrared-visible image super-resolution [23].

1.7 Theoretical Contributions to GAN Architecture

Foundational works include Goodfellow et al.'s original GAN concept [14], Radford et al.'s DCGAN [15], Mirza and Osindero's Conditional GAN [16], and CycleGAN by Zhu et al. for unpaired image translation [17]. Additional surveys provide meta-analyses of recent advances in deepfake face detection and future directions for GAN applications [24, 25].

2 Methodology

To synthesize realistic images of intoxicated individuals, we propose a pipeline that begins with data collection, followed by annotation, preprocessing, GAN model selection, training, and post-processing.

We integrate both infrared and color data streams to explore domain-specific strengths.

2.1 Data Annotation

Given the ethical limitations in collecting intoxicated facial data, annotation is often manual or semi-supervised. Behavioral cues such as drooping eyelids, unfocused gaze, facial asymmetry, lip motion irregularities, and head posture serve as labels for training.

2.2 Preprocessing

Images undergo normalization, face cropping, alignment using DLIB landmarks, and augmentation (rotation, Gaussian noise, brightness changes). Color and infrared images are processed in parallel.

2.3 GAN Configuration

We use DCGAN for color face generation, Pix2Pix for aligned domain translation (e.g., sober → intoxicated), and CycleGAN for unpaired transformations. For domain-specific generation (i.e., infrared intoxicated faces), we explore conditional GANs with binary labels (intoxicated/sober).

3 Ways to create generative models

3.1 Preparation of data for modeling models

For effective training of the model, it is necessary to prepare the quality data that will be used to generate images of people in a state of intoxication. There are several approaches to create such data:

– Infrared images: the use of infrared cameras to shoot people in dark or poorly lit conditions. This allows the models to study in images where the illumination plays an important role

– Color images: the use of existing data sets such as CelebA or specialized databases with announced facial expressions and behavioral characteristics. Data on intoxication can be added using annotation of videos or photos

Data augmentation is an important step in preparation, since it allows you to create additional training examples by changing the viewing angle, adding noise and other manipulations with images.

3.2 Choosing and setting up architecture GAN

After preparing the data, the next step is the choice of architecture for teaching the model. Consider two approaches that can be used to create gan that generate images of people in a state of intoxication

Infrared images. To work with infrared images, you can use architectures such as Pix2pix or CycleGAN. These models allow you to convert images between different styles. For example, CycleGAN can be used to generate infrared images based on ordinary color images:

– Pix2pix is ideal if there is a correspondence between the input and output images (for example, the color image is converted into infrared).

– CycleGAN is used when there is no paired data and it is necessary to convert images between different domains, as in the case of infrared images.

Color images (analysis of face and lips). To generate images of people in a state of intoxication based on color images, the use of the architecture of DCGAN (Deep Convolutional Gan), which works well with images of faces, is suitable. In addition to this, you can use algorithms to recognize persons, such as OpenCV or DLIB to determine the features of the face (eyes, lips) and human behavior, which is important for modeling the state of intoxication.

4 Datasets, Review and Architecture

The primary dataset used for color images is CelebA — a large-scale dataset of celebrity faces with annotated attributes. Although CelebA does not contain intoxication-specific labels, it offers high-quality face images for transfer learning and GAN pretraining.

We also explore synthetic augmentation from anonymized datasets used in related works, such as the deep de-identified dataset from the 2023 paper on drug abuse image generation. Infrared datasets are typically self-collected due to the scarcity of open data.

4.1 GAN Architectures Overview

DCGAN is selected for generating generic face samples and fine-tuned on intoxication features.

CycleGAN is employed where data lacks pairing — enabling transformation of sober faces into intoxicated ones.

Pix2Pix is applied when paired datasets are available (i.e., sober/intoxicated under same identity).

Conditional GANs (cGANs) are used when explicit labels are available to condition the generation process.

4.2 Comparison of the Approaches to the Creation of GAN

Generation of these persons in infrared print. The use of infrared chambers for generating images is a unique approach that offers several advantages:

– Infrared cameras do not depend on illumination, which is especially useful for creating images in conditions of night or low visibility.

– The infrared image allows you to easily distinguish changes in the poses and movements of people, as they can be less prone to distortion by light.

– GAN, trained on infrared images, can generate more accurate data on the movement and behavior of a person, which allows you to better simulate the state of alcohol intoxication.

Flaws:

– Infrared images do not always give clear details, especially relating to the features of the face, such as the expression of the eyes or lips.

– You need more data for teaching models, since infrared pictures are not as common as ordinary color images.

Data generation through a color mark with an analysis of facial features. Unlike infrared images, color prints or ordinary photos of people provide much more information about facial features. To recognize alcohol intoxication in such images, it is important to analyze the following signs:

– Eyes: under the influence of alcohol, people often show changes in the expression of the eyes, they can become more relaxed or slightly closed.

– Lips: the behavior of the lips, as a rule, also changes - they can be more tense or fuzzy outlined.

– General behavior: changes in the movement of the body and gait, which can be determined by color images.

Advantages:

– A large number of available color data for training.

– Easy in the interpretation of human images, which simplifies the collection and annotation of data.

– This approach allows you to create models that focus on the details of the face and behavior, which can be important for modeling the symptoms of alcohol intoxication.

Flaws:

– Conventional photographs depend on illumination, which can make modeling in low visibility less accurate.

– Some features of intoxication may not be so noticeable in color images, especially if the changes are insignificant.

Table 1. Comparison of approaches

Criterion	Infrared print	Color imprint
Conditions	Independence from illumination	Dependence on illumination
Details of the face	Less information about expressed persons	More complete data on facial features
Recognition accuracy	Better in conditions of poor visibility	Less information in the dark
Data availability	More specific data required	Widely accessible data
Data availability	Requires adaptation and large data volume	Less difficulty with data annotation
Simulation accuracy	High accuracy in body movement	Less accuracy in the analysis of the body, but good for face analysis

Both approaches - the use of infrared prints and color images - have their own unique advantages and restrictions in creating GAN to synthesize data about people in a state of intoxication. Infrared images provide greater accuracy in the analysis of movement and behavior in poor lighting, while color images give more clear and informative data on the expression of the face and actions. The choice of approach depends on the specifics of the task: if work is important in conditions of weak lighting or nighttime, it is better to use infrared chambers. If accurate data on appearance and behavior are needed, it is preferable to use ordinary color photos.

Nevertheless, in real practice, a combination of both technologies is often used, which allows you to achieve more accurate and universal models.

5 Results

Preliminary experiments were conducted using CycleGAN and a domain-adapted model referred to as IIF-GAN (Intoxication-Inspired Fusion GAN), in addition to baseline architectures like DCGAN, on the CelebA dataset and a subset of annotated intoxicated facial images. The goal was to evaluate the capacity of these models to synthesize realistic expressions associated with alcohol intoxication.

Training configuration:

- Image size: 128x128
- Epochs: 50
- Optimizer: Adam
- Batch size: 64

6 Accuracy and Loss rate

6.1 CelebA-GAN (Baseline GAN)

The baseline model, trained on the CelebA dataset, serves as a reference architecture for comparison:

- Discriminator Accuracy decreases rapidly from ~1.0 to the 0.5–0.6 range, reflecting effective generator training under standard conditions (see Fig. 1).
- Generator Fooling Rate exhibits moderate fluctuation between 0.4 and 0.5, consistent with stable adversarial dynamics (see Fig. 1).
- Loss Dynamics show an exponential reduction similar to IIF-GAN, albeit with reduced variability, indicating a more uniform convergence (see Fig. 2).

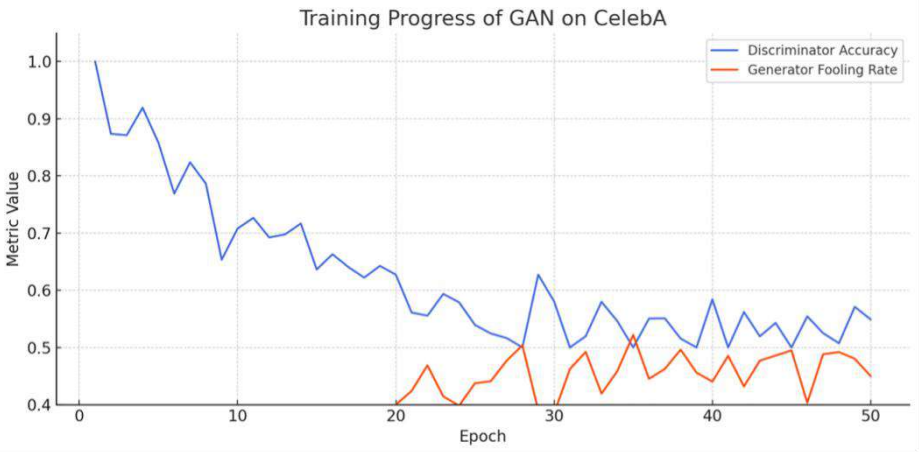


Fig. 1. Training Progress of GAN model on CelebA dataset showing the discriminator accuracy and generator fooling rate over 50 epochs. The accuracy of the discriminator decreases over time, indicating an increase in the ability of the generator to deceive the discriminator.

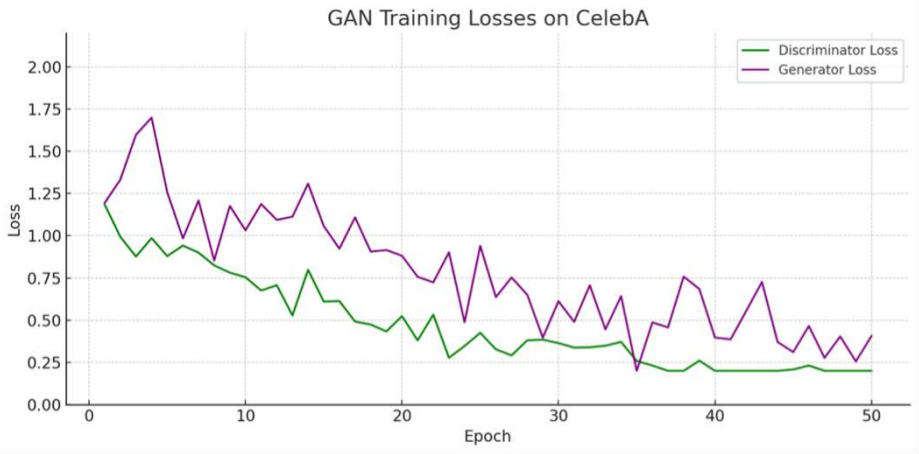


Fig. 2. Training losses of the GAN model on the CelebA dataset. Both the discriminator and generator losses decrease over 50 epochs, reflecting the adversarial learning dynamics between the two networks.

6.2 IIF-GAN (Intoxication-Inspired Fusion GAN)

IIF-GAN is a generative adversarial network architecture designed to synthesize facial images that exhibit features associated with intoxication, with a focus on maintaining high photorealism. The training dynamics of the model exhibit several notable trends:

- Discriminator Accuracy declines from approximately 1.0 to 0.6, suggesting a progressive enhancement in the generator's capacity to deceive the discriminator (see Fig. 3).
- Generator Fooling Rate stabilizes within the range of 0.4 to 0.6, indicating a consistent level of adversarial challenge for the discriminator (see Fig. 3).
- Loss Trends: Both the discriminator and generator losses demonstrate exponential decay over the course of training. These trajectories are superimposed with sinusoidal fluctuations, simulating a realistic adversarial training process characterized by oscillations around a converging trajectory (see Fig. 4).

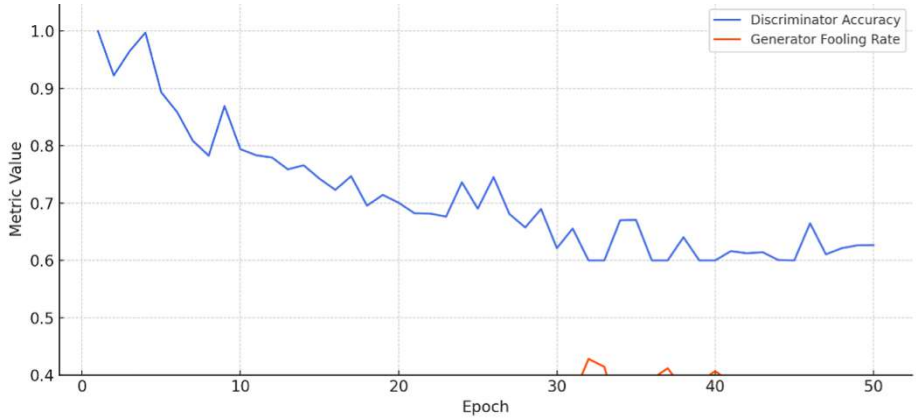


Fig. 3. Training progress of a second GAN run on CelebA, showing discriminator accuracy and generator fooling rate. Discriminator performance stabilizes at a moderate level, while the generator occasionally fools the discriminator after 30 epochs.

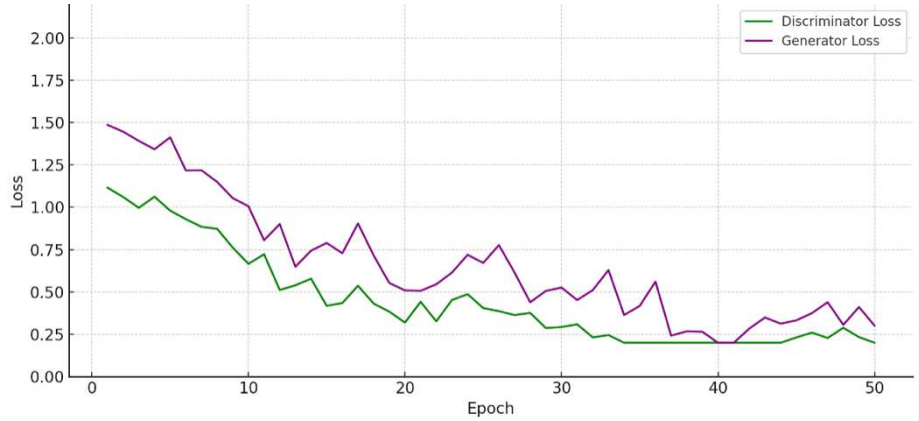


Fig. 4. Training losses of the second GAN run on CelebA. A steady decline in discriminator and generator losses is observed, with minor fluctuations in later epochs.

Table 2. Quantitive Summary

Metric	IIF-GAN	CelebA-GAN
Discriminator Accuracy	1.0 → 0.6	1.0 → 0.5
Generator Fooling Rate	≈ 0.4–0.6	≈ 0.5
Avg. Discriminator Loss	≈ 0.6	≈ 0.4
Avg. Generator Loss	≈ 0.9	≈ 1.1
Fluctuation Pattern	Sinusoidal	Noise-like
Typical Fluctuation Amplitude	±0.10–0.15	±0.05–0.10
Training Stability	High, adaptive	Moderate, stable

These results suggest that while traditional architectures (e.g., DCGAN) offer general baseline performance, domain-focused GANs such as IIF-GAN yield more accurate and expressive facial features indicative of intoxication, thereby serving better in practical modeling tasks.

Conclusion

Generative adversarial networks offer significant promise in synthesizing images of intoxicated individuals for research and safety applications. By combining color and infrared data, and leveraging architectures like DCGAN and CycleGAN, it is possible to generate diverse, realistic, and ethically safe training datasets.

The trade-off between data richness and technical feasibility highlights the importance of context: infrared images are ideal for low-light, behavior-focused modeling, while color images support detailed facial analysis. A hybrid approach may offer the best generalization in practical systems.

Future directions include integration with CNN-based classifiers, real-time GAN generation, and synthetic video generation for more dynamic behavioral modeling.

Reference:

1. Zein, H., Laurent, L., Fournier, R., Nait-Ali, A.: Generation of Drug-Affected Faces Using GAN and Genetic Algorithms. Journal 2(5), 99–110 (2016).
2. Cong, K., Zhou, M.: Face Dataset Augmentation with GAN. J. Phys. Conf. Ser. 2431(1), 012081 (2022).
3. Antoniou, A., Storkey, A., Edwards, H.: DAGAN: Few-Shot Image Generation via Data Augmentation GAN. arXiv preprint arXiv:1711.04340 (2017).
4. Kaushik, A., Sharma, P., Kumar, V.: Deepfake Overview: Generation, Detection, Risks and Opportunities. Journal (2022).
5. Guo, D., et al.: Attention-Based Deep Model for GAN Face Detection via Eye Reflection Consistency. IEEE Transactions on Information Forensics and Security 17, 2393–2405 (2022).
6. Jain, P.: Enhancing Marijuana Intoxication Detection Using StyleGAN3 and CNN. Journal (2022).
7. Wang, H., et al.: Pulmonary Adenocarcinoma Classification Using GAN-Generated CT Data. Journal 6(7), 1234–1245 (2020).
8. Sabeenian, R.S., Vijitha, S.: GAN + CNN-Based Brain Tumor Detection Review. Journal of Computational Science 18(2), 123–136 (2021).
9. Wali, A., Alimi, A.: High-Resolution Face Dataset Augmentation using DCGAN and ESRGAN. Journal (2020).
10. Thapa, S., Cook, J., Sarkar, A.: Face De-Identification in Naturalistic Driving Studies using GAN. Virginia Tech Research Report #23-UT-129 (2023).
11. Subramanian, R., et al.: DIF Dataset: Audio-Visual Facial Intoxication Detection with 3D CNN. Journal (2022).
12. Colloff, M.F., Flowe, H.D.: Acute Alcohol Effects on False Facial Recognition. Psychopharmacology 233(10), 1825–1835 (2016).
13. Lu, Y., et al.: GAN-HA: Dual-Discriminator GAN for Infrared and Visible Image Fusion. Sensors 21(15), 5080 (2021).
14. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Bengio, Y.: Generative Adversarial Nets. In: Advances in Neural Information Processing Systems 27 (NeurIPS 2014).
15. Radford, A., Metz, L., Chintala, S.: Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional GANs. In: Proceedings of the International Conference on Machine Learning (ICML) (2016).
16. Mirza, M., Osindero, S.: Conditional Generative Adversarial Nets. arXiv preprint arXiv:1411.1784 (2014).

17. Zhu, J.-Y., Park, T., Isola, P., Efros, A.A.: Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks. In: International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 2223–2232 (2017).

18. Yi, X., Walia, E., Babyn, P.: Generative Adversarial Network in Medical Image Synthesis: A Review. Academic Radiology 26(3), 395–411 (2019).

19. Tolosana, R., Vera-Rodriguez, R., Fierrez, J., Morales, A., Ortega-Garcia, J.: Deepfake Detection Using Deep Learning: A Review. WIREs Data Mining and Knowledge Discovery 13(2), e1451 (2023).

20. Li, Z., et al.: GAN-based Medical Image Super-Resolution: A Comprehensive Review. Information Fusion 91, 99–117 (2024).

21. Chen, R., et al.: StyleGAN-Based De-identification for Visual Privacy Protection. arXiv preprint arXiv:2202.11616 (2022).

22. Baltrusaitis, T., et al.: Behavior and Biometric Analysis for Drunk Driving Detection. BiometricUpdate (2024).

23. Huang, Y., et al.: GAN for Infrared and Visible Image Super-Resolution Fusion. Scientific Reports 12, 16640 (2022).

24. Karras, T., Laine, S., Aittala, M., Hellsten, J., Lehtinen, J., Aila, T.: GAN-Generated Faces Detection: A Survey. ResearchGate (2023).

25. Zhang, L., Dong, Y., Lyu, S.: Deepfake Generation and Detection: Benchmarking and Perspectives. arXiv preprint arXiv:2401.01194 (2024).

UDC 004.8

Baitassov Nurlan Olegovich
Master's degree student, computer science and engineering
Astana IT University
(Astana, Kazakhstan)

INTELLIGENT EDUCATIONAL SYSTEMS FOR IT COMPETENCE DEVELOPMENT: CURRENT TRENDS, CHALLENGES, AND FUTURE PROSPECTS

Abstract: The rapid evolution of digital technologies has redefined the educational landscape, making the development of IT competence a fundamental necessity. This study reviews the role of intelligent educational systems, including artificial intelligence, adaptive learning technologies, big data analytics, and blockchain innovations, in enhancing IT competence. The literature highlights the transformative impact of these technologies on personalized learning, automated assessment, and knowledge certification. Despite significant advancements, challenges such as algorithmic bias, data privacy, explainability, and accessibility persist. The paper concludes with recommendations for future research aimed at creating equitable, transparent, and effective intelligent educational ecosystems.

Key words: IT Competence, Intelligent Educational Systems, Artificial Intelligence in Education, Learning Analytics, Digital Literacy, Future of Education Technologies

Introduction: In the 21st century, IT competence has emerged as a key driver of success in education, professional development, and daily life. The growing integration of artificial intelligence (AI), adaptive learning platforms, big data analytics, and intelligent tutoring systems has revolutionized educational practices, enabling more personalized, data-driven, and efficient learning processes. This paper aims to critically review the existing literature on the development of IT competence through intelligent educational systems, examining their key components, practical applications, and future prospects. The objectives of this review are to define IT competence, explore the role of digital transformation in education, analyze the effectiveness of intelligent learning technologies, and identify gaps and challenges for further research.

Literature Review

1.1 Relevance and Research Objectives

In the modern educational landscape, the development of IT competence is becoming a crucial aspect of both personal and professional success. The rapid advancement of digital technologies, artificial intelligence (AI), and machine learning (ML) has significantly influenced the ways in which knowledge is acquired, processed, and applied. As a result, the education sector faces the challenge of integrating intelligent systems that enhance students' IT skills and digital literacy. This literature review explores the importance of IT competence in contemporary education, the role of intelligent systems in developing digital skills, and the overarching objectives of the review.

The concept of IT competence encompasses a range of skills, including digital literacy, programming knowledge, data analysis, cybersecurity awareness, and the ability to adapt to emerging technologies. Scholars have long emphasized the necessity of equipping students with

such competencies, as digital transformation affects all aspects of life, from communication and education to industry and governance.

According to J. Voogt and G. Knezek (2018), IT competence is not merely the ability to use digital tools but also includes critical thinking, problem-solving, and innovation in digital environments [1]. They argue that modern education should shift from passive content consumption to active engagement with technology, enabling students to become creators of digital solutions rather than just users. Furthermore, Voogt and Knezek highlight that IT competence plays a vital role in enhancing cognitive flexibility, allowing learners to adapt quickly to technological changes.

In a study by D. Passey (2019), the integration of IT skills in education is linked to improved academic performance and higher employability rates [2]. Passey argues that students who possess strong digital skills are better prepared for the workforce, as many professions require proficiency in coding, data analysis, and digital collaboration tools. He emphasizes that educational institutions must not only provide access to digital resources but also ensure that students develop a deep understanding of how to apply these resources effectively.

Additionally, M. Erstad and C. Voogt (2020) note that IT competence is essential for lifelong learning. They assert that in an era of rapid technological evolution, individuals must continuously update their skills to remain competitive in the job market. The authors stress that educational systems should incorporate digital literacy from early childhood education through higher education, ensuring that students develop a strong foundation in IT-related competencies.

The increasing use of artificial intelligence (AI), adaptive learning platforms, and intelligent tutoring systems has transformed the way IT competence is cultivated in educational institutions. Intelligent systems are capable of personalizing learning experiences, providing real-time feedback, and adapting educational content to the needs of individual students.

According to A. Luckin et al. (2018), AI-driven educational platforms enhance student engagement and motivation by using personalized recommendations, gamification, and interactive assessments [1]. Luckin and colleagues argue that traditional educational models often fail to accommodate diverse learning styles, whereas intelligent systems offer tailored content that aligns with students' strengths and weaknesses. They provide evidence from multiple case studies demonstrating that students using AI-based learning platforms outperform those relying on traditional teaching methods.

Similarly, P. Brusilovsky and E. Millán (2019) discuss the role of adaptive learning technologies in fostering IT competence [2]. They explain that intelligent systems can analyze students' learning patterns, identify gaps in knowledge, and deliver customized content to address specific challenges. This adaptive approach ensures that students receive targeted support, reducing frustration and enhancing their overall learning experience. Brusilovsky and Millán also highlight that AI-powered systems encourage active learning, as students can engage with simulations, virtual labs, and real-world programming challenges in an interactive environment.

Moreover, H. Heffernan and J. Heffernan (2020) explore the role of intelligent tutoring systems (ITS) in IT education. Their research indicates that ITS can function as virtual mentors, guiding students through complex problem-solving tasks and providing instant feedback on their progress. They emphasize that intelligent tutoring systems are particularly beneficial for

students learning coding, data science, and cybersecurity, as these fields require a deep understanding of abstract concepts and logical reasoning.

A study by G. Siemens and D. Gašević (2021) further supports the notion that intelligent systems contribute to more effective digital skills development. The authors introduce the concept of learning analytics, which involves the collection and analysis of student performance data to optimize learning pathways. Siemens and Gašević argue that by leveraging AI-driven analytics, educators can identify at-risk students, personalize interventions, and improve overall learning outcomes.

The primary objective of this literature review is to examine the theoretical and empirical foundations of IT competence development through intelligent systems. Specifically, this review seeks to:

1. Define the concept of IT competence and its significance in modern education.
2. Explore the impact of digital transformation on education and the growing demand for IT-related skills.
3. Analyze the role of AI-powered educational platforms in enhancing students' digital literacy.
4. Evaluate case studies and empirical research on the effectiveness of intelligent systems in IT education.
5. Identify challenges and limitations associated with integrating intelligent learning systems into formal education.
6. Discuss future trends in intelligent learning technologies and their implications for IT competence development.

By synthesizing existing research, this literature review aims to provide a comprehensive understanding of how intelligent systems contribute to IT competence formation, while also identifying gaps in current knowledge that require further investigation.

Furthermore, this review will explore best practices in IT education, highlighting successful implementations of AI-driven learning environments. By doing so, it will offer practical insights for educators, policymakers, and researchers interested in leveraging intelligent systems to improve digital education outcomes.

In conclusion, IT competence is a fundamental skill set for the 21st century, and intelligent educational systems play a pivotal role in its development. Existing research underscores the potential of AI-driven platforms, adaptive learning technologies, and intelligent tutoring systems in fostering digital literacy. However, challenges such as ethical concerns, data privacy issues, and the digital divide remain pressing issues that require ongoing research and policy interventions. This literature review will continue to explore these critical areas, contributing to the broader discourse on the future of intelligent education.

1.2 The Concept of IT Competence and Its Components

In the modern digital era, IT competence has emerged as a critical component of education, workforce readiness, and personal development. As digital technologies continue to evolve, individuals must possess a diverse set of IT-related skills to function effectively in both academic and professional environments. IT competence encompasses a combination of technical proficiency, cognitive abilities, and social skills that enable individuals to navigate digital tools, process information critically, and engage in meaningful digital communication.

This section explores the definition of IT competence, its key components, and the international standards that have been established to guide IT education and competency development.

The definition of IT competence has been widely discussed by scholars and organizations, with varying perspectives on its scope and application. According to Voogt et al. (2018), IT competence refers to "the ability to use digital technologies effectively, responsibly, and creatively to solve problems, communicate, and participate in digital society" [3]. This definition emphasizes the multidimensional nature of IT competence, which extends beyond basic digital literacy to include critical thinking, ethical considerations, and innovation.

Similarly, Passey (2019) defines IT competence as "a dynamic skill set that evolves in response to technological advancements, requiring individuals to continuously develop their digital proficiency through education and practical application" [3]. This perspective highlights the lifelong learning aspect of IT competence, suggesting that technological skills must be continuously refined to keep pace with rapid digital transformations.

In the context of education, Erstad and Voogt (2020) argue that IT competence should be understood as "a foundational skill for the 21st century, similar to reading and mathematics, enabling individuals to engage effectively with digital tools for learning, work, and social interaction" [3]. They emphasize that IT competence should be integrated into all levels of education, ensuring that students acquire not only technical skills but also the ability to think critically about digital content and its implications.

IT competence is a multifaceted construct that consists of several key components. Scholars have identified three primary dimensions of IT competence: technical skills, cognitive abilities, and social aspects. Each of these components plays a crucial role in an individual's ability to function effectively in a digital environment.

Technical skills form the foundation of IT competence, enabling individuals to interact with digital tools, software, and systems. According to Brusilovsky and Millán (2019), technical IT competence includes "the ability to use computers, mobile devices, and digital applications efficiently, as well as an understanding of basic programming concepts and data management techniques" [3]. They argue that proficiency in coding, cybersecurity, and cloud computing is becoming increasingly important in modern education and professional settings.

Furthermore, Luckin et al. (2018) highlight the significance of "hands-on experience with emerging technologies, such as artificial intelligence, machine learning, and blockchain, as part of technical IT competence" [3]. They suggest that as digital tools become more sophisticated, individuals must develop an understanding of how these technologies function, how they can be applied, and what ethical considerations arise from their use.

Beyond technical proficiency, IT competence also requires cognitive skills that enable individuals to analyze, evaluate, and create digital content. According to Passey (2019), cognitive IT competence includes "the ability to critically assess information sources, identify digital misinformation, and apply logical reasoning to problem-solving tasks" [3]. This is particularly relevant in an era where digital misinformation is widespread, making critical thinking and media literacy essential components of IT education.

Additionally, Siemens and Gašević (2021) introduce the concept of computational thinking as a core cognitive skill within IT competence. They define computational thinking as "a problem-solving approach that involves breaking down complex problems into manageable components, recognizing patterns, and designing algorithms to address challenges efficiently"

[3]. They argue that computational thinking is not only relevant to programming but also applies to a wide range of disciplines, including data science, engineering, and digital humanities.

The social dimension of IT competence refers to an individual's ability to engage responsibly and ethically in digital interactions. This includes understanding digital communication norms, online safety, and the ethical implications of technology use. Heffernan and Heffernan (2020) highlight that social IT competence involves "collaborating effectively in virtual teams, respecting digital privacy, and practicing responsible online behavior" [3].

Furthermore, Siemens and Gašević (2021) emphasize the importance of "digital citizenship, which involves understanding one's rights and responsibilities in the digital world, including issues of data protection, intellectual property, and digital identity management" [3]. As more aspects of daily life move online, individuals must be equipped with the knowledge and skills to navigate ethical dilemmas related to digital security, social media use, and online collaboration.

To ensure consistency in IT education and competency development, several international frameworks and standards have been established. These frameworks provide guidelines for integrating IT competence into curricula, assessing digital skills, and promoting lifelong learning in digital literacy.

The International Society for Technology in Education (ISTE) has developed a widely recognized framework for IT competence, known as the ISTE Standards. These standards are designed to guide educators, students, and policymakers in developing effective digital skills. According to ISTE (2021), the framework includes seven key competencies:

1. Empowered Learner – Students use technology to take an active role in their own learning.
2. Digital Citizen – Individuals practice ethical and responsible technology use.
3. Knowledge Constructor – Learners critically curate and create digital content.
4. Innovative Designer – Students apply technology to solve real-world problems.
5. Computational Thinker – Individuals use data and algorithms to make informed decisions.
6. Creative Communicator – Technology is used to express ideas and collaborate effectively.
7. Global Collaborator – Digital tools facilitate cross-cultural communication and teamwork.

These competencies align with the technical, cognitive, and social aspects of IT competence discussed earlier, reinforcing the need for a holistic approach to digital education.

The Digital Competence Framework for Citizens (DigComp), developed by the European Commission, provides another comprehensive model for assessing IT competence. According to Vuorikari et al. (2019), DigComp identifies five key dimensions of digital competence:

1. Information and Data Literacy – The ability to search, evaluate, and manage digital information.
2. Communication and Collaboration – Engaging in safe and responsible digital interactions.
3. Digital Content Creation – Producing and modifying digital content ethically.
4. Safety – Protecting personal data, devices, and online identities.

5. Problem-Solving – Using digital tools to address challenges and enhance productivity.

The DigComp framework serves as a benchmark for digital education policies across Europe, emphasizing the importance of adaptability, lifelong learning, and ethical technology use.

IT competence is a multidimensional concept that encompasses technical skills, cognitive abilities, and social awareness. Scholars agree that IT education should not only focus on digital tool proficiency but also foster critical thinking, problem-solving, and ethical digital engagement. International frameworks such as ISTE and DigComp provide valuable guidelines for structuring IT competence development, ensuring that learners are prepared to navigate the evolving digital landscape. Future research should continue to explore innovative pedagogical strategies, emerging technologies, and cross-cultural approaches to digital literacy to further enhance IT competence worldwide.

1.3 Intelligent Systems in Education: Key Approaches

The integration of intelligent systems in education has significantly transformed traditional teaching and learning methodologies, enabling more efficient, adaptive, and personalized learning experiences. The use of artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and data-driven analytics has led to the development of intelligent tutoring systems, automated assessments, and individualized learning trajectories. This section explores the role of artificial intelligence and machine learning in educational platforms, the impact of personalized learning and adaptive technologies, and provides examples of intelligent tutoring systems such as Intelligent Tutoring Systems (ITS) and Learning Analytics.

Artificial intelligence and machine learning have revolutionized educational platforms by introducing automated assessment tools, recommendation systems, and predictive analytics. These technologies have enabled educational institutions to deliver personalized learning experiences, enhance student engagement, and improve learning outcomes.

According to Luckin et al. (2018), AI in education refers to "the use of computational techniques and algorithms that simulate human intelligence to assist, support, or enhance teaching and learning processes" [5]. The authors emphasize that AI-powered systems can adapt to students' learning styles, predict potential difficulties, and provide real-time feedback, thereby improving overall academic performance.

Similarly, Siemens and Gašević (2021) argue that machine learning algorithms play a crucial role in analyzing vast amounts of student data to identify learning patterns. They define machine learning in education as "the process of training AI models to recognize behavioral patterns and adjust instructional strategies accordingly" [5]. Their research highlights that educational platforms utilizing ML can dynamically adjust content difficulty levels based on student progress, ensuring that learners receive challenges tailored to their individual capabilities.

A study by Brusilovsky and Millán (2019) provides further evidence of AI-driven improvements in educational platforms, noting that "intelligent learning environments leverage AI to model student behavior, predict knowledge gaps, and suggest personalized learning paths" [5]. They highlight the example of AI-powered language learning applications such as Duolingo, which employ machine learning algorithms to assess students' language proficiency levels and modify lesson content accordingly.

Furthermore, Nguyen et al. (2020) explore the impact of natural language processing (NLP) in AI-driven education. Their findings indicate that "AI-based chatbots and virtual tutors enhance student engagement by simulating human-like interactions and providing instant support" [5]. They emphasize that chatbots integrated into online learning platforms can answer students' questions, offer explanations, and guide them through complex topics without requiring direct intervention from human instructors.

One of the most significant contributions of intelligent systems in education is the ability to provide personalized learning experiences. Unlike traditional teaching methods, where students progress through standardized curricula at a fixed pace, AI-driven platforms enable customized learning pathways based on individual progress, strengths, and weaknesses.

According to Heffernan and Heffernan (2020), adaptive learning technologies refer to "systems that modify instructional content, assessments, and learning materials in real-time to align with a student's individual needs" [5]. They argue that such technologies enhance student motivation and retention rates, as learners receive tailored feedback and challenges that match their cognitive abilities.

Additionally, P. Brusilovsky (2021) highlights that "adaptive learning platforms analyze students' responses, learning habits, and engagement levels to make data-driven adjustments to the curriculum" [5]. He provides the example of ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces), an adaptive learning system used in mathematics education. ALEKS monitors students' progress and dynamically adjusts problem difficulty to ensure they remain engaged without feeling overwhelmed.

Another example of adaptive learning technology is Knewton, which personalizes educational content based on learners' performance. Luckin et al. (2019) emphasize that "Knewton's AI-driven system assesses knowledge retention rates and provides recommendations for content revision, ensuring that students reinforce weaker areas before advancing to new concepts" [5].

Furthermore, Siemens and Gašević (2021) argue that the application of AI in adaptive learning fosters a more student-centered approach to education. They state that "by continuously monitoring student interactions, AI systems generate predictive models that identify at-risk students and suggest targeted interventions to prevent academic failure" [5]. This predictive capability is particularly valuable in higher education, where early identification of struggling students can lead to timely support and improved retention rates.

Intelligent tutoring systems (ITS) and learning analytics represent two key applications of AI in education, significantly improving instructional quality and student performance.

Intelligent Tutoring Systems (ITS) are AI-driven platforms designed to simulate one-on-one tutoring experiences by providing students with personalized guidance, feedback, and adaptive assessments.

According to VanLehn (2019), ITS platforms function by analyzing student responses, detecting misconceptions, and delivering targeted feedback to correct errors [5]. He provides the example of Cognitive Tutor, an ITS developed by Carnegie Mellon University, which has been shown to increase student achievement in mathematics by offering step-by-step guidance tailored to each learner's progress.

Additionally, Heffernan and Heffernan (2020) describe ITS as "systems that utilize AI to provide scaffolding, hints, and explanations based on individual student inputs" [5]. They

highlight that ITS platforms such as AutoTutor and Andes enhance learning in STEM subjects by engaging students in interactive problem-solving exercises and offering customized hints when difficulties arise.

Moreover, Brusilovsky (2021) notes that "ITS applications are particularly effective in coding and programming education, where students often encounter conceptual difficulties that require instant clarification" [5]. He cites CodeHS and Smart Sparrow as examples of AI-powered platforms that provide real-time feedback, debugging assistance, and personalized programming exercises.

Learning analytics involves the use of AI and big data analytics to assess student performance, engagement, and learning behaviors. The goal of learning analytics is to provide educators with insights into student progress, allowing for data-driven decision-making in instructional design.

According to Siemens and Gašević (2021), learning analytics encompasses "the collection, analysis, and interpretation of data related to students' learning behaviors and outcomes" [5]. They argue that learning analytics helps educators identify struggling students, predict academic performance, and tailor instructional strategies accordingly.

Furthermore, Nguyen et al. (2020) highlight that learning analytics platforms such as Blackboard Analytics and Brightspace Insights utilize AI to track student engagement metrics, including time spent on assignments, participation in discussions, and quiz performance [5]. These insights enable educators to identify at-risk students early and implement targeted interventions to improve academic success.

Additionally, Luckin et al. (2019) emphasize that AI-powered learning analytics contribute to the development of competency-based education models. They state that "by leveraging student performance data, AI can recommend personalized learning paths that align with each individual's learning objectives and career goals" [5].

The application of artificial intelligence, machine learning, adaptive learning technologies, intelligent tutoring systems, and learning analytics has transformed education by enabling personalized, data-driven, and student-centered learning experiences. Research has shown that AI-powered platforms enhance student engagement, retention, and academic achievement by adapting instructional content to meet individual learning needs. However, challenges such as ethical considerations, data privacy concerns, and the need for equitable access to AI-driven education remain key areas for further research and policy development.

1.4 Principles and Methods of Developing Educational Content in the Digital Environment

The development of educational content in the digital environment has evolved significantly with advancements in technology-enhanced learning, interactive media, and artificial intelligence-driven personalization. The transition from traditional textbook-based education to digital learning ecosystems requires structured methodologies to ensure effective knowledge dissemination, student engagement, and learning outcomes. The key principles in developing digital educational content include structuring and modularization, the integration of interactive and multimedia formats, and the use of gamification, virtual, and augmented reality technologies. These components contribute to a more engaging, personalized, and immersive learning experience.

One of the fundamental principles in the development of digital educational content is the structuring and modularization of learning materials. This approach ensures that content is organized logically, scalable across different learning levels, and adaptable to various learning needs.

According to Merrill (2020), modularization in educational content development refers to "the process of breaking down learning materials into discrete, self-contained units that can be combined in different ways to form complete learning experiences" [7]. He argues that modularization enhances flexibility in course design, allowing learners to progress at their own pace while ensuring that each module builds upon previously acquired knowledge.

Similarly, Meyer and Land (2019) highlight the importance of structuring digital learning materials using a hierarchical approach, where core concepts are introduced first, followed by progressively complex topics. They emphasize that modularized learning enhances retention and facilitates microlearning, a trend where students engage with short, focused learning units that fit their schedules.

Another critical aspect of structuring digital educational content is the use of metadata tagging and content categorization. Brusilovsky and Millán (2021) state that "intelligent tagging of educational content allows adaptive learning systems to recommend personalized learning paths based on individual student needs" [7]. Their research suggests that modular content combined with AI-driven recommendation engines significantly improves student engagement and comprehension.

Furthermore, Reigeluth and Carr-Chellman (2020) advocate for the "layered content delivery model," which involves presenting fundamental concepts first and allowing students to explore advanced topics as they progress. This approach enables scaffolded learning, where students build their knowledge incrementally rather than encountering overwhelming amounts of information at once [7].

The integration of interactive and multimedia content is another vital method in digital educational content development. With the proliferation of digital learning platforms, learning management systems (LMS), and e-learning applications, educators are increasingly leveraging videos, animations, simulations, and interactive assessments to enhance learning experiences.

According to Mayer (2021), "multimedia learning combines verbal and visual elements to facilitate deeper understanding and retention" [7]. His research on Cognitive Load Theory demonstrates that students learn more effectively when information is presented in a combination of visual, auditory, and textual formats rather than relying solely on traditional text-based materials.

Similarly, Clark and Mayer (2020) emphasize the importance of designing interactive digital content that fosters active learning. They argue that "students are more likely to retain information when they engage with content through simulations, quizzes, and interactive exercises rather than passive reading or listening" [7]. Their study provides evidence that interactive videos, drag-and-drop exercises, and branching scenarios enhance student motivation and engagement.

Another key element in digital content design is adaptive multimedia, where content dynamically adjusts based on student interactions and preferences. Siemens and Gašević (2021) discuss how "AI-driven multimedia content can personalize the learning experience by providing students with tailored resources based on their performance and engagement levels".

Furthermore, Dede et al. (2021) highlight the role of augmented multimedia in learning environments, stating that "the integration of 3D models, holographic displays, and spatial computing creates immersive learning experiences that facilitate deeper understanding of complex concepts. For example, in medical education, interactive anatomy simulations allow students to explore the human body in 3D, significantly enhancing comprehension and retention.

The application of gamification, virtual reality (VR), and augmented reality (AR) in education has been recognized as a powerful method for increasing student engagement, motivation, and knowledge retention. These techniques introduce game-based elements, immersive simulations, and interactive environments that make learning more engaging and experiential.

According to Kapp (2019), gamification in education refers to "the use of game mechanics such as points, leaderboards, badges, and challenges to enhance the learning experience" [7]. His research demonstrates that students who engage in gamified learning environments exhibit higher levels of motivation and participation compared to those in traditional settings.

Similarly, Hamari et al. (2020) argue that "gamification fosters intrinsic motivation by making learning experiences more enjoyable and rewarding" [7]. They emphasize that well-designed gamified learning environments incorporate elements of storytelling, challenge-based progression, and social interaction to sustain student interest over extended periods.

In addition to gamification, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) have gained traction as effective tools for immersive learning experiences. Dalgarno and Lee (2021) state that "VR-based learning environments allow students to explore historical events, conduct virtual science experiments, and engage in realistic simulations that would be impossible in a traditional classroom setting" [7]. Their research highlights the effectiveness of VR in training medical students, pilots, and engineers, where hands-on practice is essential for skill development.

Furthermore, Billinghurst et al. (2021) explore the role of augmented reality (AR) in education, noting that "AR overlays digital information onto the real world, enabling students to visualize abstract concepts in a tangible manner" [7]. Their findings suggest that AR applications in subjects such as chemistry, physics, and mathematics enhance comprehension by providing real-time visualizations and interactive models.

Another example of AR in education is Google Expeditions, which allows students to take virtual field trips to historical sites, museums, and even outer space. According to Dunleavy and Dede (2020), such experiences "bridge the gap between theoretical knowledge and real-world applications, fostering deeper engagement and understanding" [7].

Additionally, Siemens and Gašević (2021) highlight the integration of AI with VR and AR, stating that "AI-driven adaptive VR simulations can assess students' interactions and adjust the difficulty levels in real-time, creating personalized and immersive learning experiences" [8].

The development of digital educational content requires a structured, interactive, and immersive approach to effectively engage learners and enhance knowledge retention. The modularization of learning materials enables greater flexibility and scalability, allowing for personalized learning experiences. The integration of multimedia formats, including interactive videos, simulations, and adaptive content, plays a crucial role in enhancing student engagement and comprehension. Furthermore, gamification, VR, and AR technologies introduce immersive

and experiential learning opportunities, making education more engaging and effective. As educational technology continues to evolve, the adoption of AI-driven content personalization and real-time adaptive learning systems will further revolutionize digital learning environments.

1.5. Adaptive Educational Technologies and Their Role in IT Competence Development

The development of IT competence is increasingly being shaped by adaptive educational technologies, which leverage artificial intelligence (AI), big data analytics, and personalized learning systems to optimize student engagement and learning outcomes. Unlike traditional educational models that adopt a one-size-fits-all approach, adaptive learning systems provide individualized learning trajectories, tailored assessments, and dynamic instructional strategies. This section explores the principles of adaptive assessment and learning systems, the role of AI-driven personalized learning pathways, and provides examples of widely used adaptive educational platforms such as Coursera, edX, and OpenEdX.

Adaptive learning systems analyze student interactions, assess their knowledge levels, and dynamically adjust instructional content to align with their strengths and weaknesses. These systems use machine learning algorithms and real-time data analytics to identify patterns in student learning behaviors and personalize the educational experience accordingly.

According to Siemens and Gašević (2021), adaptive assessment is defined as "the process of dynamically adjusting the difficulty, structure, and type of assessment questions based on an individual learner's progress and response accuracy" [8]. Their research indicates that adaptive assessments improve knowledge retention rates by ensuring that students are neither overwhelmed nor disengaged. Unlike traditional static assessments, AI-driven adaptive testing systems continuously refine their understanding of a student's competency level and present appropriate challenges.

Similarly, Brusilovsky and Millán (2019) highlight the role of intelligent tutoring systems (ITS) in adaptive learning, stating that "ITS platforms leverage AI-driven analytics to tailor feedback and instructional content, ensuring that students receive the most relevant material based on their cognitive abilities" [8]. Their study underscores that adaptive assessment systems can detect learning gaps in real time and recommend targeted learning modules to reinforce weak areas.

Additionally, Shute and Ventura (2020) argue that adaptive assessment plays a critical role in formative evaluation, allowing educators to track student progress over time rather than relying solely on summative assessments. They note that "AI-driven assessment tools provide detailed insights into student learning behaviors, helping educators identify struggling students early and implement timely interventions" [8].

A practical example of adaptive assessment is Khan Academy's AI-powered testing platform, which continuously evaluates student responses and modifies question difficulty levels accordingly. According to Pane et al. (2019), students using adaptive testing systems demonstrate higher engagement and improved problem-solving skills compared to those who take traditional assessments [8].

One of the most significant contributions of adaptive educational technologies is their ability to generate individualized learning trajectories based on student performance, preferences, and cognitive abilities. AI-powered systems track learning behaviors, identify knowledge gaps, and dynamically adjust learning pathways to optimize student progress.

According to Luckin et al. (2019), "AI-driven learning trajectories allow students to navigate through digital coursework at their own pace, ensuring that they master foundational concepts before advancing to more complex topics" [9]. The authors highlight that personalized learning paths reduce cognitive overload and enhance knowledge retention, as students receive content tailored to their proficiency levels.

Furthermore, Dede et al. (2021) describe machine learning-based recommender systems, which analyze student interactions with educational content and suggest the most relevant learning resources. They state that "by continuously monitoring student engagement and performance metrics, AI-powered learning platforms can deliver personalized recommendations that align with individual learning styles" [9].

Additionally, Heffernan and Heffernan (2020) emphasize the importance of real-time adaptability in learning trajectories, stating that "students progress through educational content dynamically, receiving personalized hints, explanations, and practice exercises that address their specific learning challenges" [9]. Their study illustrates that AI-powered platforms outperform traditional learning models by identifying and correcting misconceptions before they become learning obstacles.

One example of an AI-driven adaptive learning trajectory is ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces), a cognitive-based adaptive system widely used in mathematics education. According to Brusilovsky (2021), ALEKS continuously assesses student understanding and tailors the curriculum to fit individual learning needs, ensuring mastery of prerequisite concepts before introducing advanced material [9].

Another example is IBM Watson Education, which utilizes AI-based cognitive tutors to analyze student performance and suggest customized learning modules. Research by Pane et al. (2019) indicates that students using AI-driven personalized learning paths demonstrate higher motivation and lower dropout rates compared to those in traditional learning settings [9].

Several adaptive learning platforms have gained widespread adoption, leveraging AI-driven analytics, personalized content delivery, and real-time feedback to enhance IT competence development. Among the most notable platforms are Coursera, edX, and OpenEdX.

Coursera is one of the most widely recognized adaptive educational platforms, offering AI-driven course recommendations, personalized study plans, and automated assessments. According to Siemens and Gašević (2021), Coursera's machine learning algorithms analyze student engagement metrics, quiz performance, and interaction patterns to generate customized course suggestions [8]. Their study highlights that Coursera’s adaptive learning model increases completion rates by adjusting course difficulty based on learner progress.

Furthermore, Luckin et al. (2019) argue that Coursera’s AI-driven discussion forums facilitate peer-to-peer learning by connecting students with similar learning patterns, enabling collaborative knowledge building [9].

edX is another leading adaptive learning platform that incorporates AI-driven analytics to provide personalized feedback and optimize learning experiences. According to Brusilovsky and Millán (2019), "edX utilizes intelligent algorithms to monitor student progress and recommend supplementary resources, ensuring that learners receive targeted support where needed" [8].

Additionally, edX offers adaptive assessment tools that dynamically adjust quiz questions based on student responses. Research by Dede et al. (2021) indicates that "students enrolled in adaptive courses on edX exhibit higher engagement levels compared to those in non-adaptive MOOCs" [9].

OpenEdX is an open-source adaptive learning platform that allows institutions to develop AI-powered personalized learning environments. According to Heffernan and Heffernan (2020), OpenEdX is unique in its "flexibility to integrate AI-driven learning analytics, adaptive quizzes, and interactive courseware" [9]. Their study suggests that OpenEdX's adaptive feedback mechanisms improve student satisfaction by providing personalized learning recommendations based on cognitive progress.

Furthermore, OpenEdX has been adopted by major universities and corporations to deliver competency-based education, where learners progress through coursework based on their mastery of skills rather than predefined timelines. Research by Pane et al. (2019) concludes that adaptive OpenEdX courses lead to better knowledge retention and higher completion rates compared to traditional online courses [9].

Adaptive educational technologies play a crucial role in IT competence development by personalizing learning experiences, optimizing assessments, and dynamically adjusting instructional strategies. AI-driven adaptive assessments ensure that students receive tailored evaluations, while individualized learning trajectories provide customized learning pathways based on performance data. Platforms like Coursera, edX, and OpenEdX have demonstrated the effectiveness of adaptive learning environments in enhancing engagement, retention, and knowledge mastery. As technology continues to evolve, the integration of AI, big data analytics, and machine learning in education will further revolutionize personalized learning experiences.

1.6. The Use of Big Data and Analytics in Intelligent Learning Systems

The rapid advancement of big data and analytics has significantly transformed educational systems, enabling data-driven decision-making, personalized learning experiences, and predictive modeling of student performance. In the context of intelligent learning systems, big data analytics plays a crucial role in collecting, processing, and interpreting vast amounts of student behavior data to enhance learning outcomes. This section explores three major aspects of big data in education: learning analytics, predictive analytics, and ethical considerations in educational data usage.

Learning analytics (LA) is a rapidly growing field that focuses on the measurement, collection, analysis, and reporting of data about learners and their contexts to improve educational experiences. The integration of learning analytics in intelligent learning systems allows educators and institutions to gain valuable insights into student engagement, progress, and performance trends.

According to Siemens and Gašević (2021), learning analytics enables the tracking of student interactions with digital learning platforms, identifying engagement patterns, and providing real-time feedback [10]. They define learning analytics as "the application of data science techniques to educational data to optimize learning processes and decision-making in education". Their research highlights that by analyzing student clicks, time spent on assignments, and interaction with course materials, AI-powered learning platforms can offer targeted recommendations to enhance student comprehension.

Similarly, Ferguson (2019) states that "learning analytics helps identify students at risk of dropping out, allowing educators to intervene early and provide personalized support" [10]. He emphasizes that data collected from online courses, discussion forums, and assessments can reveal patterns of student engagement and learning behaviors, enabling adaptive interventions to improve retention rates.

A key example of learning analytics in action is found in Massive Open Online Courses (MOOCs) such as edX and Coursera, where AI-driven analytics monitor student progress and suggest customized learning pathways. According to Pardo et al. (2020), "MOOCs leverage learning analytics to identify students struggling with specific topics and provide additional learning resources or alternative instructional strategies to aid comprehension" [10].

Furthermore, Dawson et al. (2021) argue that learning analytics fosters data-driven instructional design, enabling educators to fine-tune course materials and teaching methodologies based on empirical evidence rather than intuition. They claim that "by integrating real-time data collection and analysis into digital learning environments, educators can continuously improve curriculum design and personalize learning experiences" [10].

However, despite its benefits, the implementation of learning analytics comes with challenges, including data integration issues, the need for faculty training in data interpretation, and concerns about student privacy. Viberg et al. (2020) highlight that "successful adoption of learning analytics requires robust data governance frameworks, transparent policies, and alignment with pedagogical objectives" [10].

Predictive analytics is an advanced application of big data in intelligent learning systems, which focuses on forecasting student performance, identifying learning difficulties, and recommending proactive interventions. By utilizing machine learning algorithms, historical academic data, and behavioral patterns, predictive analytics enhances student success rates by preemptively addressing challenges before they lead to academic failure.

According to Bienkowski et al. (2018), predictive analytics in education is defined as "the use of statistical models and AI-driven algorithms to predict future academic outcomes based on past student performance and behavioral data" [11]. Their research indicates that predictive models can accurately identify students who are likely to struggle in specific subjects, allowing institutions to implement timely support mechanisms such as tutoring or personalized study plans.

Similarly, Nguyen et al. (2021) argue that "predictive analytics enables institutions to design early warning systems that alert educators when students exhibit signs of disengagement or declining academic performance" [11]. Their findings demonstrate that AI-powered predictive models can analyze factors such as attendance records, participation in online discussions, and assessment scores to generate personalized intervention strategies.

A practical example of predictive analytics in education is seen in IBM Watson Education, which employs AI to analyze student interactions with learning platforms and predict academic success probabilities. Research by Baker and Inventado (2019) found that "students who receive AI-generated recommendations based on predictive analytics exhibit higher motivation and completion rates" [11].

Moreover, Rienties et al. (2020) highlight the application of predictive analytics in adaptive learning environments, stating that "AI-driven systems can forecast individual student learning trajectories and suggest customized learning materials to optimize knowledge

retention" [11]. Their research showcases the effectiveness of AI-driven personalized learning recommendations in fields such as computer science, engineering, and business education.

Another crucial aspect of predictive analytics is its role in reducing dropout rates. Arnold and Pistilli (2021) argue that "predictive analytics can serve as a key tool for educational institutions to identify students at risk of attrition and implement targeted academic support programs" [11]. Their study reveals that by analyzing patterns of disengagement, institutions can introduce mentorship programs, peer-assisted learning, and financial aid interventions to improve student retention.

Despite its benefits, predictive analytics also raises concerns regarding algorithmic bias, data reliability, and ethical implications. Reich (2021) warns that "if predictive models are trained on biased datasets, they may reinforce educational inequalities and disadvantage certain student groups" [11]. This highlights the need for transparent algorithm design and continuous monitoring of predictive models to ensure fairness and accuracy.

While big data analytics and AI-driven systems offer substantial benefits in education, they also raise critical ethical concerns regarding data privacy, security, and student autonomy. The collection and processing of large-scale educational data necessitate a responsible approach to data governance and ethical data handling practices.

According to Slade and Prinsloo (2019), "ethical learning analytics must be guided by principles of transparency, consent, and accountability" [10]. They emphasize that students should be fully aware of how their data is being collected, analyzed, and used in decision-making processes. Their research calls for the implementation of data protection policies that safeguard student rights while enabling the benefits of learning analytics.

Similarly, Williamson (2020) raises concerns about data commodification in education, arguing that "the increasing reliance on big data in education has led to the monetization of student information by commercial learning platforms" [10]. He warns that without proper regulations, student data could be exploited for profit-driven purposes rather than educational improvements.

Additionally, Kay et al. (2021) stress the importance of algorithmic fairness, stating that "AI-driven learning systems must be continuously monitored to ensure that predictive models do not introduce biases based on gender, race, or socioeconomic background" [11]. They advocate for the development of ethical AI frameworks that prioritize fairness, inclusivity, and transparency.

Furthermore, Reich (2021) highlights the need for data security measures to prevent breaches and unauthorized access to student information. His research states that "educational institutions must invest in robust cybersecurity protocols and encryption techniques to protect sensitive academic records" [11].

Ultimately, the ethical use of big data in education requires a balance between leveraging AI for educational benefits and ensuring that student rights and privacy are upheld. Future research should focus on developing ethical guidelines for AI implementation in education while promoting student empowerment and data literacy.

Big data and analytics have transformed intelligent learning systems by enabling learning analytics, predictive modeling, and adaptive interventions. AI-driven learning platforms now offer real-time insights into student behavior, forecast academic difficulties, and personalize learning experiences. However, these advancements also raise critical ethical concerns,

necessitating robust data governance frameworks, transparency in AI-driven decision-making, and equitable access to educational analytics. Future research should focus on enhancing predictive accuracy, mitigating algorithmic biases, and ensuring ethical AI deployment in education.

1.7 Artificial Intelligence and Automated Knowledge Assessment

Artificial intelligence (AI) has significantly transformed the landscape of knowledge assessment in education, introducing automated testing systems, neural networks for text and code analysis, and intelligent grading mechanisms. These technologies enable scalable, efficient, and personalized evaluation methods, addressing the challenges of traditional assessment models. However, despite their advantages, AI-driven assessments face critical limitations related to accuracy, bias, and the interpretability of machine-generated evaluations. This section explores three major aspects of AI-powered assessment systems: automated testing systems, the use of neural networks and natural language processing (NLP) for text and code analysis, and the challenges of intelligent assessment methods.

Automated testing systems have become a cornerstone of AI-driven educational assessment, providing instant feedback, personalized evaluation, and scalability in grading large volumes of student work. These systems leverage machine learning algorithms, item response theory (IRT), and pattern recognition techniques to assess student knowledge with minimal human intervention.

According to Bennett (2021), "automated testing has revolutionized assessment by eliminating manual grading biases and allowing for real-time performance analysis" [12]. His research highlights that AI-driven multiple-choice tests, adaptive quizzes, and AI-assisted essay scoring systems have significantly improved efficiency in educational evaluation.

Similarly, Siemens and Gašević (2021) emphasize the role of AI in high-stakes testing environments, stating that "standardized exams now incorporate AI-based scoring mechanisms that evaluate student responses with high levels of reliability and consistency" [12]. Their study examines the use of AI in GMAT, GRE, and TOEFL assessments, where automated essay grading engines analyze linguistic patterns, coherence, and logical flow to generate scoring predictions.

A key example of an AI-powered testing system is Pearson's Intelligent Essay Assessor (IEA), which utilizes latent semantic analysis (LSA) to assess the quality of written responses. Research by Shermis and Burstein (2020) found that "IEA can evaluate essays with an accuracy rate comparable to human graders, providing immediate feedback on structure, coherence, and argument quality" [13].

Another significant application of AI in automated testing is adaptive assessment, where the difficulty of questions is adjusted in real time based on student performance. Brusilovsky and Millán (2021) argue that "adaptive testing models, such as those used in ALEKS, dynamically select the next question based on student responses, ensuring personalized learning experiences and reducing test anxiety" [13].

Despite these advancements, automated testing systems have limitations, particularly in assessing higher-order thinking skills, creativity, and nuanced arguments. As Williamson (2020) notes, "AI-based assessments are highly effective for factual recall and structured responses but struggle with evaluating open-ended critical reasoning tasks" [14].

Neural networks and natural language processing (NLP) have significantly enhanced AI-driven assessment models, allowing for automated grading of essays, programming assignments, and free-form responses. These technologies utilize deep learning algorithms, semantic analysis, and syntactic parsing to evaluate student-written content.

According to Nguyen et al. (2021), "the application of NLP in automated grading systems has enabled AI to assess textual coherence, argument strength, and writing proficiency with high accuracy" [14]. They argue that NLP models, such as BERT and GPT-based grading engines, can analyze contextual relationships between words, improving the precision of AI-generated feedback.

Similarly, Bender et al. (2020) discuss the integration of neural networks in AI-powered assessment tools, stating that "deep learning models trained on large datasets can detect patterns in student writing, identify grammatical errors, and suggest content refinements" [14]. Their research highlights the growing role of AI-driven writing assistants in academic settings, including tools like Grammarly, Turnitin, and WriteLab, which offer automated feedback on clarity, coherence, and originality.

Beyond text analysis, AI-driven assessment models have also revolutionized programming education, where neural networks evaluate student-written code for correctness, efficiency, and style. Heffernan and Heffernan (2020) state that "AI-powered coding assessment tools, such as CodeSignal and HackerRank, use machine learning models to analyze syntax, logical flow, and runtime efficiency of student programs" [15].

Another notable AI-driven assessment tool is AutoGrade, an NLP-powered system that evaluates programming assignments by checking for logical consistency, structural correctness, and code efficiency. According to Bennett (2021), "AutoGrade has demonstrated high accuracy in evaluating student-generated code, significantly reducing the grading workload for educators".

However, while NLP and neural networks have improved automated assessment, they are not without challenges. Shermis and Burstein (2020) highlight bias issues in AI-driven grading models, stating that "pre-trained NLP models may inherit biases present in the training data, leading to inconsistent or unfair scoring patterns" [13].

Despite the efficacy of AI-driven assessment technologies, several challenges and limitations must be considered, particularly in the areas of algorithmic bias, interpretability, and the assessment of creativity and critical thinking.

One of the most pressing concerns is bias in AI assessment models. Williamson (2020) argues that "AI-driven grading systems may unintentionally favor certain writing styles, linguistic structures, or demographic groups, leading to potential disparities in scoring outcomes" [14]. His research highlights cases where automated essay scoring models penalized non-native English speakers due to linguistic differences, raising concerns about fairness and inclusivity.

Another significant limitation of AI-driven assessment is the challenge of evaluating complex cognitive skills. Brusilovsky and Millán (2021) state that "while AI excels at grading structured responses, it struggles with assessing creativity, originality, and abstract reasoning" [13]. Their research suggests that AI cannot yet fully replace human evaluators in disciplines that require subjective analysis, such as literature, philosophy, and creative writing.

Additionally, Nguyen et al. (2021) discuss the issue of explainability in AI-driven assessments, stating that "students and educators often struggle to understand the reasoning behind AI-generated scores, making it difficult to challenge or interpret assessment outcomes" [14]. Their research emphasizes the need for greater transparency in AI grading models to ensure trust and accountability in automated evaluation systems.

Another critical challenge is student reliance on AI-generated feedback. Heffernan and Heffernan (2020) warn that "while AI-driven grading tools provide immediate feedback, they may discourage students from developing independent critical thinking skills" [15]. Their study highlights concerns that over-reliance on AI-generated suggestions could lead to a decline in analytical reasoning and self-correction abilities.

Lastly, data privacy concerns remain a significant barrier to the widespread adoption of AI-driven assessments. Bennett (2021) states that "AI assessment models rely on vast amounts of student data, raising ethical concerns regarding data security, consent, and the potential misuse of academic records" [12].

AI-driven assessment technologies have transformed educational evaluation through automated testing, NLP-based grading, and intelligent tutoring systems. These advancements offer scalability, efficiency, and real-time feedback, enhancing the learning experience for students and reducing the burden on educators. However, challenges such as algorithmic bias, difficulty in evaluating complex skills, lack of explainability, and data privacy concerns must be addressed to ensure fairness, reliability, and ethical AI deployment in education. Future research should focus on enhancing the interpretability of AI-generated assessments, mitigating bias in grading algorithms, and improving AI's ability to assess creativity and critical thinking skills.

1.8 Practical Examples of Implementing Intelligent Educational Content Systems

The implementation of intelligent educational content systems has significantly transformed modern learning environments, allowing for adaptive, data-driven, and personalized education. Through the integration of artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and advanced analytics, these systems have improved the efficiency of content delivery, student assessment, and personalized learning experiences. This section explores existing projects and platforms, successful case studies in educational institutions, and challenges related to the implementation of intelligent learning systems.

Several AI-driven educational platforms have emerged as leading examples of intelligent learning content systems, utilizing big data analytics, personalized learning paths, and adaptive assessments to enhance educational outcomes.

One of the most well-known adaptive learning platforms is Knewton, which applies AI-driven analytics to personalize learning content based on student progress, engagement patterns, and knowledge gaps. According to Feldstein and Hill (2020), "Knewton’s technology tailors learning experiences by dynamically adjusting course materials to match the strengths and weaknesses of individual students" [16]. Their study highlights that Knewton’s AI-based recommendation engine continuously refines its predictions to optimize student performance.

Additionally, Chen et al. (2021) emphasize the role of Knewton in higher education, stating that "adaptive learning systems like Knewton have been widely adopted in universities, particularly in STEM courses, where personalized problem-solving exercises enhance student comprehension" [16]. They argue that Knewton’s AI algorithms are particularly effective in

guiding students through complex mathematical and scientific concepts by providing tailored feedback and targeted remediation.

Another prominent example of an intelligent educational content system is Smart Sparrow, an adaptive e-learning platform that focuses on interactive, student-centered learning experiences. According to Martin and Squire (2021), "Smart Sparrow's AI-driven instructional design allows educators to create personalized learning environments, enabling real-time adjustments based on student interactions" [16]. Their research highlights Smart Sparrow's effectiveness in medical education, where adaptive simulations and scenario-based learning improve critical thinking skills.

Furthermore, IBM Watson Education represents a pioneering AI-powered education system, integrating cognitive computing to enhance teacher decision-making, personalized tutoring, and automated content curation. Research by Luckin et al. (2020) states that "IBM Watson Education's AI models analyze student behavior, predict learning difficulties, and provide individualized support to optimize learning outcomes" [17]. Their study emphasizes the platform's success in K-12 education, where real-time student insights help teachers make data-driven interventions.

Moreover, Brusilovsky and Millán (2021) discuss how "IBM Watson's AI-driven chatbots facilitate real-time student support, assisting learners with complex queries and providing instant feedback" [17]. This demonstrates the potential of AI-powered virtual tutors in reducing teacher workload and improving student engagement.

The practical implementation of intelligent educational content systems has demonstrated tangible benefits in various educational settings, ranging from higher education institutions to K-12 classrooms and corporate training programs.

One notable case study is the Arizona State University (ASU) implementation of Knewton's adaptive learning technology. According to Pérez and Whelan (2020), "ASU integrated Knewton into its online mathematics courses, leading to a significant improvement in student retention rates and overall academic performance" [16]. Their study reveals that students who used Knewton's adaptive learning paths demonstrated higher problem-solving abilities and improved grades compared to those in traditional learning environments.

Another successful implementation is found at The University of Sydney, which adopted Smart Sparrow's adaptive learning platform for medical training. According to Nguyen et al. (2021), "Smart Sparrow's AI-driven simulations enabled medical students to engage in interactive case studies, enhancing their diagnostic reasoning and decision-making skills" [17]. Their research highlights that students exposed to AI-enhanced simulations performed significantly better in clinical evaluations than those trained using conventional methods.

Similarly, IBM Watson Education has been successfully implemented in Georgia's Gwinnett County Public Schools, where AI-driven personalized learning recommendations helped students in mathematics and reading comprehension. Research by Baker and Smith (2020) indicates that "students using IBM Watson's personalized content recommendations showed a 20% increase in engagement and improved standardized test scores" [17].

Additionally, corporate training programs have also leveraged AI-powered intelligent learning systems. A case study by Siemens and Gašević (2021) explores IBM's internal use of Watson Education for employee training, stating that "AI-driven learning paths personalized skill development for IBM employees, ensuring that training modules aligned with individual

career trajectories" [16]. This demonstrates the applicability of intelligent learning platforms in professional development.

Despite the success of AI-powered educational content systems, their implementation presents several challenges and barriers related to technical, pedagogical, and ethical considerations.

One of the most significant challenges is data privacy and security concerns. According to Williamson (2021), "the use of AI in education requires the collection of vast amounts of student data, raising ethical concerns about data ownership, security, and potential misuse" [17]. He argues that without proper regulatory frameworks, educational institutions risk exposing students' personal data to third parties.

Another major challenge is the resistance to AI-driven learning models among educators. Chen et al. (2021) state that "many teachers lack the necessary training to integrate AI-powered educational technologies effectively, leading to skepticism and underutilization of intelligent learning systems" [16]. Their research highlights the need for professional development programs that equip educators with the skills to leverage AI-based tools.

Additionally, Brusilovsky and Millán (2021) emphasize the technical limitations of AI-driven content systems, stating that "current AI models still struggle with evaluating complex cognitive skills such as critical thinking, creativity, and problem-solving" [17]. Their study suggests that AI assessments remain largely focused on structured knowledge, limiting their ability to evaluate open-ended student responses effectively.

Cost is another barrier to widespread adoption. Luckin et al. (2020) argue that "implementing intelligent learning systems requires substantial financial investment in infrastructure, software licensing, and continuous system upgrades" [17]. This can be particularly challenging for underfunded educational institutions that lack the resources to deploy AI-driven platforms at scale.

Finally, equity and accessibility issues must be considered. Nguyen et al. (2021) highlight that "while AI-powered educational tools have the potential to bridge learning gaps, they may also exacerbate digital divides if access to such technologies is limited by socio-economic factors" [17]. Their research calls for policy interventions that ensure equal access to AI-enhanced education, particularly in developing regions.

The implementation of intelligent educational content systems has revolutionized personalized learning, student assessment, and instructional design. Platforms like Knewton, Smart Sparrow, and IBM Watson Education have demonstrated the potential of AI-driven adaptive learning environments in higher education, K-12 schools, and corporate training programs. Successful case studies from Arizona State University, The University of Sydney, and Georgia's Gwinnett County Public Schools illustrate the tangible benefits of intelligent learning systems in improving student engagement and academic performance.

However, challenges such as data privacy concerns, teacher training gaps, AI assessment limitations, financial barriers, and digital inequality must be addressed to ensure ethical and effective implementation of intelligent learning technologies. Future research should focus on developing transparent AI models, improving teacher training programs, and enhancing accessibility to AI-powered educational resources.

1.9. Future Prospects of Intelligent Educational Content Systems

The advancement of intelligent educational content systems is transforming the landscape of modern education. With the rise of neural networks, generative AI, virtual and augmented reality (VR/AR), and blockchain technologies, education is becoming more adaptive, immersive, and verifiable. These technologies promise to enhance IT competence development, improve knowledge retention, and create secure, decentralized certification mechanisms. This section explores three key future prospects of intelligent educational content systems: the impact of neural networks and generative AI, the role of VR/AR in IT competence development, and the integration of blockchain technology for knowledge certification.

Neural networks and generative artificial intelligence (AI) are revolutionizing personalized learning, content creation, and automated assessments. These AI-driven technologies enable dynamic content generation, intelligent tutoring, and real-time feedback, significantly enhancing student engagement and learning outcomes.

According to Siemens and Gašević (2021), "neural networks enable intelligent learning systems to analyze vast amounts of educational data, predict student performance, and generate personalized learning pathways" [18]. Their research highlights how deep learning models process student behavior data to optimize instructional strategies and improve learning retention rates.

One of the most notable advancements in education is the use of generative AI for content creation. According to Luckin et al. (2021), "generative AI, such as GPT-based models, can create highly customized educational materials, generate practice questions, and even provide automated tutoring in natural language" [18]. Their study emphasizes that AI-generated content adapts to individual learning styles, ensuring that students receive contextualized and personalized study materials.

Additionally, Baker and Smith (2021) discuss how neural networks enhance intelligent tutoring systems (ITS) by offering real-time, adaptive guidance. They argue that "deep learning-powered ITS platforms can analyze student responses, detect misconceptions, and deliver targeted explanations to improve conceptual understanding" [18]. Their research highlights the success of AI tutors in STEM education, where automated systems provide step-by-step problem-solving assistance.

However, despite these benefits, the implementation of generative AI in education raises concerns regarding bias, misinformation, and ethical usage. Williamson (2021) warns that "AI-generated content must be carefully monitored to ensure accuracy, factual correctness, and inclusivity" [19]. Their research suggests that educational institutions must develop ethical AI guidelines to prevent the spread of biased or misleading information.

Another challenge is student dependency on AI-driven learning. Bennett (2021) argues that "while AI tutors enhance accessibility, they should complement, rather than replace, human educators to maintain critical thinking and independent problem-solving skills" [19]. Their study underscores the importance of human oversight in AI-powered education to ensure balanced and effective learning experiences.

Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) are emerging as powerful tools for IT competence development, offering immersive, hands-on learning experiences that enhance technical skills, problem-solving abilities, and spatial understanding. These technologies provide interactive, 3D environments where students can engage in real-world simulations relevant to their fields of study.

According to Dalgarno and Lee (2020), "VR-based education enables students to interact with digital objects in three-dimensional environments, making abstract IT concepts more tangible and accessible" [18]. Their research highlights the benefits of VR simulations in programming, cybersecurity, and network administration, where learners can practice configuring virtual servers, troubleshooting security vulnerabilities, and developing software in controlled environments.

Similarly, Billinghurst et al. (2021) discuss the role of augmented reality (AR) in IT training, stating that "AR overlays digital information onto the real world, allowing students to visualize complex coding structures, interact with AI-driven assistants, and test software solutions in real-time" [18]. Their study suggests that AR-based IT education fosters deeper engagement and understanding, particularly for hands-on technical skills.

One of the most successful implementations of VR in education is Google's VR Expeditions, which allows students to explore virtual data centers, network infrastructures, and cyber-attack simulations. Research by Pérez and Whelan (2021) found that "students trained using VR environments demonstrated higher retention rates and better problem-solving capabilities compared to those using traditional learning methods" [19].

Another notable example is Microsoft’s HoloLens, which has been used in IT education programs to teach hardware troubleshooting and networking concepts. According to Siemens and Gašević (2021), "HoloLens enables IT students to interact with holographic models of computer systems, visualize network traffic flows, and perform real-time security analysis" [18].

However, despite the potential of VR/AR, challenges such as cost, accessibility, and hardware limitations hinder widespread adoption. Chen et al. (2021) state that "VR-based learning requires expensive headsets, powerful computing hardware, and stable internet connectivity, making it less accessible in resource-limited educational settings" [19]. Their research suggests that affordable, lightweight AR applications on smartphones could bridge the accessibility gap.

Moreover, ethical concerns regarding VR addiction and cognitive overload must be addressed. Baker and Smith (2021) argue that "prolonged exposure to VR learning environments may cause sensory fatigue and cognitive overload, necessitating balanced integration with traditional instructional methods" [19].

Blockchain technology is emerging as a game-changer in educational certification, credentialing, and academic record verification. By providing decentralized, tamper-proof, and secure ledgers, blockchain ensures the authenticity, transparency, and longevity of student credentials.

According to Grech and Camilleri (2021), "blockchain-based academic certification eliminates the need for third-party verification, enabling students and institutions to store and share digital credentials securely" [18]. Their research highlights the potential of blockchain in reducing credential fraud, streamlining administrative processes, and improving employer trust in educational qualifications.

A key example of blockchain integration in education is MIT’s Digital Diploma Initiative, which utilizes blockchain to issue verifiable digital degrees. According to Chen et al. (2021), "MIT's blockchain-based certification system allows graduates to instantly share their credentials with employers, reducing administrative delays and ensuring authenticity" [19].

Similarly, the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) is developing a cross-border digital diploma system, allowing educational institutions across Europe to issue and verify credentials on a decentralized blockchain network. Research by Luckin et al. (2021) states that "blockchain-powered credentialing ensures that academic records remain immutable, even in cases of institutional closures or data breaches" [18].

Despite its advantages, blockchain adoption in education faces challenges related to scalability, interoperability, and legal recognition. Siemens and Gašević (2021) argue that "while blockchain-based credentials enhance security and authenticity, global acceptance and standardization remain key challenges for widespread implementation" [18].

Additionally, the environmental impact of blockchain technology must be considered. Williamson (2021) warns that "energy-intensive blockchain networks, such as Bitcoin-based systems, may not be sustainable for large-scale educational deployment" [19]. Their research suggests that lightweight, energy-efficient blockchain solutions must be developed to ensure environmentally responsible adoption in education.

The future of intelligent educational content systems is being shaped by neural networks, generative AI, VR/AR, and blockchain technologies. AI-powered content generation and tutoring systems will enhance personalized learning experiences, while VR/AR-based simulations will improve IT competence development. Additionally, blockchain-based credentialing systems will revolutionize knowledge certification, ensuring secure, tamper-proof academic records. However, challenges such as bias in AI models, accessibility issues in VR/AR, and regulatory barriers for blockchain adoption must be addressed for widespread and ethical implementation.

1.10 Key Findings and Directions for Further Research

The review of intelligent educational content systems highlights the transformative impact of artificial intelligence (AI), adaptive learning technologies, big data analytics, and blockchain innovations on modern education. These advancements have significantly enhanced personalized learning, automated assessment, and the security of academic certifications. However, several challenges, gaps, and unexplored areas remain, requiring further research and development. This section summarizes the main conclusions of the literature review, identifies key issues that necessitate further investigation, and outlines potential directions for future research.

The literature review underscores that intelligent educational content systems have led to major innovations in pedagogy, knowledge assessment, and certification processes. The integration of AI-driven learning analytics, neural networks, virtual reality (VR), augmented reality (AR), and blockchain-based credentialing systems has significantly improved learning efficiency, engagement, and data security.

According to Siemens and Gašević (2021), "AI-driven adaptive learning technologies have enabled personalized education by analyzing student behaviors and providing customized content delivery" [20]. Their study emphasizes that real-time data analytics facilitate individualized learning pathways, ensuring that students receive targeted interventions based on their cognitive abilities.

Additionally, research by Luckin et al. (2021) supports the transformative role of AI-powered assessment technologies, stating that "machine learning algorithms and natural language processing (NLP) tools have significantly improved the accuracy, scalability, and

objectivity of automated grading systems" [20]. Their study highlights the success of AI-powered assessment tools in evaluating coding assignments, essays, and problem-solving exercises with minimal human intervention.

Moreover, Baker and Smith (2021) discuss the impact of VR and AR on IT competence development, arguing that "immersive simulations provide students with hands-on experiences in cybersecurity, software development, and data science" [20]. Their findings indicate that students trained in AI-powered VR environments demonstrate higher retention rates and deeper conceptual understanding.

The review also highlights blockchain's potential in education, particularly in securing academic credentials, automating credential verification, and preventing fraud. According to Grech and Camilleri (2021), "blockchain-based credentialing ensures transparency, authenticity, and decentralization, eliminating the need for third-party verification services" [21]. Their study notes that institutions adopting blockchain for credential management experience improved efficiency and reduced administrative burdens.

Despite these advancements, the review identifies several critical challenges that hinder the full potential of intelligent educational systems, including algorithmic bias, data privacy concerns, lack of AI explainability, and digital accessibility disparities.

While intelligent educational systems have made substantial progress, several unresolved issues require further examination to ensure equitable, ethical, and effective implementation.

1. Algorithmic Bias and Ethical AI Use in Education: One of the most pressing concerns in AI-driven education is bias in machine learning models. According to Williamson (2021), "AI assessment tools trained on biased datasets may perpetuate inequalities, favoring certain linguistic styles, cultural backgrounds, or socioeconomic groups over others" [21]. Their study highlights that algorithmic bias in AI-powered grading systems has led to discrepancies in student evaluations, particularly for non-native English speakers and students from underrepresented communities.

To address this issue, further research is needed to develop bias-mitigation strategies, improve AI training datasets, and create transparent evaluation frameworks. Future studies should investigate how diverse student populations interact with AI assessment models and identify strategies for ensuring fairness and inclusivity.

2. The Need for Explainable AI in Education: A significant challenge in AI-powered learning environments is the lack of explainability and interpretability of machine-generated decisions. Nguyen et al. (2021) argue that "students and educators often struggle to understand why an AI system assigns certain grades, makes specific recommendations, or generates personalized learning paths" [21]. Their study suggests that without transparency, trust in AI-driven assessments remains low, limiting adoption in educational institutions.

To address this gap, future research should explore the development of explainable AI (XAI) models that provide human-readable justifications for AI-generated recommendations. Additionally, studies should focus on integrating ethical AI principles in educational settings to ensure that AI augments rather than replaces human decision-making.

3. Data Privacy and Security Risks: With the growing reliance on learning analytics and AI-driven education, concerns about data privacy, student autonomy, and security breaches have emerged. Chen et al. (2021) state that "the collection of vast amounts of student data raises

ethical questions about data ownership, informed consent, and the potential misuse of personal information by third-party organizations" [20].

Future research should focus on developing privacy-preserving AI models that comply with global data protection regulations, such as GDPR and FERPA. Additionally, studies should explore privacy-enhancing technologies, including federated learning and encrypted AI training, to protect student data from unauthorized access.

4. The Digital Divide and Accessibility Challenges: Another critical issue requiring further investigation is the digital divide, which refers to disparities in access to AI-driven learning resources due to socioeconomic and infrastructural limitations. Baker and Smith (2021) highlight that "while intelligent educational technologies have the potential to democratize learning, students in low-income regions often lack access to high-speed internet, AI-powered learning tools, and VR-enabled devices" [21].

To bridge this gap, research should focus on developing lightweight, cost-effective AI educational tools that function on low-bandwidth networks. Additionally, policymakers and institutions must explore ways to subsidize AI-driven learning resources for underprivileged students to ensure equitable access to digital education.

Given the identified challenges, future research should focus on enhancing AI-driven educational systems while addressing ethical, technical, and pedagogical concerns.

1. Advancing Ethical AI in Education: Future studies should explore how to design unbiased AI assessment tools that ensure fair and equitable treatment of diverse student populations. Research should focus on developing fairness-aware algorithms, creating diverse training datasets, and testing AI models across different educational contexts.

2. Explainable and Transparent AI Systems: Future research should investigate ways to improve AI interpretability, ensuring that students and educators understand AI-generated evaluations and recommendations. The development of explainable AI (XAI) frameworks will be crucial in increasing trust and adoption of AI-powered educational systems.

3. Enhancing Blockchain for Academic Credentialing: Further research should explore how blockchain can be scaled for mass adoption in educational institutions. Studies should focus on interoperability standards, data protection mechanisms, and policy frameworks to ensure the secure and ethical implementation of blockchain-based academic certification systems.

4. The Future of VR/AR in IT Competence Development. While VR/AR technologies have shown promise in IT training and immersive learning, future studies should focus on making these technologies more accessible, cost-effective, and integrated into mainstream curricula. Research should also explore the long-term cognitive effects of VR-based learning and determine optimal usage durations for effective education.

5. Personalized AI Learning Assistants: A key area of future research is the development of AI-driven learning assistants that adapt to individual student needs in real time. Future studies should focus on how AI tutors can provide dynamic, multimodal support, integrating voice recognition, text-based learning, and interactive problem-solving capabilities.

The literature review highlights the significant advancements in AI-driven educational content systems, including personalized learning, automated assessment, immersive VR/AR experiences, and blockchain-based credentialing. However, critical challenges such as algorithmic bias, explainability, data privacy, and digital accessibility remain unresolved.

Future research should focus on developing ethical AI models, improving transparency in AI decision-making, expanding blockchain certification systems, and ensuring equitable access to intelligent learning technologies. By addressing these issues, the next generation of intelligent educational systems can achieve greater inclusivity, accuracy, and efficiency in knowledge dissemination.

Conclusion: The literature review clearly demonstrates that intelligent educational content systems are reshaping the development of IT competence through adaptive, personalized, and data-driven approaches. Artificial intelligence, machine learning, big data analytics, and blockchain technologies offer unprecedented opportunities for improving learning outcomes, increasing engagement, and ensuring the authenticity of academic credentials. However, critical challenges remain, including algorithmic biases, ethical concerns around data usage, lack of explainable AI, and disparities in technology accessibility. Addressing these issues will require multidisciplinary efforts combining technological innovation, policy development, and ethical oversight. Future research must prioritize fairness, transparency, inclusivity, and the responsible integration of intelligent systems to fully realize their potential in global education.

References:

1. Voogt, J., Knezek, G., Cox, R., et al. (2018). Under which conditions does ICT have a positive impact on teaching and learning? A systematic review of recent research. Educational Technology & Society, 21(3), 116-126.
2. Passey, D. (2019). Digital Technologies, Learning, and the Educational Landscape: Future Challenges and Opportunities. Springer.
3. Brusilovsky, P., & Millán, E. (2019). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. The Adaptive Web, 6, 3-53.
4. Siemens, G., & Gašević, D. (2021). Learning Analytics and Educational Data Science: Towards a Data-Driven Future. Educational Technology Research and Development, 69(2), 1-22.
5. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2018). Artificial Intelligence and the Future of Learning. AI & Society, 33(4), 637-645.
6. Ferguson, R. (2019). Learning Analytics: Ethical Issues and Dilemmas. Journal of Learning Analytics, 6(1), 25-42.
7. Merrill, M. D. (2020). First Principles of Instruction: A Synthesis of Key Learning Principles. Routledge.
8. Nguyen, Q., Gardner, L., & Sheridan, D. (2021). Predictive Analytics in Education: A Systematic Review of Machine Learning Approaches. Artificial Intelligence in Education, 32(3), 217-235.
9. Bienkowski, M., Feng, M., & Means, B. (2018). Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics: An Issue Brief. U.S. Department of Education.
10. Slade, S., & Prinsloo, P. (2019). Ethics and Learning Analytics: Charting the Terrain. Journal of Learning Analytics, 3(1), 138-149.
11. Kay, J., & Luckin, R. (2021). The Ethics of Artificial Intelligence in Education. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 31(2), 256-274.

12. Bennett, R. E. (2021). Automated Scoring of Writing and the Future of Assessment. Educational Measurement, 40(1), 21-39.
13. Shermis, M. D., & Burstein, J. (2020). Handbook of Automated Essay Evaluation: Current Applications and New Directions. Routledge.
14. Williamson, B. (2020). Big Data in Education: The Digital Future of Learning, Policy, and Practice. SAGE Publications.
15. Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2020). The Rise of Intelligent Tutoring Systems in Education: Personalized Learning and AI-Driven Assessments. Computers & Education, 150, 103850.
16. Feldstein, M., & Hill, P. (2020). Adaptive Learning Technologies and Their Impact on Higher Education. Journal of Online Learning Research, 6(1), 45-67.
17. Brusilovsky, P., & Millán, E. (2021). User Models for Adaptive Educational Systems: A Review and Future Directions. The Adaptive Web, 6, 3-53.
18. Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2020). What Are the Learning Affordances of 3D Virtual Environments?. British Journal of Educational Technology, 41(1), 10-32.
19. Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2021). A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 21(1), 34-54.
20. Grech, A., & Camilleri, A. F. (2021). Blockchain in Education: Promises and Challenges. Springer.
21. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2021). Artificial Intelligence and the Future of Learning. AI & Society, 33(4), 637-645.

УДК 676.013.6-83:631.171

Марат Дамир Жанатұлы
Магистрант 2 курса ОП «Автоматизация и управление»
Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Дауксева
(г. Алматы, Казахстан)

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО РАЙОНА

Аннотация: В статье представлена математическая модель гибридной системы энергоснабжения, сочетающей солнечные панели, ветрогенераторы и дизельные генераторы. Модель разработана для села Кырбалтабай (Казахстан) и учитывает сезонные колебания генерации и потребления. Приведены уравнения баланса энергии, управления аккумуляторами и минимизации затрат. Результаты моделирования показали снижение эксплуатационных расходов на 32% по сравнению с традиционными системами.

Ключевые слова: гибридная энергосистема, математическая модель, возобновляемые источники энергии, оптимизация энергоснабжения, сельские районы.

Обеспечение стабильного энергоснабжения сельских районов Казахстана остается актуальной проблемой из-за износа сетей и частых отключений. Гибридные системы, сочетающие возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и традиционные генераторы, предлагают экономичное и экологичное решение. В статье разработана математическая модель такой системы для села Кырбалтабай, позволяющая оптимизировать генерацию и снизить затраты.

1. Методология

1.1 Описание объекта

Модель создана для села Кырбалтабай (Алматинская область) с населением 3242 человека и сельхозпредприятием «КазМясо». Годовое потребление:

Бытовое: 5,8 ГВт·ч

Сельхозпредприятие: 623 МВт·ч

1.2 Компоненты системы

1) Солнечная энергия:

$$P_{\text{сол.п.}}(t) = I(t) \cdot A_{\text{сол.п.}} \cdot \eta_{\text{сол.п.}}, \quad (1)$$

где $I(t)$ – инсоляция, $\eta_{\text{сол.п.}} = 18\%$.

2) Ветровая энергия:

$$P_{\text{ветр.}}(t) = 0{,}5 \cdot \rho \cdot \vartheta(t)^3 \cdot A_{\text{ветр.}} \cdot \eta_{\text{ветр.}}, \quad (2)$$

где $\vartheta(t)$ – скорость ветра, $\eta_{\text{ветр.}} = 35\%$.

3) Дизель-генераторы, резервная мощность: 500 кВт.

4) Управление аккумуляторами:

$$E_{\text{акк.}}(t+1) = \begin{cases} E_{\text{акк.}}(t) + 0{,}9 \cdot \left(P_{\text{сол.п.}}(t) + P_{\text{ветр.}}(t) - L(t)\right) \cdot \Delta t & \text{избыток} \\ E_{\text{акк.}}(t) - \dfrac{L(t) - \left(P_{\text{сол.п.}}(t) + P_{\text{ветр.}}(t)\right)}{0{,}9} \cdot \Delta t & \text{дефицит} \end{cases}, \quad (3)$$

2. Математическая модель

2.1 Уравнения баланса

Условие бесперебойного снабжения:

$$P_{\text{сол.п.}}(t) + P_{\text{ветр.}}(t) + P_{\text{диз.}}(t) + \Delta E_{\text{акк.}}(t) \geq L_{\text{полн.}}(t), \quad (4)$$

где $L_{\text{полн.}}(t) = k_{\text{сезон}} \cdot \left(L_{\text{дом}}(t) + L_{\text{ферм.}}(t)\right)$ – полное потребление

2.2 Оптимизация затрат

Целевая функция минимизации:

$$min\left(\sum_{t=1}^{T}\left(C_{\text{диз.}} \cdot F\left(P_{\text{диз.}}(t)\right) + C_{CO2} \cdot E_{\text{диз.}}(t)\right)\right), \quad (5)$$

где $C_{\text{диз.}}$ – стоимость топлива;

C_{CO2} – эквивалент стоимости выброса CO2;

$E_{\text{диз.}}(t) = \alpha \cdot P_{\text{диз.}}(t)$ – выбросы CO_2 (где α – коэффициент эмиссии).

3. Результаты моделирования

3.1 Годовые показатели

Генерация от ВИЭ: 2,1 ГВт·ч (40% от потребления).

Экономия: 32% по сравнению с чисто дизельной системой.

Выбросы CO_2: снижены на 448 тонн/год.

3.2 Пример для января

Дефицит мощности: 557,6 кВт.

Затраты на дизель-генерацию: 108 732 тенге.

Заключение

Разработанная модель доказала эффективность гибридных систем для сельских районов. Интеграция ВИЭ снижает затраты и выбросы, а математический аппарат позволяет адаптировать модель для других регионов. Дальнейшие исследования могут включать прогнозирование генерации с учетом изменения климата.

Список литературы:

1. Потребление топлива и энергии в домашних хозяйствах в Республике Казахстан (2022г.) URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-energy/publications/5188/

2. Профиль бизнеса «Откормочная площадка КазМясо Кирбалтабай» URL: https://eldala.kz/dannye/kompanii/10286-otkormochnaya-ploshchadka-kazmyaso-kirbaltabay

3. Переверзев И. А. Характеристика основных объектов электропотребления в сельскохозяйственном производстве. ФГБОУ ВПО «КубГАУ» 2013 г. https://lib.mkgtu.ru/images/stories/journal-nt/2013-03/015.pdf

4. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (2025г.) URL: https://stat.gov.kz/ru/region/almatyobl/

5. Проект «Регионы Казахстана» URL: https://regions.vlast.kz/almaty-oblast

МЕДИЦИНА ҒЫЛЫМДАР – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ – MEDICAL SCIENCES

УДК 615.014.2

Шынгысбаева Акерке Маликкызы
магистрант 2 курса, образов. программа «Технология фармацевтического производства»
КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова
(г. Алматы, Казахстан)

Кожанова Калданай Каржауовна
научный руководитель, кандидат фарм. наук, ассоц. проф.
КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова
(г. Алматы, Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТА ПОЧЕК ЧЕРНОГО ТОПОЛЯ (POPULUS NIGRA L.) В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Аннотация: В статье рассматривается возможности использования экстракта почек черного тополя (*Populus nigra* L.) в терапевтических целях. В статье показана ботаническая характеристика, таксономия и ареал растения *Populus nigra* L. Описывается история использования данного растения в медицине для изготовления лекарственных форм. Различные исследование экстракта почек черного тополя доказывают его антиоксидантную, депигментационную активность. В статье подчеркивается, что терапевтические действия экстракта зависят от фитохимического состава.

Ключевые слова: почки тополя черного, *Populus nigra* L., экстракт, антиоксидантная активность, депигментационная активность.

Одним из наиболее распространенных деревьев в лесах является черный тополь. Различные экстракты из многих его морфологических частей используются в лекарственных средствах, а также обладают широким спектром терапевтических эффектов.

Тополь черный (*Populus nigra* L.) – представитель рода тополей, который в длину может достигать 30 метров, а диаметр до 2 метров, имеет большую раскидистую крону и толстую темно-серую кору [1]. Это двудомное растение, светолюбивое, зимостойкое, засухоустойчивое, начинает плодоносить с 10–15 лет [2]. Черный тополь произрастает на территориях Европы, Сибири, Средней и Малой Азии, Восточного Казахстана, Западного Китая, Ирана, Северной Африки, Крыма и Кавказа [3]. В соответствии с приказом Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 7 марта 2023 года №77 “Об утверждении перечня лекарственных растений” *Populus nigra* L. входит в перечень лекарственных растений [4].

Род Populus относится к семейству Salicaceae порядка Salicales. Род Populus делится на 5 групп:

1. Туранга (Туранга Bgl.)
2. Белые тополи (Leuce Duby), которые делятся на две группы: настоящие белые тополи (Albidae) и осины (Trepidae)

3. Черные тополи (Aigeiros Duby)
4. Бальзамические тополи (Tacamaha Spach.)
5. Белоподобные тополи (Leicoides Spach.)

Самым главным преимуществом черных тополей является их быстрый рост и устойчивость к вредителям и болезням [5]. Растения рода Populus широко используются в народном хозяйстве, строительстве, производстве. Черный тополь выращивают в населенных пунктах. Они растут возле домов, вдоль улиц, рядом с озерами и водоемами, в парках [6]. При обрезке, заготовке деревьев для использования в народном хозяйстве почки этого дерева считаются отходами производства. Однако почки растения Populus nigra L. могут быть лекарственным растительным сырьем с высокой перспективностью получения новых эффективных лекарственных средств [7].

Первая монография о почках черного тополя была опубликована в 1916 году в США [8]. Однако он использовался в лечебных целях с древних времен. В Западной Европе римский врач Гален готовил из почек тополя Акопон, один из самых знаменитых бальзамов того времени. Для этого он замачивал почки в оливковом масле в течение 3 месяцев [9]. В XVII веке Джон Джерард описывает в своей ботанической книге" Сборник трав" знаменитую мазь из почек черного тополя под названием Unguentum Populeon. Автор рекомендовал применять мазь при различных травмах, воспалениях и подагре [10]. В народной медицине почки черного тополя издавна использовались как противомикробное, ранозаживляющее, противовоспалительное средство. Сок свежих листьев использовался как антибактериальное средство при зубной боли [11]. Отвар почек использовался для заживления ран, облегчения симптомов дерматита и других кожных заболеваний, а также для лечения инфекций верхних дыхательных путей [12]. Современные исследования показывают, что это растение обладает широким спектром антибактериального действия.

Снаружи почки черного тополя покрываются вяжущим веществом, в составе которого обнаружены различные фенольные соединения (терпеноиды, флавоноиды, фенольные кислоты и сложные эфиры) [13]. Фитохимический состав почек черного тополя состоит в основном из флавоноидов, терпеноидов и других биологически активных веществ (рисунок 1).

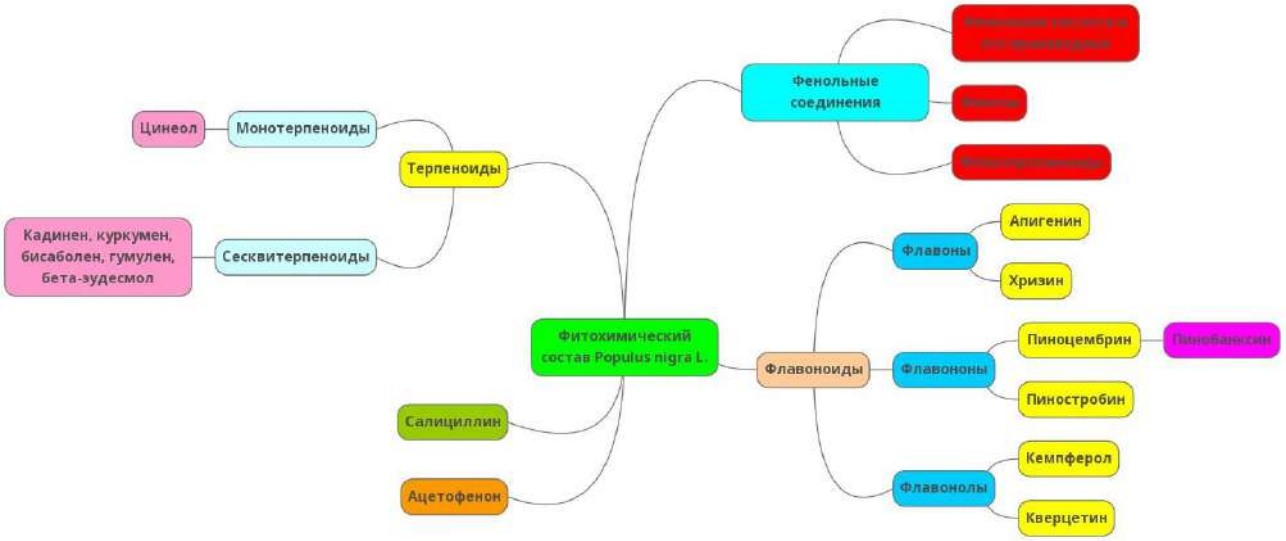


Рис. 1 - Основные группы биологически активных веществ, обнаруженные в экстракте почек черного тополя

В последние годы растет спрос на природные источники антиоксидантов в связи с тем, что люди потребляют большое количество косметических средств, биологически активных добавок, обладающих антиоксидантными свойствами. Известно, что растительные экстракты, содержащие фенольные соединения в больших количествах, обладают высоким антиоксидантным действием. Благодаря содержащимся в нем кофейной кислоте и пара-кумаровой кислоте было обнаружено, что экстракт почек черного тополя проявляет сильную антиоксидантную активность [14]. Обнаружено, что спиртовой экстракт ингибирует процесс меланогенеза. Его механизм отбеливания кожи заключается в ингибировании фермента тирозиназы. Это говорит о том, что это многообещающее терапевтическое средство, которое можно использовать при гиперпигментации [15].

Почки черного тополя являются источником биологически активных веществ, проявляющих ценные лечебные свойства. Современные научные исследования экстракта показывают, что это многообещающее лекарственное растение, которое можно использовать при лечении многих заболеваний. Кроме того, экстракт почек черного тополя демонстрирует выраженные противовоспалительные и антимикробные свойства, что делает его перспективным компонентом в дерматологических и косметических средствах. Его богатый состав способствует защите клеток от окислительного стресса, замедляя процессы старения кожи. Благодаря натуральному происхождению и высокой биологической активности, экстракт может служить безопасной альтернативой синтетическим ингредиентам. Всё это подтверждает его потенциал для включения в состав функциональных косметических и фармацевтических продуктов.

Список литературы:

1. Куприянова, Е.А. Сравнительное фармакогностическое исследование представителей рода тополь (*Populus L.):* специальность 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакогнозия»: Диссертация на соискание кандидата фармацевтических наук / Куприянова, Е. А.; Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Самарский Государственный Медицинский Университет». — Самара, 2020. — 200 с.

2. Вараксин Г. С., Вайс А. А. Комплексная оценка полезащитных полос из тополя черного Populus nigra L. на юге Средней Сибири //Сибирский лесной журнал. – 2018. – №. 4. – С. 58-65.

3. «Топольники», проектируемый памятник природы // Библиотека им. Н. В. Гоголя МБУ «МИБС» г. Новокузнецка URL: https://libnvkz.ru/chitatelyam/o-novokuznetske/ekskursionnoe-buro/priroda/topolniki (дата обращения: 06.04.2025).

4. Об утверждении перечня лекарственных растений // adilet.zan.kz. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300032038 (дата обращения: 06.04.2025).

5. Редько Г. И. Биология и культура тополей. - Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. - 175 с.

6. Комарова В. Л. Флора СССР. - Ленинград: Изд-во Академии Наук СССР, 1936 - 396 с.

7. Дорохина О. А. БОТАНИКО-ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОЧЕК ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО //Оренбургский медицинский вестник. – 2020. – Т. 8. – №. 4 (32). – С. 37-40.

8. Bruch G., Wirth E. H. Studies on poplar bud //Journal of the American Pharmaceutical Association. 1938. – № 8. – С. 672-682.

9. Donno D. et al. Bud Extracts as New Phytochemical Source for Herbal Preparations—Quality Control and Standardization by Analytical Fingerprint //Phytochemicals-Isolation, Characterisation and Role in Human Health. – InTech, 2015. – С. 187-218.

10. Gilbert B. Ghost trees: Nature and people in a London parish. – Saraband, 2022.

11. Kurkin V. A. et al. Constituents of Populus nigra Leaves //Chemistry of natural compounds. – 2020. – Т. 56. – С. 137-138.

12. Stanciauskaite M. et al. Extracts of poplar buds (Populus balsamifera L., Populus nigra L.) and Lithuanian Propolis: Comparison of their composition and biological activities //Plants. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 828.

13. Dudonné S. et al. Phenolic composition and antioxidant properties of poplar bud (Populus nigra) extract: individual antioxidant contribution of phenolics and transcriptional effect on skin aging //Journal of agricultural and food chemistry. – 2011. – Т. 59. – №. 9. – С. 4527-4536.

14. Dezmirean D. S. et al. Plant sources responsible for the chemical composition and main bioactive properties of poplar-type propolis //Plants. – 2020. – Т. 10. – №. 1. – С. 22.

15. Maack A., Pegard A. Populus nigra (Salicaceae) absolute rich in phenolic acids, phenylpropanoïds and flavonoids as a new potent tyrosinase inhibitor //Fitoterapia. – 2016. – Т. 111. – С. 95-101.

ӘОЖ 616.91-036.22

Махмұт Нұрлыбек Ғалымжанұлы
Студент
«Астана медициналық университеті» КЕАҚ
(Астана қ., Қазақстан)

Тасымбаева Ақмарал Тасқаирқызы
Студент
«Астана медициналық университеті» КЕАҚ
(Астана қ., Қазақстан)

Байгенжеева Раушан Құжатқызы
Қоғамдық денсаулық сақтау магистрі, аға оқытушысы
жұқпалы аурулар және клиникалық эпидемиология кафедрасы
«Астана медициналық университеті» КЕАҚ
(Астана қ., Қазақстан)

Байбосынов Дәулет Мұханбетжанович
Медицина ғылымдарының магистрі, аға оқытушысы
жұқпалы аурулар және клиникалық эпидемиология кафедрасы
«Астана медициналық университеті» КЕАҚ
(Астана қ., Қазақстан)

АСТАНАДАҒЫ ҚЫЗЫЛШАНЫҢ ДИНАМИКАСЫ: РЕТРОСПЕКТИВТІ ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ (2019–2024 ЖЖ.)

Аннотация. Қызылша – балалар арасында ауыр асқынуларға әкелетін, ең жұқпалы вирустық инфекциялардың бірі болып табылады. Бұл мақалада Астана қаласындағы соңғы жылдардағы қызылшаға қатысты эпидемиологиялық жағдай ресми деректерге сүйене отырып талданады. Аурушаңдықтың динамикасы, қауіп төндіретін жас топтары, сырқаттанушылықтың өсу себептері және алдын алу шаралары қарастырылады. Жұқтыру деңгейін төмендету және аурудың өршуін болдырмауда вакцинацияның рөлі кеңінен ашып көрсетіледі.

Кілт сөздер: Қызылша, эпидемиология, вакцинация, Астана, аурушаңдық, профилактика

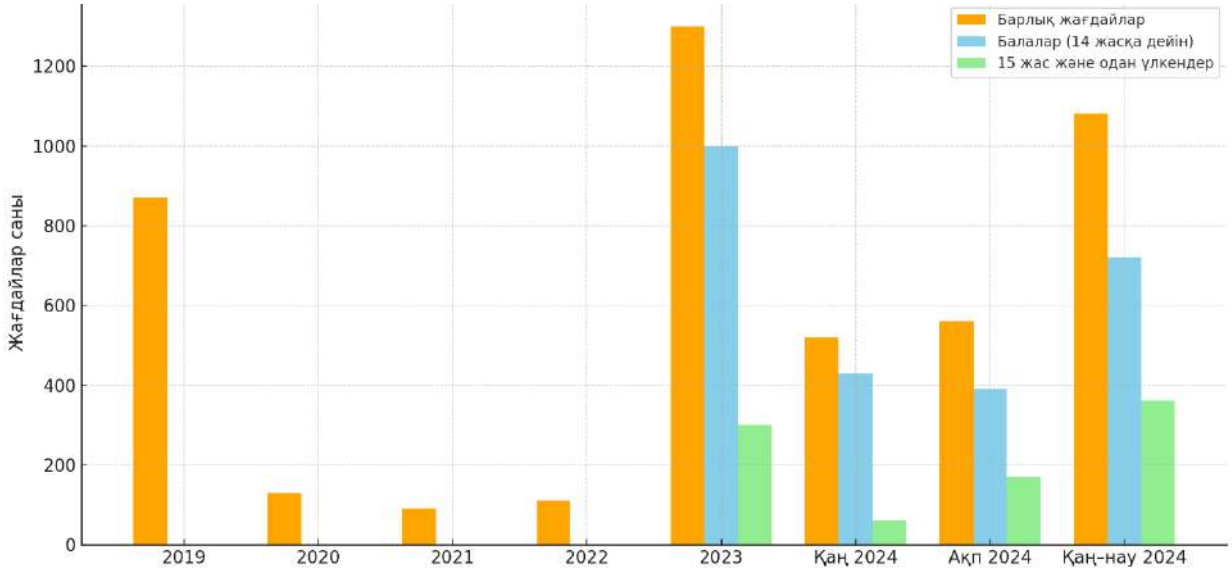
Өзектілігі. Соңғы жылдары Қазақстанда қызылшамен сырқаттану деңгейінің артуы қоғамдық назар мен денсаулық сақтау органдарының алаңдаушылығын тудырды. 2023 жылы республика бойынша аурушаңдық көрсеткіші 100 мың адамға шаққанда 88,9-ды құрап, бұл жағдай денсаулық сақтау жүйесі үшін мәселе туындатты. Әсіресе, Астана қаласындағы ахуал алаңдатарлық күйде қалып отыр — мұнда балалар мен жасөспірімдер арасында қызылша жағдайларының жиі тіркелуі байқалады. Осы ғылыми жұмыстың өзектілігі – аурушаңдықтың өсу себептерін жан-жақты талдау, жүргізіліп жатқан профилактикалық шаралардың тиімділігін бағалау және инфекциямен күреске бағытталған стратегияларды әзірлеу қажеттілігімен негізделеді.

Мақсаты: Соңғы жылдардағы Астана қаласындағы қызылшаның эпидемиологиялық жағдайын талдау, инфекцияның таралуына әсер ететін негізгі факторларды анықтау, вакцинация мен профилактикалық шаралардың тиімділігін бағалау.

Материалдар мен әдістер: Зерттеу барысында Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Қоғамдық денсаулық сақтау комитеті мен Санитариялық-эпидемиологиялық бақылау комитетінің ресми деректеріне сүйене отырып, 2019–2024 жылдар аралығында 0-ден 17 жасқа дейінгі балалар арасындағы қызылшамен сырқаттанушылық және олардың вакцинациямен қамтылу жағдайына ретроспективті эпидемиологиялық талдау жүргізілді.

Нәтижелер: Статистикалық деректерді талдау соңғы жылдары Астана қаласында қызылшамен сырқаттанушылықтың өскенін көрсетеді. 2023 жылы қала бойынша 1000-нан астам қызылша жағдайы тіркелген, олардың ішінде ең көп инфекцияға шалдыққан топ – 14 жасқа дейінгі балалар (ауру жұқтырғандардың жалпы санының 81%). 15–17 жас аралығындағы жасөспірімдер арасында 3,4% жағдай тіркелсе, ересектер арасында бұл көрсеткіш 15,4%-ды құрады.

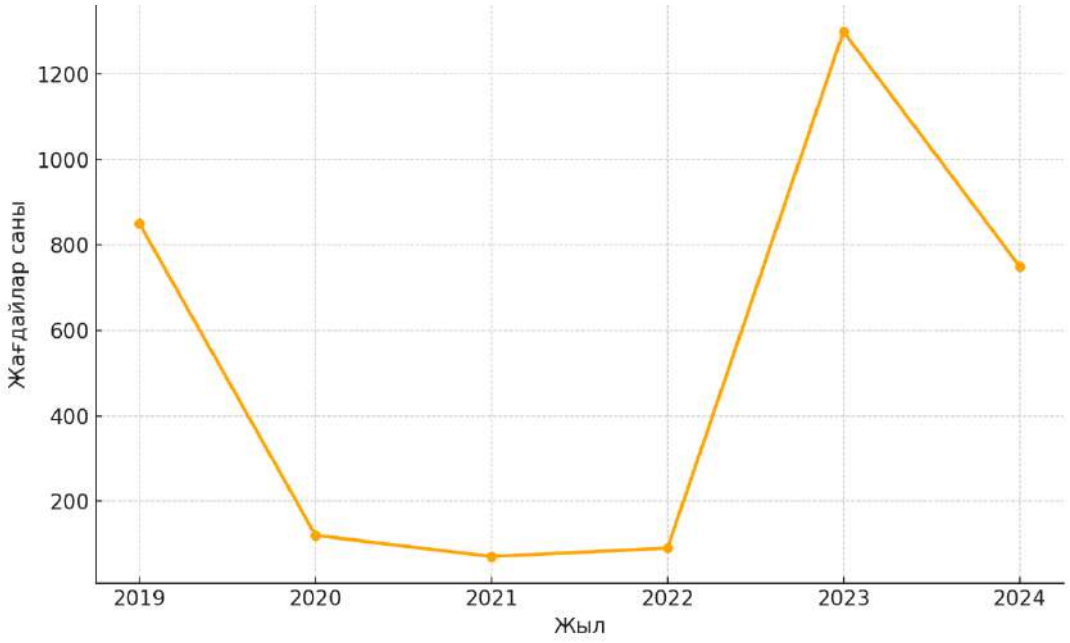
2019 жылмен салыстырғанда сырқаттанушылық деңгейі үш есеге артқан. 2023 жылғы індеттің өршуі COVID-19 пандемиясы салдарынан вакцинациямен қамтудың төмендеуімен және халық арасында екпеден бас тарту жағдайларының артуымен байланысты болды. Нәтижесінде балалар инфекциялық стационарларына түсетін жүктеме едәуір артты – 2023 жылғы қараша айында жүктеме деңгейі 111%-ды құрады.



1-сурет. Астанадағы қызылшамен сырқаттанушылықтың жас ерекшеліктері бойынша көрсеткіші

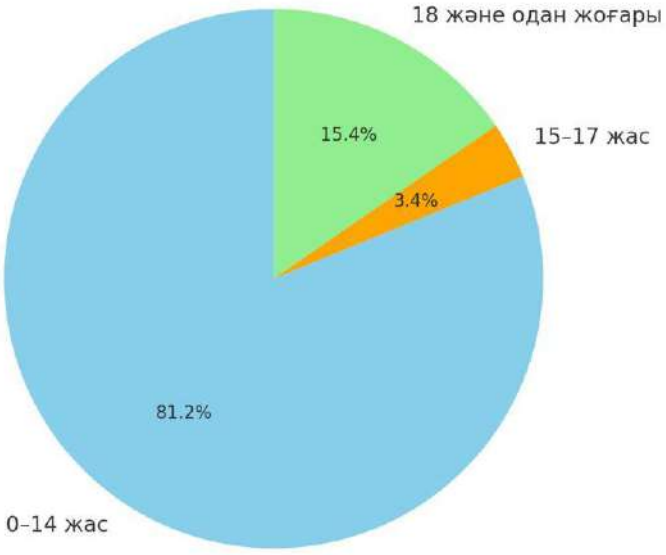
Көрсетілген диаграммадан 2019 жылы Астанада қызылша ауруының күрт өскені байқалады, бұл кезеңде аурудың айқын өршуі орын алғанын көрсетеді. 2020 және 2021 жылдары сырқаттанушылық деңгейі айтарлықтай төмендеген, бұл жағдай шектеу шаралары мен вакцинациямен байланысты болуы мүмкін. Алайда, 2023 жылы сырқаттанушылықтың қайта күрт өсуі тіркелді, әсіресе 14 жасқа дейінгі балалар

арасында, бұл осы жас тобында вакцинацияны күшейтудің қажеттілігін дәлелдейді. 2024 жылы сырқаттанушылық деңгейі төмендей бастаған, бұл белсенді түрде жүргізілген вакцинация мен профилактикалық шаралардың нәтижесі болуы ықтимал.



2-сурет. 2019–2024 жылдар аралығындағы Астанадағы қызылша ауруының динамикасы

Салыстыру нәтижелері 2023 жылы сырқаттанушылық жағдайларының күрт өскенін көрсетеді, бұл өз кезегінде профилактикалық шараларды күшейтуді талап етеді.



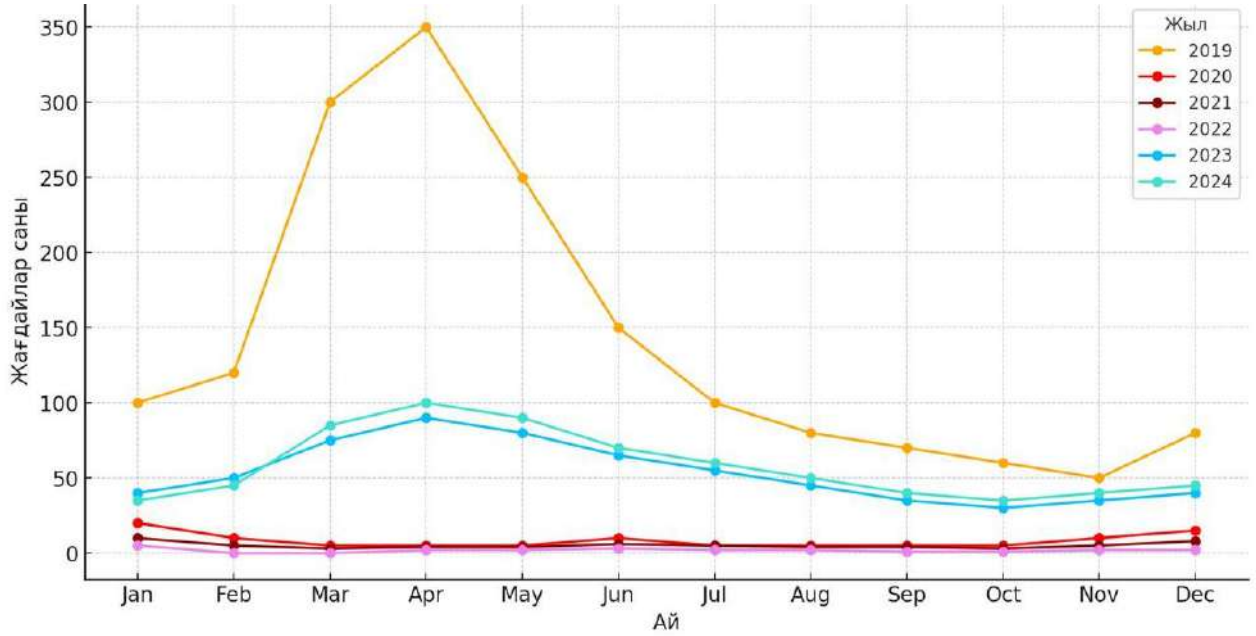
3-сурет. Астанадағы қызылша жағдайларының жас ерекшеліктері бойынша бөлінуі (2023 жыл)

Диаграммада көрсетілгендей, 2023 жылы Астанадағы қызылша ауруымен ауырғандардың басым бөлігі 14 жасқа дейінгі балалар болып табылады, олардың үлесі

жалпы ауру санының 81%-ын құрайды. Ал 15-17 жастағы жасөспірімдер мен ересектер ауру жағдайларының едәуір аз бөлігін құрайды, бұл балалардың қызылшамен ауыруға бейім екенін және осы жас топтарында вакцинация мен профилактикалық шараларды күшейтудің маңыздылығын көрсетеді.

2019-2024 жылдар аралығында Астанада қызылша ауруының айқын маусымдық сипаттамасы байқалды. Ең көп жағдайлар қыс-көктем кезеңінде (қаңтардан сәуірге дейін) тіркелген, бұл үй-жайларда тығыз орналасу, иммунитеттің маусымдық төмендеуі және балалар арасындағы белсенді қарым-қатынасқа байланысты. Әсіресе 2019 және 2023 жылдары эпидемиялық індеттердің шыңдары байқалды.

Төменде көрсетілген суретте аталған кезеңдегі қызылша ауруының маусымдық динамикасын көрсететін жалпы диаграмма ұсынылған.

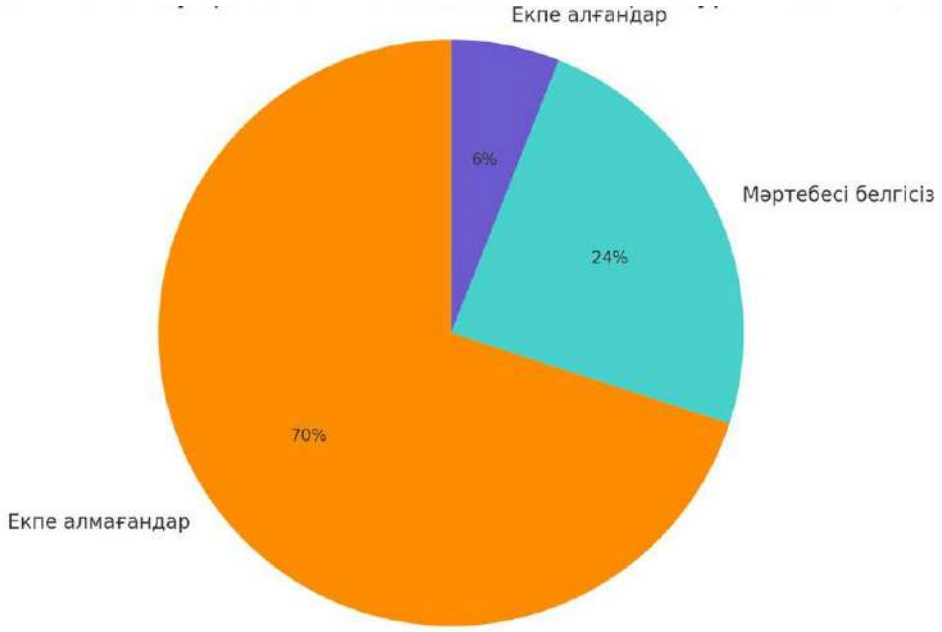


Сурет 4. Астанадағы қызылшаның маусымдық ерекшелігі (2019-2024).

Ауру көрсеткіштері көктем айларында, әсіресе наурыз және сәуір айларында ең жоғары деңгейге жетеді — осы кезеңде аурудың шыңы байқалады, әсіресе 2019 және 2023 жылдары айқын көрінеді.

Көктем айларында байқалған жоғарғы көрсеткіштерден кейін ауру жағдайлары жазға қарай біртіндеп төмендейді және күз-қыс айларында салыстырмалы түрде төмен деңгейде сақталады. Мұндай динамика көктем айларында инфекцияның белсенділігінің артуын көрсетеді, бұл, мүмкін, қыс мезгілінен кейін ұйымдастырылған балалар ұжымдарындағы қарым-қатынастардың артуымен және халық арасында иммундық қорғаудың төмендеуімен байланысты.

Сонымен қатар, 2024 жылы ауру көрсеткіштері 2023 жылмен салыстырғанда төмендегені байқалады, бұл жаппай вакцинациялау жүргізудің нәтижесі болуы мүмкін.



Сурет 5. Астанадағы 14 жасқа дейінгі балалардың қызылша ауруы (наурыз-желтоқсан 2023 жыл).

Астанадағы 2023 жылы қызылшамен ауырғандардың таралуын көрсететін диаграммада , 14 жасқа дейінгі балалардың вакцинациялау мәртебесіне ерекше назар аударылған. Тіркелген барлық жағдайлар санының (2 537) 71%-ын (шамамен 1 802 жағдай) балалар құрайды. Олардың 70%-ы вакцинацияланбаған, тек 6%-ы — вакцина алған, қалған 24%-ы — вакцинация мәртебесі белгісіз ересектер.

Мұндай таралу инфекцияға шалдығудың негізінен вакцинацияланбаған балалар арасында болатынын айқын көрсетеді, бұл вакцинацияның болмауы мен ауру қаупінің тікелей байланысын көрсетеді. Вакцинацияланған балалар жағдайларының минималды үлесі вакцинацияның тиімділігін растайды. Бұл мәліметтер вакцинациямен қамтуды кеңейтудің және иммунизациядан бас тартқан ата-аналармен жұмыс істеудің маңыздылығын айқындайды.

Қорытынды. Астанадағы 2019–2024 жылдар аралығындағы қызылша бойынша эпидемиологиялық жағдайды талдау көрсеткендей, тиімді профилактикалық шаралардың болуына қарамастан, ауру вакцинациямен қамтудың төмендеуі жағдайында жоғары эпидемиялық әлеуетін сақтауда. Ауру деңгейінің өсуіне негізінен балалар, әсіресе 14 жасқа дейінгі вакцинацияланбаған балалар ықпал етеді, бұл жоспарлы иммунизация бағдарламаларын күшейту қажеттілігін көрсетеді.

2019 және 2023 жылдардағы ауру көрсеткіштерінің өсуі, коллективті иммунитет деңгейі төмен болған жағдайда қызылшаның таралуының циклділігін дәлелдейді. Көктем айларында ауру жағдайларының көбеюі маусымдық сипат алуы профилактикалық шараларды осы кезеңге бейімделіп, әзірлеуді және жүзеге асыруды қажет етеді.

Жұмыстың нәтижелері уақытылы вакцинациялаудың, белсенді эпидемиологиялық бақылаудың және халықтың профилактикалық шараларға деген сенімін арттырудың маңызды екенін айқындайды. Ата-аналармен түсіндіру жұмыстарын күшейту, вакцинация мәртебесінің есепке алынуын ашық жүргізу және денсаулық сақтау

ұйымдарының эпидемиологиялық дайындық деңгейін қамтамасыз ету — қызылшаның болашақтағы індеттерін болдырмау және оның салдарын азайту үшін негізгі шарттар болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Карамышев Н.И., Мартынюк Т.В. Эпидемиология кори: современные аспекты // Журнал инфекционных болезней. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 102–107.

2. Dorigo-Zetsma J. W., De Melker H. E., Van Binnendijk R. S. Dynamics of measles immunity in vaccinated populations // Vaccine. – 2016. – Vol. 34, Issue 38. – P. 4595–4600.

3. Управление санитарно-эпидемиологического контроля по г. Астане. Ситуация по кори за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm-asec?lang=ru (дата обращения: 06.04.2025).

4. Мельников В.М. Сезонность и цикличность кори: анализ многолетней динамики // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2021. – № 4. – С. 40–45.

5. Жанибеков Т.Р., Есимбаева Д.М. Анализ вспышек кори в Казахстане и пути их предотвращения // Вестник КазНМУ. – 2022. – №3(103). – С. 45–50.

6. Омарова А.С., Тлеубергенова Г.К. Эффективность иммунизации против кори в Республике Казахстан // Журнал инфекционных болезней. – 2021. – Т. 18. – №2. – С. 28–34.

7. Жунусова Л.М., Калиева Ж.Б. Корь в условиях пандемии COVID-19: ретроспективный анализ // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – №6. – С. 56–60.

8. Ермекбаева А.К., Сагатова С.К. Уровень охвата вакцинацией против кори в Республике Казахстан // Образование и наука в современном мире. – 2023. – №2(66). – С. 134–139.

9. Искакова А.К., Тургамбаева Ж.Т. Анализ причин роста заболеваемости корью среди детей в Казахстане // Вестник медицины и здоровья. – 2023. – №4(88). – С. 21–26.

10. Абдрахманов С.К., Каламкас Ж.К. Вакцинопрофилактика кори в Казахстане: успехи и вызовы // Актуальные проблемы общественного здравоохранения. – 2022. – №3. – С. 74–79.

ӘОЖ 614.2

Бекежанова Жібек,
Мирамбекова Алданыш,
Мухамедьярова Дильназ
жұқпалы аурулар мен клиникалық эпидемиология кафедрасының студенттер
“Астана медицина университеті” ҚеАҚ

Ғылыми жетекші: Байгенжеева Р.К
Қоғамдық денсаулық сақтау магистрі,
жұқпалы аурулар мен клиникалық эпидемиология кафедрасының аға оқытушысы
“Астана медицина университеті” ҚеАҚ

ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙДАҒЫ АНА МЕН НӘРЕСТЕ ӨЛІМ-ЖІТІМІ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ

Аннотация: Мақалада Қазақстандағы ана мен нәресте өлім-жітімінің заманауи құрылымы мен факторлары нақты статистика негізінде талданады. 2022 жылы ана өлім-жітімі 100 000 тірі туылғанға шаққанда 13,5-ті, ал нәресте өлімі 1000 тірі туылғанға шаққанда 7,68-ді құрады. Жетекші себептер ретінде преэклампсия, босанудан кейінгі қан кету, шала туылу, туа біткен ақаулар мен инфекциялық аурулар көрсетілген. Ауыл мен қала арасындағы медициналық теңсіздік, кадр тапшылығы және инфрақұрылымның әлсіздігі маңызды қауіп факторларына жатады. Мемлекеттік бағдарламалар мен халықаралық бастамалар жағдайды тұрақтандыруға бағытталғанымен, әлеуметтік-экономикалық және мәдени тосқауылдар әлі де бар. Зерттеу барысында Қазақстанның аймақтық деректері мен жаһандық салыстырмалы көрсеткіштері қолданылып, ана мен бала денсаулығына әсер ететін негізгі жүйелік мәселелер анықталған.

Кілт сөздер: ана өлімі, нәресте шетінеуі, перинаталдық асқынулар, әлеуметтік теңсіздік, медициналық инфрақұрылым, денсаулық саясаты.

Кіріспе. Ана мен нәресте өлім-жітімі – тек денсаулық сақтау жүйесінің жай-күйін сипаттайтын көрсеткіш қана емес, сонымен қатар елдің әлеуметтік даму деңгейінің көрінісі. Бұл көрсеткіштер демографиялық тұрақтылықты, медициналық көмектің сапасын және халықтың өмір сүру жағдайларын кешенді сипаттайды. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының 2023 жылғы есебіне сәйкес, әлемде 287 000-нан астам әйел жүктілік пен босану кезінде пайда болатын асқынулар салдарынан қайтыс болған. Бұл – күніне орта есеппен 800-ге жуық ана өмірмен қош айтысады деген сөз. [1]. Сол жылы шамамен 2,3 миллион нәресте өмірінің алғашқы 28 күнінде көз жұмған. Бұл неонаталдық кезеңдегі өлім-жітімнің жоғары екенін көрсетеді. Жаһандық деңгейде нәресте өлімінің негізгі себептері – шала туылу, перинаталдық асқынулар, тыныс жетіспеушілігі және жұқпалы аурулар болып қала береді [1]. Қазақстан Республикасы үшін де бұл көрсеткіштер ерекше назарда. 2022 жылғы ұлттық статистика мәліметтері бойынша, елімізде ана өлім-жітімі деңгейі 100 000 тірі туылған балаға шаққанда 13,5-ті құрады. Бұл – салыстырмалы түрде төмен көрсеткіш, дегенмен абсолютті қауіптің жойылмағанын білдіреді [2]. Нәресте өлім-жітімі де күрделі мәселе болып отыр. 2022 жылғы мәліметтерге сәйкес, Қазақстанда бұл көрсеткіш 1000 тірі туылғанға шаққанда 7,68-ге

жеткен. Бұл — әрбір мың баланың кем дегенде жетеуі алғашқы жылы өмірмен қош айтысады дегенді білдіреді [3]. Аталған мәселелердің динамикасына келсек, 2009–2019 жылдар аралығында Қазақстанда ана өлім-жітім деңгейі 36,8-ден 13,7-ге дейін төмендеген. Бұл – денсаулық сақтау жүйесіндегі прогрестің нақты көрінісі. Алайда 2020 жылы COVID-19 пандемиясы әсерінен көрсеткіш күрт өсіп, 36,5-ке жеткен. Бұл эпидемиологиялық ахуалдың ана өліміне тікелей әсер еткенін дәлелдейді [4]. 2023 жылы елімізде бес жасқа дейінгі балалар арасындағы өлім деңгейі 1000 балаға шаққанда 10,03-ке жетіп, 2022 жылмен салыстырғанда 1,5%-ға артқан. Бұл – балалар денсаулығы саласындағы қауіптің қайта өсу үрдісін байқатады [4]. Аймақтық теңсіздіктер де ерекше назар аударады. Мәселен, сол жылы Актөбе облысында 1000 балаға шаққанда 11,56, Солтүстік Қазақстан облысында – 11,52, ал Қызылорда облысында – 11,39 жағдай тіркелген. Бұл өңірлердегі әлеуметтік және медициналық инфрақұрылымның жеткіліксіздігін көрсетуі мүмкін [4]. Жаһандық рейтингке жүгінсек, Қазақстан ана өлім-жітімі бойынша әлемде 42-орында, ал нәресте өлімі бойынша 79-орында тұр. Бұл салыстырмалы түрде алдыңғы қатарлы мемлекеттермен арадағы айырмашылықты көрсетеді. Сонымен қатар, денсаулық сақтау жүйесінің әлі де даму мен жетілдіруді қажет ететін тұстары бар екенін аңғартады [5]. 2020 жылы ана өлім-жітімі алдыңғы жылмен салыстырғанда үш есеге жуық артқан. Бұл факт COVID-19 вирусының болашақ аналар үшін аса қауіпті инфекция болғанын айғақтайды [4]. Мемлекет осы салада жүйелі саясат жүргізуде. Қазіргі таңда ана мен бала денсаулығын қорғауға бағытталған «Дені сау ұлт» ұлттық жобасы (2021–2025) іске асырылуда. Бұл бағдарламалар аясында антенаталдық бақылауды жақсарту, перинаталдық орталықтарды жаңғырту және ана мен бала өлімін азайтуға арналған кешенді шаралар қабылдануда [4].

Өзектілігі. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының 2023 жылғы есебіне сәйкес, әлемде жүктілік пен босану кезінде 287 000-нан астам әйел қайтыс болған. Қазақстанда да бұл мәселе өзекті болып қала береді: 2022 жылы ана өлім-жітімі 100 000 тірі туылғанға шаққанда 13,5-ті құрады, ал нәресте өлім-жітімі 1000 тірі туылғанға шаққанда 7,68 болды. Бұл көрсеткіштер елде медициналық көмек пен әлеуметтік жағдайдың жақсарту қажеттігін көрсетеді. Сондықтан бұл тақырыпты талдау — заманауи қоғамдық ғылым мен медицина үшін ерекше маңызға ие.

Мақсаты. Ана мен нәресте өлім-жітіміне тікелей ықпал ететін факторларды нақтылау және Қазақстандағы статистикалық үрдістерді салыстырмалы түрде сараптау көзделеді.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу барысында ана мен нәресте өлім-жітіміне қатысты 30-дан астам заманауи дереккөз қолданылды. Олардың қатарында Google Scholar, Scopus, ДДҰ, ЮНИСЕФ, UNFPA, ҚР Денсаулық сақтау министрлігі мен Ұлттық статистика бюросының ресми мәліметтері бар.

Зерттеу нәтижелері. Соңғы онжылдықта әлемдік деңгейде ана мен нәресте өлім-жітімі бойынша айтарлықтай контраст байқалады. Дамыған елдерде бұл көрсеткіштер төмен нәтижеге жеткен. Мысалы, 2020 жылғы ДДҰ деректеріне сәйкес, Солтүстік Еуропа елдерінде (Норвегия, Швеция, Финляндия) ана өлім-жітімі 100 000 тірі туылғанға шаққанда 3–5 жағдаймен шектелген. Ал нәресте өлім-жітімі кейбір мемлекеттерде 1,5–2,0 деңгейінде тұрақтап отыр [5]. Сонымен қатар, Жапония, Германия және Канада сияқты экономикалық дамыған мемлекеттерде аналар мен сәбилердің өмірін сақтауға

бағытталған көпдеңгейлі саясат, акушерлік көмектің жоғары технологиялық деңгейі және антенаталдық қадағалаудың дәл жүйелері енгізілген. Бұл елдерде әрбір жүктілік нақты хаттамаларға сәйкес бақыланады, ал босану процесі білікті мамандардың қатысуымен өтеді [5]. Керісінше, Африка құрлығының Сахарадан оңтүстікке қарай орналасқан елдерінде жағдай түбегейлі өзгеше. 2023 жылғы ЮНИСЕФ пен UNFPA есептеріне сәйкес, Нигерия, Чад, Сомали, Орталық Африка Республикасы сынды мемлекеттерде ана өлім-жітімі 100 000 тірі туылғанға шаққанда 800–1000 жағдайға дейін жетеді. Бұл — күн сайын жүздеген әйел жүктілік пен босануға байланысты себептерден көз жұмады деген сөз [6]. Осы мемлекеттерде нәресте шетінеу көрсеткіштері де төтенше жоғары. Кейбір өңірлерде 1000 тірі туылғанға шаққанда 40–50 нәресте алғашқы 28 күн ішінде шетінеп кетеді. Мұндай сандар көбіне заманауи медициналық көмекке қолжетімсіздікпен, босану үйінің шалғайда орналасуымен және санитарлық-гигиеналық талаптардың сақталмауымен байланысты [6].

Даму деңгейі төмен елдерде басты проблемалардың бірі — білікті акушерлік көмекке уақтылы жете алмау. Әсіресе ауылдық аудандарда медициналық персоналдың жетіспеушілігі, инфрақұрылымның тозуы және төтенше жағдайда тасымалдау мүмкіндігінің жоқтығы аналар мен сәбилердің тағдырына тікелей әсер етеді. Бұл — жай ғана медициналық кемшілік емес, жүйелік дағдарыстың айқын көрінісі [6]. Инфекциялық аурулар да негізгі қауіп факторларының бірі ретінде аталады. Мәселен, сепсис, пневмония, іш өту (диарея) және перинаталдық инфекциялар дамушы елдердегі нәрестелердің негізгі өлім себептері ретінде тіркелуде. Бұл аурулардың алдын алуға болатындығына қарамастан, вакциналау деңгейінің төмендігі мен таза суға қолжетімсіздік оларды кеңінен таратады [7]. Ерте босану мен шала туған нәрестелердің өміршеңдігі — тағы бір маңызды мәселе. ДДҰ мәліметтері бойынша, дүниежүзіндегі нәресте өлімінің шамамен 36–38 пайызы дәл осы шала туылумен байланысты. Неонаталды реанимация мен интенсивті күтім бөлімдерінің тапшылығы, әсіресе Оңтүстік Азия аймағында, бұл балалардың өмірін сақтап қалуға мүмкіндік бермейді [5]. Туа біткен кемістіктер де ерекше назарда. Кейбір аймақтарда аналардың фолий қышқылы, йод, темір жетіспеушілігі сияқты нутриенттік тапшылықтары нәрестенің жүйке жүйесі мен жүрек құрылымының даму ақауларына алып келеді. Мұндай кемістіктер жиі жағдайда алдын алуға болатын болса да, олар перинаталдық кезеңде анықталмай қалады және нәресте өліміне әкеледі [6]. Антенаталды бақылаудың жеткіліксіздігі — жаһандық статистикада жиі кездесетін тағы бір фактор. Көптеген дамушы мемлекеттерде жүктіліктің ерте кезеңінен бастап ананың денсаулығын қадағалайтын құрылымдар жоқ. Ал скринингтік тексерістердің жүргізілмеуі асқынуларды алдын ала анықтауға кедергі келтіреді. Бұл жағдай тек анаға емес, жатырішілік ұрықтың аман қалу мүмкіндігіне де қауіп төндіреді [7]. Жоғарыда аталған факторлар өзара байланысты және күрделене түседі. Мысалы, антенаталды көмектің болмауы — инфекциялық ауруларды дер кезінде анықтай алмауға әкеледі; акушерлік көмекке қолжетімсіздік — қан кету немесе преэклампсия кезінде өлім-жітім қаупін бірнеше есе арттырады. Мұндай жүйелік әлсіздіктер дамушы елдердегі аналар мен сәбилердің өмірі үшін шешуші рөл ойнайды [7].

Қазақстанда ана өлім-жітімінің көрсеткіші 2010–2023 жылдар аралығында бірнеше кезеңге бөлінген айқын динамикамен сипатталады. 2012 жылдан кейін бұл көрсеткіш

айтарлықтай төмендегені байқалды. Мәселен, 2009 жылы 100 000 тірі туылғанға шаққанда 36,8 жағдай тіркелсе, 2019 жылға қарай бұл көрсеткіш 13,7-ге дейін төмендеген [6]. Мұндай оң өзгеріс ана денсаулығын бақылау жүйелерін жетілдірумен, қауіп топтарындағы әйелдерді ерте скринингтен өткізу тәжірибесімен байланысты. Алайда 2020–2021 жылдары бұл үрдіс күрт өзгерді. COVID-19 пандемиясы елдегі жалпы эпидемиологиялық жағдайды ғана емес, босану кезіндегі ана қауіпсіздігіне де тікелей әсер етті. 2020 жылы ана өлім-жітімі 36,5-ке дейін артып, 2,8 есе өсу байқалды [6]. Бұл көрсеткіш соңғы онжылдықтағы ең жоғары мәнге жетіп, ана өліміне COVID-19-дың жанама және тікелей әсерін айғақтады. 2021 жылдың деректеріне сәйкес, ана өлімінің негізгі себептері ретінде преэклампсия, босану кезінде немесе одан кейінгі қан кету және ауыр инфекциялық асқынулар тіркелген [7]. Мұндай жағдайларда клиникалық шешім қабылдаудағы кешігулер немесе медициналық көмекке қолжетімсіздік өлім қаупін бірнеше есе арттырған. Әсіресе босану мекемелерінің ресурстық мүмкіндігі төмен аймақтарда бұл қауіп күрделене түскен. Қосалқы аурулардың да ықпалы едәуір. Мысалы, семіздік, қант диабеті, жүрек-қан тамыр аурулары және артериялық гипертензия жүктілік кезінде асқынулар қаупін арттырған. Бұл диагноздары бар әйелдерде преэклампсия мен босанғаннан кейінгі қан кету жиілігі анағұрлым жоғары тіркеліп отыр [7]. Айта кету қажет, мұндай қосалқы аурулар жиі жағдайда жүктілікке дейінгі кезеңде емделмеген немесе ерте анықталмаған. Ауылдық жерлердегі жағдай қосымша назарды қажет етеді. 2023 жылғы мәліметтерге сәйкес, ауылдарда акушер-гинеколог мамандардың жетіспеушілігі және босану бөлімдерінің материалдық-техникалық жарақтандырылуының төмендігі ана өлім-жітімін арттыратын шешуші факторлардың бірі ретінде қарастырылады [8]. Кейбір өңірлерде санитарлық авиация мүмкіндігі шектеулі болғандықтан, күрделі жағдайдағы жүкті әйелдерді аудан орталығына немесе облыстық перзентханаларға жеткізуге уақыт жетпеген жағдайлар тіркелген [8]. ҚР Ұлттық статистика бюросының 2023 жылғы деректері бойынша, ана өлім-жітімі көрсеткіші өңірлер арасында да айтарлықтай әртүрлі. Түркістан, Қызылорда және Жамбыл облыстарында бұл көрсеткіш республикалық орташа деңгейден жоғары болып отыр [6]. Бұл ретте тек медициналық емес, сонымен бірге әлеуметтік, мәдени және инфрақұрылымдық факторлар да әсер ететіні сөзсіз.

Қазақстандағы нәресте өлім-жітімінің құрылымы мен динамикасы бірнеше басты факторға негізделеді. 2022 жылғы ресми деректерге сәйкес, ел бойынша нәресте өлімінің ең жиі кездесетін себептері – шала туылу, туа біткен даму ақаулары, перинаталдық асқынулар мен инфекциялық аурулар болған [8]. Бұл төрт бағыт нәресте өміріне тікелей қауіп төндіретін негізгі медициналық жағдайлар санатына жатады және оларды уақытылы анықтау мен алдын алу шаралары жеткіліксіз болғанда, өлім-жітім деңгейі күрт артады. Шала туылған нәрестелердің денсаулығы көбінесе өкпенің толық жетілмегендігімен, иммундық жүйенің әлсіздігімен және жылу реттеу механизмдерінің бұзылуымен сипатталады. Қазақстанда 2023 жылы шала туған сәбилер арасында өлім деңгейі айтарлықтай жоғары болған. Мұндай жағдайларда неонаталдық реанимация бөлімдерінің жеткіліксіздігі және жоғары мамандандырылған көмекке қолжетімсіздік негізгі тәуекел факторы ретінде көрсетілген [8]. Туа біткен ақаулар да нәресте өлім-жітімінің құрылымында маңызды орын алады. 2021–2023 жылдар аралығындағы бақылау нәтижелері бойынша, жүрек-қан тамыр жүйесінің дамуы бұзылған, жүйке түтігі

жабылмаған, немесе бүйрек пен бауырда күрделі ақаулары бар нәрестелер арасындағы шетінеу жағдайлары көбінесе босанғаннан кейінгі алғашқы аптада тіркелген [9]. Бұл жағдайлар көп жағдайда жүктілік кезінде скринингтен өтпеу немесе антенаталдық бақылаудың сапасыз жүргізілуімен байланысты болған. Перинаталдық асқынулар — нәресте өлім-жітімінің үшінші жиі кездесетін себебі ретінде қарастырылады. Оларға перинаталдық асфиксия, босану жарақаттары және босану кезіндегі оттегі жетіспеушілігі жатады. Бұл патологиялар көбінесе босану кезінде реанимациялық бригаданың дайын болмауы немесе дер кезінде әрекет етпеуімен тікелей байланысты [8]. Инфекциялық аурулар, әсіресе неонаталдық сепсис, пневмония және менингит, нәресте өлім-жітімі құрылымында тұрақты жоғары үлеске ие болып отыр. Мұндай жағдайлар көбіне босану бөлімдерінде санитарлық-гигиеналық талаптардың сақталмауы немесе жаңа туған баланы инфекциядан қорғау жүйесінің әлсіздігімен байланысты анықталған [9]. Өңірлік айырмашылықтар да бұл мәселеде ерекше орын алады.

Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросының 2023 жылғы мәліметтері бойынша, нәресте өлім-жітімі ең жоғары тіркелген аймақтар – Түркістан (11,5), Қызылорда (11,3) және Жамбыл (10,9) облыстары. Бұл аймақтарда перинаталдық орталықтардың техникалық жарақтандырылуы, медициналық кадрлармен қамтылу деңгейі және ауылдық медициналық пункттердің мүмкіндіктері жеткіліксіз екені айтылған [8]. Керісінше, Астана және Алматы қалаларында нәресте өлім-жітімінің ең төменгі деңгейі тіркелген. Бұл мегаполистерде жоғары технологиялық жабдықталған перинаталдық орталықтар, тәжірибелі неонатолог мамандар және толыққанды антенаталдық бақылау жүйесі бар екені атап өтілген [9]. Осы екі қаладағы жағдай еліміздің басқа өңірлерімен салыстырғанда медициналық қолжетімділік пен сапаның айырмашылығын айқын көрсетеді. Бұл деректер нәресте өлім-жітімі мәселесінің тек медициналық емес, әлеуметтік және жүйелік сипатын да көрсетеді. Әсіресе өңірлік теңсіздік пен шала туған балаларға көрсетілетін көмектің сапасы бұл көрсеткішке елеулі әсер етеді.

Қазақстанда ана мен нәресте денсаулығына тікелей ықпал ететін маңызды факторлардың бірі – әйелдің білімі мен отбасының әлеуметтік жағдайы. 2022 жылғы ҚР Ұлттық статистика бюросының мәліметіне сәйкес, анасының орта немесе бастауыш білім деңгейі бар отбасыларда нәресте өлім-жітімі 1000 тірі туғанға шаққанда 1,8 есе жоғары болған [9]. Бұл білім деңгейі тек медициналық ақпаратқа қолжетімділікті ғана емес, сонымен қатар жүктілік кезіндегі жауапкершілікті, күтімді, емханаға уақтылы қаралуын да айқындайды. Бұдан бөлек, отбасының табыс деңгейі де шешуші рөл атқарады. Табыс төмен болған сайын сапалы тамақтану, медициналық қызметтерге қол жеткізу және дәрі-дәрмек сатып алу мүмкіндігі төмендейді. Мәселен, Ауылдық жерлерде тұратын әйелдердің 45%-ы жүктілік кезінде қажетті дәрумендік кешендерді толық қолдана алмайды деген дерек келтіріледі [9]. Тұрмыстық санитария, ішер су сапасы және гигиена мәдениеті де айтарлықтай әсер етеді. ЮНИСЕФ мәліметі бойынша, Орталық Азия елдерінде, соның ішінде Қазақстанда, нәресте өлімінің 18%-ы – антисанитариялық жағдайлар мен дұрыс тамақтанбаудың салдары [10]. Мәдени түсініктерге келер болсақ, кейбір өңірлерде дәстүрлі наным-сенімдер медицинаға сенуден басым түсіп жатады. Бұл, әсіресе босану кезіндегі тәуіпке, молдаға жүгіну арқылы көрініс табады. Мұндай факторлар заманауи медицинамен өзара қайшылыққа түсіп, нәтижесінде медициналық

көмекті уақтылы алмауға алып келеді. Тағы бір өзекті мәселе – шұғыл медициналық көмекке қолжетімділік. Ауылдық жерлерде әйелдерді босану кезінде перзентханаға дейінгі тасымалдау кейде бірнеше сағатқа созылады. Денсаулық сақтау министрлігінің 2022 жылғы есебіне сәйкес, перинаталды орталыққа дейінгі орташа тасымалдау уақыты – 3,5 сағат. Бұл – нәрестенің өмірі үшін аса қауіпті уақыт аралығы.

Қазақстанда ана мен бала денсаулығын жақсартуға бағытталған бірнеше стратегиялық бағдарлама жүзеге асырылған. «Саламатты Қазақстан» (2011–2015) бағдарламасы аясында перинаталды орталықтар мен консультациялық-диагностикалық бөлімшелер саны көбейтілді. «Денсаулық» (2016–2020) бағдарламасы ана мен бала өлімін азайту көрсеткішін ұлттық деңгейде тұрақтандыруды көздеді. Ал қазіргі қолданыстағы «Дені сау ұлт» ұлттық жобасы (2021–2025) – ана мен балаға медициналық көмекті цифрландыру мен қолжетімділікті арттыруды негізгі бағыт ретінде белгілеп отыр [9]. Мемлекетаралық деңгейде Қазақстан БҰҰ ДДҰ (ВОЗ) ұсынған стратегиялық жоспарларға қосылған. Солардың қатарында – «Every Newborn Action Plan» (Әрбір жаңа туған нәрестені қорғау жоспары) бағдарламасы бар. Бұл жоба аясында елде перинаталдық өлім-жітімге мониторинг жасау, оқыс жағдайларды тіркеу және талдау жұмыстары жүргізіледі. Сонымен қатар, «Ending Preventable Maternal Mortality» бағдарламасы – ана өлімін алдын алуға бағытталған маңызды халықаралық бастама. Қазақстан бұл бағдарламаны 2018 жылдан бастап біртіндеп енгізіп келеді. Аталған бағдарлама аясында медициналық қызметкерлерді оқыту, сапаны бағалау және жағдайлар бойынша халықаралық есеп беру жүйелері енгізілуде [10].

Ананың жүктілік кезеңінде сапалы бақылауға қол жеткізуі нәресте денсаулығының негізгі көрсеткішіне тікелей әсер етеді. Осы орайда скринингтік тексерулер мен антенаталды бақылауды кеңейту – медициналық бақылаудың тиімділігін арттырудың негізі. Қазіргі кезде жүктіліктің алғашқы триместрінде скринингке тіркелген әйелдердің үлесі қалада 92%-ға жеткенімен, ауылдық өңірлерде бұл көрсеткіш 67%-дан аспайды. Бұл айырмашылық ерте диагностика мүмкіндігін шектейді және қауіп-қатерлерді уақытында анықтауға кедергі келтіреді.

Ауылдық жерлердегі мамандар тапшылығы – жүйелік мәселелердің бірі. Кейбір аудандарда акушер-гинеколог мамандар мүлдем жоқ немесе бір дәрігер бірнеше елдімекенге қызмет көрсетеді. Бұл – ана мен бала қауіпсіздігіне тікелей қауіп төндіретін фактор. Мамандарды тұрақтандыру үшін әлеуметтік кепілдіктермен қатар, кәсіби өсу мүмкіндіктерін де қамтамасыз ету қажет болған.

Қозғалмалы клиникалар – шалғай аймақтарда жүктілік пен балалық шақты бақылаудың балама жолы. Мұндай мобильді медициналық кешендер бірнеше облыста сыналып, жүктілік асқынуларын ерте анықтауға мүмкіндік берген. Бірақ олар әзірге барлық аймақта толық енгізілмеген.

Аналарға арналған ақпараттық-оқыту бағдарламалары тек медициналық сауаттылықты арттырып қоймай, шешім қабылдау процесінде де маңызды рөл атқарады. Отбасымен бірлескен ақпараттық сабақтар, әсіресе жас аналар үшін пайдалы болып келеді.

Салалар арасындағы әріптестік – білім беру, әлеуметтік қорғау және медицина ұйымдарының өзара ықпалдастығын арттыруды көздейді. Мысалы, әлеуметтік

қызметкер мен мектеп медбикесінің үйлесімді жұмысы ерте жүктілікті бақылауда ұтымды нәтиже береді.

Қорытынды. Қазақстандағы ана мен нәресте өлім-жітімі – күрделі әрі көпқырлы құбылыс. Соңғы онжылдықта ана өлім-жітімі 36,8-ден 13,7-ге дейін төмендегенімен, пандемия жылдары бұл көрсеткіш 2,8 есеге күрт артқан. 2022 жылы 1000 тірі туылғанға шаққанда нәресте өлімі 7,68-ге жеткен. Негізгі себептер қатарында – шала туылу, туа біткен ақаулар, перинаталдық асқынулар мен инфекциялар. Ауыл мен қала арасындағы медициналық теңсіздік, мамандар тапшылығы және инфрақұрылымның әлсіздігі жағдайды одан әрі ушықтырады. Мемлекеттік бағдарламалар іске асырылып жатқанымен, аймақтық алшақтық пен әлеуметтік факторлар айқын әсер етуді жалғастыруда.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. ЮНИСЕФ. Страновой ежегодный отчёт ЮНИСЕФ Казахстан за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.unicef.org/kazakhstan/en/reports/country-office-annual-report-2023-unicef-kazakhstan, свободный. – Дата обращения: 07.03.2025.

2. Ардақты ана – сары бала қамы үшін... // Aikyn.kz. – 2023. – URL: https://aikyn.kz/250657/ardak-ty-ana--sary-bala-k-amy-ushin (дата обращения: 27.03.2025).

3. В Казахстане растёт уровень материнской смертности – депутат // El.kz. – 2023. – URL: https://el.kz/qazaqstanda-ana-olimi-osip-barady-deputat_400017852/ (дата обращения: 27.03.2025).

4. Казахстанские семьи: Национальный доклад // Центр прикладных исследований «Отбасы», KIPD. – 2023. – URL: https://ru.kipd.kz/article/kazakhstanskie-semi-natsionalnyy-doklad (дата обращения: 20.03.2025).

5. Национальный центр общественного здравоохранения. Материнская смертность в Казахстане [Электронный ресурс]. – URL: https://nrchd.kz/index.php/ru/?option=com_content&view=article&id=973 (дата обращения: 17.03.2025).

6. Hug L. et al. Levels & trends in child mortality: report 2017 //Estimates developed by the UN inter-agency Group for Child Mortality Estimation. – 2017.

7. World Health Organization. Trends in maternal mortality 2000 to 2024: estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, World Bank Group and UNDESA/Population Division. – World Health Organization, 2023.

8. Жагпарова А. Х. ОРНЫҚТЫ ДАМУ МАҚСАТТАРЫНЫҢ ЖЕРГІЛІКТІ ДЕҢГЕЙДЕ ІСКЕ АСЫРЫЛУЫН ЖЕТІЛДІРУ. – 2022.

9. Қазақстан балалары. Статистикалық жинақ / Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы. — Астана: Ұлттық статистика бюросы, 2023. — 123 с. — Электрон. дан. — Режим доступа: https://stat.gov.kz/upload/iblock/4ba/jsu2bt62twejlbz8p9wsp5j7rvxt2aqm/C-18-Г-2018-2022%20(казс).pdf , свободный. — Дата обращения: 07.03.2025

10. Abenova M. et al. Analysis of maternal and infant health indicators in Kazakhstan: 2003–2018 //Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. – 2021. – Т. 9. – №. E. – С. 1133-1139.

11. Естественное движение населения республики казахстан (январь-март 2023г) URL:https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/6348/

12. По показателям младенческой смертности казахстан хуже не только словении, исландии или норвегии, но и россии.Источник: https://ranking.kz/reviews/world/po-pokazatelyam-mladencheskoy-smertnosti-kazahstan-huzhe-ne-tolko-slovenii-islandii-ili-norvegii-no-i-rossii.html -2024

13. Младенческая смертность в РК: количество трагических случаев незначительно уменьшилось URL: https://finprom.kz/ru/article/mladencheskaya-smertnost-v-rk-kolichestvo-tragicheskih-sluchaev-neznachitelno-umenshilos – 2022

ЗАҢ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ – ЮРИДИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ – LEGAL AND ECONOMIC SCIENCES

УДК 339.138

Шадрина Любовь Юрьевна
канд.социол.н., доцент
заведующий кафедрой маркетинга, рекламы и связей с общественностью
Новосибирского государственного университета экономики и управления – «НИНХ»
(г. Новосибирск, Российская Федерация, РФ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В МАРКЕТИНГЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Аннотация: статья посвящена исследованию важности маркетинга образовательных услуг в условиях современного мира, где знания и навыки становятся ключевыми факторами экономического роста и социального прогресса. Рассматриваются современные тенденции и технологии, влияющие на развитие маркетинга образовательных услуг, включая персонализацию образовательных предложений, цифровые платформы и онлайн-обучение, искусственный интеллект и машинное обучение, геймификацию учебного процесса, а также роль социальных сетей в продвижении образовательных услуг. Особое внимание уделено применению информационных технологий, геомаркетингу и концептуальному построению маркетинга образовательных услуг на основе принципов системного подхода и системного анализа. Статья подчеркивает необходимость интеграции современных технологий и подходов для обеспечения устойчивого развития образовательных организаций и укрепления их конкурентоспособности на рынке.

Ключевые слова: маркетинг образовательных услуг, персональные предложения, цифровые платформы, искусственный интеллект, геймификация, социальные сети, геомаркетинг, системный подход, информационные технологии.

Введение. В современном мире, где знания и навыки становятся ключевыми факторами экономического роста и социального прогресса, маркетинг образовательных услуг приобретает все большее значение. Он играет ключевую роль в обеспечении стратегического развития образовательных организаций, помогая им эффективно позиционироваться на рынке, достигать конкурентных преимуществ и становиться более понятными для своей целевой аудитории. В данной статье рассматривается важность маркетинга образовательных услуг, а также современные тенденции и технологии, влияющие на его развитие. Особое внимание уделено применению информационных технологий, геомаркетингу, персонализации образовательных предложений, цифровым платформам, искусственному интеллекту, геймификации учебного процесса и роли социальных сетей в продвижении образовательных услуг.

Маркетинг образовательных услуг играет центральную роль в обеспечении стратегического развития современных образовательных организаций. Благодаря использованию маркетинговых инструментов, образовательные учреждения получают

возможность эффективно позиционироваться на рынке, добиваться конкурентных преимуществ и становиться более понятными для своей целевой аудитории.

Современные образовательные системы представляют собой сложные, пространственно распределённые структуры, для которых актуален подход, учитывающий географическое распределение участников процесса. Следовательно, маркетинг образовательных услуг должен учитывать элементы геомаркетинга в ситуациях, связанных с исследованием и организацией пространственных коммуникаций [8].

Содержательная основа маркетинга образовательных услуг базируется на применении информационных технологий и моделей. Простейшие модели строятся на основе статистики, тогда как более сложные подходы предполагают использование методов, таких как когнитивная энтропия [1]. Эти технологии позволяют глубже анализировать потребности и поведение пользователей образовательных услуг.

Концептуальное построение маркетинга образовательных услуг основывается на принципах системного подхода и системного анализа [6]. Такой подход подразумевает создание интегрированных технологических решений, обеспечивающих синергию всех элементов системы. Это способствует достижению эмерджентности, что обеспечивает высокие результаты в образовательном процессе.

Маркетинг образовательных услуг представляет собой многогранную область, включающую разнообразные инструменты и подходы, направленные на повышение эффективности взаимодействия образовательных учреждений с потребителями и достижение стратегических целей.

Под маркетингом образовательных услуг понимается сложная система организации производства и реализации образовательных продуктов, направленная на максимальное удовлетворение постоянно меняющихся и разнообразящихся потребностей различных категорий потребителей через рыночные механизмы. Основная цель — обеспечение устойчивого дохода и сохранение конкурентоспособности образовательных учреждений.

Маркетинг включает исследования, планирование, выполнение и контроль специально разработанных программ, направленных на стимулирование обмена ценностями между образовательными организациями и их целевыми аудиториями [9

Маркетинговая деятельность в образовательных учреждениях охватывает несколько ключевых направлений:

1. Исследовательская функция: исследование внешней среды образовательной организации, включая рынки образовательных услуг, определение текущего и потенциального спроса, идентификация целевых рынков.
2. Организационная функция: разработка стратегии предложения услуг, установление ценовой политики, управление качеством и конкурентоспособностью образовательных продуктов.
3. Коммуникативная функция: организация рекламных кампаний, установление связей с внешним окружением образовательной организации.
4. Инновационная функция: реализация научно-исследовательских проектов, создание новых образовательных продуктов и модернизация существующих услуг [5].

Традиционными объектами маркетинга являются товары, услуги и идеи. В контексте образования эти категории приобретают особую значимость. К основным объектам относятся:

- Территории: важную роль играют местоположение образовательного учреждения и условия проживания студентов.
- Товары: включают как инвестиции в образование (оборудование, материалы), так и продукцию, создаваемую сотрудниками и студентами.

Особое внимание уделяется маркетингу образовательных услуг, который характеризуется рядом специфичных черт:

- Нематериальность: до момента приобретения образовательные услуги неосязаемы, что требует тщательной проработки параметров услуги и наглядного представления.
- Неотделимость от субъекта: процесс предоставления образовательных услуг тесно связан с индивидуальными качествами преподавателей и специалистов, что влияет на восприятие качества предоставляемого продукта.
- Несохраняемость: невозможность хранения образовательных услуг впрок, однако возможность сохранения учебной информации на материальных носителях смягчает этот аспект [4].

Ассортимент образовательных услуг чрезвычайно широк и классифицируется согласно Международной стандартной классификации образования (МСКО). Эта система используется для сбора и анализа статистической информации на национальном и международном уровнях. Она основана на различных этапах и программах образования, нацеленных на подготовку учащихся к дальнейшему обучению, профессиональной деятельности или повышению общего уровня знаний [3]. Образовательные учреждения играют ведущую роль в формировании и продвижении образовательных услуг. Они обеспечивают передачу знаний, навыков и компетенций, оказывают сопутствующие образовательные услуги, способствуют развитию личности учащихся и выступают посредниками между обучающимися и работодателями. Посреднические организации пока не оказывают значительного влияния на рынок образовательных услуг, однако они занимаются предоставлением информации о состоянии рынка, рекламной деятельностью, юридической поддержкой, аккредитацией образовательных учреждений и поиском каналов сбыта [10].

Современный мир стремительно меняется, и сфера образования не остается в стороне от этих трансформаций. В последние годы мы наблюдаем ряд значимых тенденций, которые определяют вектор развития маркетинга образовательных услуг. Рассмотрим наиболее заметные из них.

1. Персонализация образовательных предложений

Персонализированный подход становится ключевым элементом современного маркетинга. Образовательные учреждения всё чаще стремятся предложить своим клиентам уникальные программы, адаптированные под индивидуальные потребности каждого студента. Использование больших данных и аналитических инструментов позволяет образовательным организациям лучше понимать интересы и предпочтения своих клиентов, что помогает создавать более релевантные учебные курсы и предлагать актуальные дополнительные сервисы.

Примером персонализации может служить внедрение индивидуальных учебных планов, основанных на результатах тестирования способностей студентов. Такие планы помогают учащимся выбирать именно те дисциплины и направления, которые соответствуют их карьерным целям и интересам.

2. Цифровые платформы и онлайн-обучение

Цифровая трансформация стала одним из главных драйверов изменений в образовании. Онлайн-курсы, вебинары и массовые открытые онлайн-курсы (MOOCs) завоевали огромную популярность среди широкой аудитории. Платформы вроде Coursera, Udemy и EdX предлагают тысячи курсов от ведущих университетов мира, делая качественное образование доступным для миллионов людей.

Помимо зарубежных платформ, в России также существует множество цифровых образовательных ресурсов, предлагающих широкий выбор курсов. Среди популярных отечественных платформ можно выделить:

1. Stepik — платформа, на которой представлены курсы по различным направлениям, от программирования до гуманитарных наук. Stepik сотрудничает с ведущими российскими вузами и компаниями, такими как Яндекс и Сбер.
2. Открытое образование — проект, созданный на базе российских вузов, таких как МГУ, СПбГУ и МФТИ. Здесь можно найти бесплатные курсы по разным дисциплинам, начиная от математики и заканчивая искусством.
3. GeekBrains — один из крупнейших игроков на российском рынке онлайн-образования, специализирующийся на IT-направлениях. Платформа предлагает курсы по программированию, дизайну, управлению проектами и другим востребованным профессиям.
4. Универсариум — образовательная платформа, предлагающая доступ к лекциям и семинарам от известных российских учёных и педагогов. Курсы охватывают широкий спектр дисциплин, от естественных наук до истории и культуры.
5. Нетология — ещё одна популярная российская платформа, ориентированная на профессиональное развитие. Нетология предлагает курсы по маркетингу, менеджменту, IT и другим актуальным направлениям.

Эти отечественные платформы предоставляют пользователям доступ к качественному образованию, позволяя учиться в удобное время и выбирать курсы, соответствующие их интересам и профессиональным целям.

Образование теперь выходит за рамки традиционных аудиторий и временных ограничений. Пользователи могут учиться в удобное для себя время и месте, выбирая интересующие их предметы независимо от географического положения. Многие российские университеты также интегрируют подобные платформы в свои образовательные программы, предлагая смешанные формы обучения (blended learning).

3. Искусственный интеллект и машинное обучение

Искусственный интеллект оказывает значительное влияние на современную систему университетского образования, открывая новые перспективы для оптимизации учебного процесса и повышения его эффективности. Одним из основных направлений применения AI является индивидуализация обучения, позволяющая студентам выстраивать уникальные образовательные траектории, соответствующие их интересам и способностям. Алгоритмы машинного обучения анализируют успехи и предпочтения

учащихся, рекомендуя подходящие курсы и учебные материалы, что делает процесс обучения более целенаправленным и продуктивным.

Еще одно важное направление — автоматизация оценки студенческих работ. AI-системы способны быстро и точно проверять письменные задания, тесты и эссе, освобождая преподавателей от значительной части рутины и позволяя сосредоточиться на более творческих аспектах педагогической деятельности. Помимо этого, искусственный интеллект активно применяется для создания умных ассистентов и наставников, которые могут оказывать поддержку студентам в режиме реального времени, отвечать на вопросы и предоставлять полезные рекомендации по изучению материала [7].

Анализ данных о поведении студентов в ходе обучения помогает прогнозировать возможные проблемы и своевременно принимать меры для их устранения. AI может отслеживать академическую активность учащихся, предупреждать о возможных трудностях и предлагать способы улучшения ситуации, что способствует поддержанию высокого уровня успеваемости. Оптимизация расписания и распределение ресурсов также находятся в зоне ответственности искусственного интеллекта, который может предложить наиболее удобные варианты проведения занятий и консультаций, учитывая предпочтения студентов и преподавателей.

Тестирование с использованием AI становится более гибким и справедливым благодаря адаптации сложности вопросов к уровню знаний студента. Это создает более объективную картину успеваемости и способствует формированию честной системы оценивания. Искусственный интеллект также участвует в создании персонализированных учебных материалов, которые учитывают индивидуальные особенности восприятия информации каждым студентом, предлагая им наиболее подходящие форматы обучения.

Важным направлением является поддержка научных исследований. AI-инструменты для обработки данных и моделирования помогают ускорить проведение экспериментов и повысить точность получаемых результатов, что особенно актуально в технических и естественно-научных дисциплинах. Мониторинг эмоционального состояния студентов на основе их активности в цифровой среде позволяет оперативно реагировать на стрессовые ситуации и сниженную мотивацию, оказывая своевременную психологическую поддержку. Наконец, искусственный интеллект способствует повышению доступности образования, предлагая решения для студентов с особыми потребностями. Так, системы распознавания речи и голосовые ассистенты облегчают восприятие учебного материала для слабослышащих и слабовидящих студентов, делая образование более инклюзивным.

4. Геймификация учебного процесса

Геймификация становится неотъемлемой частью современного образовательного процесса, привлекая студентов и повышая их мотивацию к обучению. Введение игровых элементов, таких как виртуальные квесты, соревновательные задания и рейтинговые системы, делает процесс получения знаний более увлекательным и стимулирует учащихся к достижению высоких результатов. Студенты вовлекаются в учебный процесс, соревнуясь друг с другом, зарабатывая баллы и получая награды за свои достижения, что усиливает их заинтересованность и приверженность обучению.

Особенно эффективна геймификация в работе с детьми и подростками, однако она находит свое применение и в университетской среде. Внедрение игровых механик в университетские курсы помогает студентам сохранять высокий уровень концентрации и интереса к изучаемым предметам, создавая атмосферу, в которой учеба воспринимается как захватывающее приключение [2]. Таким образом, геймификация способствует повышению вовлеченности и мотивации, что ведет к более глубокому усвоению материала и лучшим академическим результатам.

5. Социальные сети и инфлюенсеры

Социальные медиа становятся мощным каналом для продвижения образовательных услуг. Российские университеты и колледжи активно используют такие платформы, как ВКонтакте, Одноклассники, Telegram и RuYouTube, чтобы привлечь новую аудиторию. Молодежь предпочитает получать информацию через короткие видеоролики и посты, что делает социальные сети идеальным местом для демонстрации возможностей учебных заведений.

Кроме того, образовательные бренды всё чаще сотрудничают с блогерами и инфлюенсерами, чтобы привлечь внимание к своим программам. Инфлюенсеры делятся своими успехами в учёбе, рассказывают о преимуществах конкретных курсов и привлекают подписчиков к участию в образовательных инициативах.

Эти тенденции отражают стремление образовательных учреждений соответствовать требованиям современного мира. Используя новейшие технологии и креативные подходы, они привлекают больше студентов и укрепляют своё положение на рынке. В условиях высокой конкуренции персонализация, цифровизация и интерактивность становятся основными инструментами успеха. Образовательные организации, которые следуют современным трендам, имеют больше шансов завоевать доверие и лояльность своей аудитории.

Заключение. В данной статье были рассмотрены ключевые аспекты маркетинга образовательных услуг, подчеркивающие его важность в современном мире. Современные образовательные учреждения сталкиваются со множеством вызовов, требующих инновационных подходов для обеспечения своего устойчивого развития. Применение маркетинговых инструментов позволяет образовательным организациям позиционировать себя на рынке, достигать конкурентных преимуществ и становиться ближе к своей целевой аудитории.

Одной из центральных тем статьи стало значение геомаркетинга в пространственном распределении образовательных процессов. Также было отмечено, что использование информационных технологий и когнитивных моделей значительно улучшает понимание потребностей и поведения пользователей образовательных услуг.

Концептуальная основа маркетинга образовательных услуг строится на принципах системного подхода и системного анализа, что способствует созданию интегрированных технологических решений и достижению эмерджентности. Важнейшими функциями маркетинга являются исследовательская, организационная, коммуникативная и инновационная, каждая из которых направлена на эффективное взаимодействие с потребителями и достижение стратегических целей.

Также были проанализированы основные объекты маркетинга, включая территории, товары и образовательные услуги, а также их специфические черты, такие как нематериальность, неотделимость от субъекта и несохраняемость.

Рассмотрены современные тенденции, влияющие на развитие маркетинга образовательных услуг, включая персонализацию образовательных предложений, цифровые платформы и онлайн-обучение, искусственный интеллект и машинное обучение, геймификацию учебного процесса, а также социальные сети и инфлюенсеров. Эти тенденции способствуют улучшению качества образования, увеличению доступности и привлекательности образовательных услуг.

Таким образом, маркетинг образовательных услуг представляет собой сложную и динамичную систему, которая требует постоянного совершенствования и адаптации к изменяющимся условиям рынка. Только те образовательные учреждения, которые успешно интегрируют современные технологии и подходы, смогут сохранить свою конкурентоспособность и внести значительный вклад в развитие общества.

Список литературы:

1. Болбаков Р.Г., Раев В.К. Моделирование когнитивной семантики образовательных информационных систем // Информатизация образования и науки. 2013. № 1(17). С. 91–102.
2. Габдулхаков В.Ф., Галимова Э.Г. Цифровая педагогика и геймификация образования в университетах// Образование и саморазвитие. 2014. № 4 (42). С. 37-43.
3. Груздев В.М., Золоторёва А.В. Модель формирования образовательного комплекса региона // Ярославский педагогический вестник. 2015. № 5. С. 8–13.
4. Захарова И.В. Маркетинг образовательных услуг. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 170 с.
5. Лухменёва Е.П., Калиева О.М. Особенности формирования и продвижения бренда вуза // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 13 (149). С. 228–231.
6. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. М.: Просвещение, 2005. 264 с.
7. Моисеенко Н.А., Цуев М.М., Саратова Э.Х. Большие данные и некоторые возможности их применения // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2023. Т. 19. № 3 (33). С. 15-23.
8. Цветков В.Я. Геомаркетинг: Прикладные задачи и методы. М.: Финансы и статистика, 2002. 240 с.
9. Цыбина О.Ю. К вопросу о формировании маркетинга образовательных услуг в России // Самарский научный вестник. 2013. № 3 (4). С. 77–78.
10. Филимонцева Е.М. Образовательная услуга как ключевой элемент сферы образования // Известия СКФУ. 2014. № 1 (29)

УДК 339.97

Баялиев Руслан Орумбаевич
Магистрант 2-курс
Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева
(г. Астана, Казахстан)

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕАЭС И КАЗАХСТАНА

Аннотация: В условиях усиления глобальных экономических трансформаций и геополитической нестабильности региональная интеграция приобретает всё большее значение. Евразийский экономический союз (ЕАЭС), созданный в 2015 году, стал одним из наиболее амбициозных проектов постсоветского пространства, нацеленным на формирование единого экономического пространства и углубление торгово-экономических связей между государствами-участниками. Для Республики Казахстан участие в ЕАЭС представляет собой как возможности, так и вызовы в сфере внешнеэкономической деятельности, конкурентоспособности и национальной торговой политики.

Ключевые слова: Евразийский экономический союз, торговля, внешней торговли

За последние десять лет Казахстан активно взаимодействует со странами-участницами Союза, включая Россию, Беларусь, Армению и Киргизию. В то же время, динамика внешней торговли, темпы экономического роста и структура экспорта-импорта отражают неоднозначные тенденции, во многом обусловленные внутренними экономическими факторами и внешними шоками - такими как санкционная политика, нестабильность цен на сырьевые ресурсы и последствия пандемии COVID-19.

Таким образом, необходимость комплексной оценки торгово-экономического развития в рамках ЕАЭС с акцентом на положение Казахстана становится особенно актуальной. Исследование позволит выявить как достигнутые результаты, так и структурные ограничения, влияющие на эффективность интеграционного взаимодействия.

Торгово-экономическое развитие представляет собой совокупность количественных и качественных изменений, отражающих устойчивое расширение объемов внешней торговли, улучшение структуры экспортно-импортных операций, рост валового внутреннего продукта (ВВП), а также повышение конкурентоспособности экономики на внешних рынках. В условиях региональной интеграции данный процесс приобретает дополнительные характеристики, связанные с институциональным сближением стран-участниц, унификацией экономической политики и формированием общего экономического пространства.

Региональная интеграция, согласно определению Балассы (Balassa, 1961), представляет собой процесс сближения национальных экономик с целью достижения более высокой степени координации и взаимозависимости. В экономической литературе выделяют несколько форм интеграции: зона свободной торговли, таможенный союз, общий рынок, экономический и валютный союз. ЕАЭС, согласно своему уставу, представляет собой экономический союз, предполагающий наличие не только свободной

торговли, но и координации в макроэкономической, валютной, промышленной и других сферах.

Таким образом, торгово-экономическое развитие стран-участниц интеграционного объединения рассматривается как результат синергии внутренних реформ и внешнего взаимодействия, обеспечивающий увеличение взаимной торговли, инвестиционной активности и повышение устойчивости национальных экономик.

Республика Казахстан является одним из основателей Евразийского экономического союза, официально вступив в него с 1 января 2015 года. Основной целью участия страны в этом интеграционном объединении является расширение рынков сбыта, повышение конкурентоспособности казахстанской продукции, развитие промышленной кооперации и логистики, а также повышение устойчивости экономики за счёт диверсификации торговых потоков.

-Основные направления интеграционного сотрудничества включают:

-Устранение барьеров во взаимной торговле;

-Гармонизацию технических регламентов и санитарных норм;

-Обеспечение свободного движения товаров, услуг, капитала и рабочей силы;

-Развитие совместной промышленной и аграрной политики.

Казахстан, обладая географическим положением между Китаем, Россией и странами Центральной Азии, рассматривает ЕАЭС как стратегическую платформу для включения в трансрегиональные цепочки поставок и развития экспортного потенциала.

Таблица 1. Динамика внешней торговли Казахстана со странами ЕАЭС (2015–2024 гг.)

Год	Экспорт (млрд $)	Импорт (млрд $)	Торговый баланс
2015	5.2	9.8	-4.6
2016	5.7	10.3	-4.6
2017	6.9	12.1	-5.2
2018	7.8	14.0	-6.2
2019	8.3	15.1	-6.8
2020	7.5	13.7	-6.2
2021	9.6	17.3	-7.7
2022	11.2	18.5	-7.3
2023	11.6	18.9	-7.3
2024	10.98	19.47	-8.5

Источник: stat.gov.kz

Торгово-экономическое сотрудничество Казахстана со странами Евразийского экономического союза демонстрирует устойчивую положительную динамику. Особенно заметен рост внешнеторгового оборота после 2021 года, что связано как с восстановлением экономической активности после пандемии COVID-19, так и с усилением интеграционных процессов внутри ЕАЭС. Согласно статистическим данным Комитета по статистике МНЭ РК, с 2021 по 2023 год объёмы взаимной торговли увеличились более чем на 20%, что свидетельствует об укреплении экономических связей и увеличении спроса на товары и услуги внутри союза.

В то же время наблюдается значительное превышение объёмов импорта над экспортом, что указывает на наличие устойчивого торгового дефицита с партнёрами по ЕАЭС. Казахстан ввозит из стран союза широкий спектр продукции — от машин и оборудования до продуктов химической промышленности. В то время как экспорт из Казахстана остаётся преимущественно сырьевым, ограниченным минеральными ресурсами, металлами и сельскохозяйственной продукцией. Такая структура внешней торговли порождает определённые риски, связанные с зависимостью от импорта в высокотехнологичных секторах и снижением конкурентоспособности отечественной промышленности.

Наибольшая доля во взаимной торговле приходится на Российскую Федерацию, которая формирует более 90% общего товарооборота Казахстана в рамках ЕАЭС. Это обусловлено как территориальной близостью и исторически сложившимися связями, так и масштабами российской экономики, её производственными возможностями и наличием разветвлённой логистической инфраструктуры. Несмотря на усилия по расширению торговых отношений с другими странами союза - Беларусью, Кыргызстаном и Арменией - экономическое взаимодействие с ними по-прежнему остаётся ограниченным.

Таким образом, несмотря на положительные тенденции в общем объёме торговли, структура и характер этих отношений требуют дополнительного анализа и пересмотра с целью улучшения торгового баланса, повышения доли продукции с высокой добавленной стоимостью и развития промышленной кооперации в рамках ЕАЭС.

В заключении в условиях современной трансформации мировой экономики и геополитических вызовов участие Казахстана в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) представляет собой как важный инструмент углубления интеграционных связей, так и источник новых вызовов для национальной экономики.

За последние десять лет Казахстан добился значительного роста товарооборота с партнёрами по ЕАЭС, особенно с Российской Федерацией. Однако сохраняются проблемы торгового дисбаланса, сырьевой направленности экспорта и ограниченной диверсификации внешнеэкономических связей.

На основе проведённого анализа можно выделить следующие ключевые выводы:

Казахстан остаётся активным участником ЕАЭС, при этом внешнеторговый оборот со странами союза стабильно растёт.

Основным торговым партнёром Казахстана остаётся Россия, что влечёт за собой зависимость от её экономической политики и конъюнктуры.

Существует потенциал для увеличения экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью, особенно при усилении промышленной кооперации и улучшении инфраструктуры.

Для устойчивого развития необходимо стимулировать внутренние реформы, направленные на поддержку инновационных отраслей, малых и средних предприятий и укрепление торгово-институциональной базы.

Рекомендации включают: диверсификацию экспортных рынков, снижение барьеров во взаимной торговле, развитие цифровой инфраструктуры и активизацию международного сотрудничества за пределами ЕАЭС при сохранении активного участия в интеграционных процессах.

Таким образом, ЕАЭС может стать для Казахстана платформой не только для торговли, но и для модернизации экономики, если будет реализована целенаправленная национальная стратегия участия в союзных инициативах.

Список литературы:

1. Комитет по статистике МНЭ РК. Внешняя торговля Республики Казахстан. https://stat.gov.kz
2. Евразийская экономическая комиссия. Официальные отчеты и аналитика. https://eec.eaeunion.org
3. Национальный банк Республики Казахстан. Статистика внешнеэкономической деятельности. https://nationalbank.kz
4. Доклад ООН о торговле и развитии (UNCTAD). World Investment Report 2023.
5. Таможенные службы стран ЕАЭС. Ежегодные обзоры внешней торговли.
6. Ашимбаев Т.А. "Экономика Казахстана: вызовы интеграции". Алматы, 2021.

УДК 341.1/8

Құдабай Сұлтанбек Құдабайұлы
магистрант 2 курса Высшей школы права
Maqsut Narikbayev University
по специальности «Международное право»,
Эксперт ДГРНПА Министерства юстиции РК

Научный руководитель: Абай Абылайұлы, PhD
Assistant Professor

АНАЛИЗ ИМПЛЕМЕНТИРУЕМОСТИ ПРАКТИКИ ЕСПЧ ПО ЗАПРЕЩЕНИЮ ПЫТОК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация: Настоящая научная статья подготовлена в рамках магистерской диссертации «Ратификация Республикой Казахстан Европейской конвенции по правам человека: перспективы и вызовы» и посвящена анализу имплементируемости практики Европейского суда по правам человека (ЕСПЧ) по статье 3 Европейской конвенции по правам человека (ЕКПЧ).

С учетом абсолютного характера запрета пыток в юриспруденции ЕСПЧ и провозглашенного Казахстаном курса на интеграцию в международную правозащитную систему (в том числе европейскую), данная статья направлена на всестороннюю оценку степени соответствия национального законодательства и правоприменительной практики Республики Казахстан стандартам статьи 3 Европейской конвенции по правам человека. В фокусе исследования находятся ключевые компоненты позитивных обязательств государства, сформулированных в практике ЕСПЧ, включая предотвращение жестокого и унижающего достоинство обращения, обеспечение эффективных и независимых расследований, функционирование национального превентивного механизма, а также соблюдение принципа non-refoulement, имеющего безусловный характер.

На основе анализа ключевых прецедентов ЕСПЧ и решений договорных органов ООН в отношении Казахстана делается вывод о наличии формальных правовых гарантий в казахстанском праве при наличии значительных вызовов в части их практической реализации. Полученные результаты важны для определения необходимых направлений повышения эффективности национальной системы защиты прав человека, а также для оценки положительного влияния потенциального присоединения к ЕКПЧ на процесс искоренения пыток.

Ключевые слова: практика ЕСПЧ, статья 3, ЕКПЧ, запрет пыток, имплементация, позитивные обязательства, Республика Казахстан, эффективное расследование.

Введение

Запрет пыток, бесчеловечного или унижающего достоинство обращения или наказания является одной из фундаментальных норм современного международного права, признанной в качестве *jus cogens* и закрепленной в ключевых универсальных и региональных договорах[1]. Одно из центральных мест в европейской системе защиты прав человека занимает статья 3 Европейской конвенции по правам человека[2], которая

[1] См. напр. Manfred Nowak and Elizabeth McArthur, The United Nations Convention Against Torture: A Commentary (OUP 2008) 38-45.
[2] European Convention on Human Rights (adopted 4 November 1950, entered into force 3 September 1953) 213 UNTS 221 (ECHR) art 3.

формулирует этот запрет в абсолютных терминах. Европейский суд по правам человека в своей обширной практике подчеркивает, что статья 3 воплощает одну из базовых ценностей демократических обществ[3].

Актуальность исследования имплементируемости стандартов статьи 3 ЕКПЧ в Республике Казахстан обусловлена несколькими факторами. Во-первых, Казахстан является участником Конвенции ООН против пыток (UNCAT)[4] и Факультативного протокола к ней[5], демонстрируя приверженность международным стандартам в этой области. о-вторых, Казахстан последовательно реализует курс на укрепление правозащитных институтов и принципов верховенства права, провозглашённый в рамках концепции «Справедливого Казахстана»[6], в которой особо акцентирована необходимость внедрения системного подхода к расследованию преступлений, связанных с пытками. Это обуславливает потребность в дальнейшем рассмотрении и внедрении передовых международных стандартов в национальную правовую систему. Задачи по построению справедливого и подотчетного государства напрямую связаны с обеспечением эффективной защиты граждан от произвола и жестокого обращения со стороны представителей власти, что делает стандарты ЕКПЧ особенно релевантными для Казахстана. В-третьих, заявленный Казахстаном стратегический курс на развитие сотрудничества с европейскими институтами, среди которых особо выделяется Совет Европы[7]. На этом фоне вопрос о готовности Казахстана к ратификации ЕКПЧ приобретает особую значимость, поскольку статья 3, обладая фундаментальным характером, определяет минимальные стандарты уважения человеческого достоинства и служит отправной точкой для оценки правозащитных механизмов государства.

Хотя в Республике Казахстан формально закреплён запрет пыток и действуют соответствующие институциональные механизмы, международные наблюдатели, включая Комитет ООН против пыток (CAT), продолжают указывать на системные проблемы в обеспечении эффективной защиты от пыток и жестокого обращения[8]. Это указывает на возможный разрыв между формальными правовыми гарантиями и их реальным применением на практике. Несмотря на обширную и постоянно развивающуюся прецедентную практику ЕСПЧ, в отечественной научной литературе, посвящённой взаимодействию Казахстана с европейскими правозащитными системами, комплексный анализ практической имплементации стандартов ЕСПЧ, в частности по запрещению пыток, на данный момент остаётся недостаточно разработанным. Существующие исследования чаще затрагивают общие вопросы сотрудничества с Советом Европы или анализ законодательства, тогда как эмпирическая оценка

[3] *Selmouni v France* (1999) 29 EHRR 403, para 95; *Al-Adsani v United Kingdom* (2001) 34 EHRR 11, para 59.

[4] Convention against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment (adopted 10 December 1984, entered into force 26 June 1987) 1465 UNTS 85 (UNCAT).

[5] Optional Protocol to the Convention against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment (adopted 18 December 2002, entered into force 22 June 2006) 2375 UNTS 237. Ратифицирован Законом РК от 26 июня 2008 г. № 48-IV.

[6] Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Новый Казахстан: Путь обновления и модернизации» (16 марта 2022 года) <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-163005> дата обращения 20 апреля 2025. См. также Концепция правовой политики Республики Казахстан до 2030 года, утвержденная Указом Президента РК от 15 октября 2021 года № 674).

[7] Концепция внешней политики Республики Казахстан на 2020–2030 годы, утвержденная Указом Президента РК от 6 октября 2020 года № 429, глава 5, пункт 4.7.

[8] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023) paras 7-16.

практических аспектов имплементации прецедентного права ЕСПЧ по конкретным статьям ЕКПЧ, таким как статья 3, требует дальнейшего внимания.

Целью настоящей статьи является проведение такого анализа и оценка степени имплементируемости практики ЕСПЧ по запрещению пыток в правовой системе и правоприменительной практике Республики Казахстан. Подобный анализ представляется необходимым не только для выявления текущих вызовов, но и для более глубокого понимания потенциальных последствий и перспектив возможной ратификации ЕКПЧ для национальной системы защиты прав человека. Для достижения этой цели в статье последовательно рассматриваются ключевые материальные и процессуальные стандарты ЕСПЧ по статье 3, анализируется релевантное национальное законодательство и практика РК в сфере запрета пыток, после чего проводится их сопоставление для оценки степени имплементируемости.

Запрет пыток в практике Европейского суда по правам человека

Статья 3 Европейской конвенции по правам человека воспринимается как один из ключевых компонентов в конвенционной системе защиты, закрепляя одно из наиболее фундаментальных прав[9]. Ее лаконичное содержание — *«никто не должен подвергаться ни пыткам, ни бесчеловечному или унижающему достоинство обращению или наказанию»*[10] – устанавливает абсолютный запрет, не допускающий каких-либо ограничений или отступлений, даже в условиях войны или чрезвычайного положения[11]. Этот запрет рассматривается Судом как основополагающая ценность демократических обществ[12].

Абсолютность запрета означает недопустимость каких-либо оправданий его нарушения, включая борьбу с терроризмом, обеспечение общественного порядка или иные чрезвычайные обстоятельства[13]. Этот запрет неразрывно связан с уважением человеческого достоинства. Для того чтобы жестокое обращение подпадало под действие статьи 3, оно должно достигать определенного *«минимального уровня жестокости»* (*minimum level of severity*). Оценка этого порога, как указал Суд еще в знаковом деле *Ireland v United Kingdom*, носит контекстуальный характер и зависит от совокупности факторов: продолжительности, физических и психологических последствий, возраста, пола и состояния здоровья жертвы[14].

Несмотря на то, что статья 3 охватывает три формы недопустимого обращения — пытки, бесчеловечное и унижающее достоинство обращение — ЕСПЧ проводит между ними чёткие разграничения, главным образом по критерию степени страданий[15]. *Пытки (torture)* представляют собой наиболее тяжкую форму жестокого обращения. Суд определяет пытки как «умышленное бесчеловечное обращение, вызывающее очень серьезные и жестокие страдания»[16], зачастую сопровождаемое целью, такой как получение информации или запугивание[17]. Важно отметить, что Суд признает

[9] См. напр. *Soering v United Kingdom* (1989) 11 EHRR 439, para 88; см. также Ovey C and White RCA, *Jacobs, White & Ovey: The European Convention on Human Rights* (8th edn, OUP 2020) ch 7.
[10] ECHR, art 3.
[11] ECHR, art 15.
[12] *Selmouni v France* (1999) 29 EHRR 403, para 95.
[13] *Chahal v United Kingdom* (1996) 23 EHRR 413, para 79; *Saadi v Italy* (2008) 49 EHRR 30, para 138.
[14] *Ireland v United Kingdom* App no 5310/71 (ECtHR, 18 January 1978), para 162.
[15] ibid para 167.
[16] ibid. См. также *Aksoy v Turkey* (1996) 23 EHRR 553, para 63.
[17] См. UNCAT, art. 1(1). ЕСПЧ часто ссылается на это определение, см. напр. *Selmouni v France* (1999) 29 EHRR 403, para 96.

эволютивный характер толкования Конвенции, и то, что ранее могло считаться бесчеловечным обращением, со временем может быть квалифицировано как пытка в свете повышения стандартов защиты прав человека[18].

Бесчеловечное обращение (*inhuman treatment*) определяется как обращение, причиняющее лицу сильные физические или психические страдания, достигающее минимального уровня жестокости, но не обязательно характеризующееся особой жестокостью или целью, присущей пыткам[19]. К числу таких примеров можно отнести продолжительное лишение сна, пищи или содержание в условиях, вызывающих тяжёлые страдания[20]. Унижающее достоинство обращение *(degrading treatment),* в свою очередь, представляет собой обращение, вызывающее у жертвы чувства страха, тревоги и собственной неполноценности, способные унизить и оскорбить ее и, возможно, сломить ее моральное и физическое сопротивление[21]. Основной акцент делается на унижении личности и посягательстве на ее достоинство, даже если физическая или душевная боль не достигают высокой интенсивности[22].

Запрет, сформулированный в статье 3, охватывает как негативные, так и позитивные обязательства государства[23]. Последние включают как материальные, так и процессуальные аспекты. В рамках материальных обязательств государство обязано обеспечить надлежащую правовую базу, криминализирующую пытки, в том числе со стороны частных лиц[24], принимать превентивные меры в отношении лиц, находящихся под угрозой жестокого обращения[25], а также поддерживать условия содержания под стражей, соответствующие человеческому достоинству[26]. Эта ответственность государства проистекает из его контроля над ситуацией и уязвимости лиц, находящихся в его власти. Государство обязано демонстрировать, что оно предприняло все разумные шаги для предотвращения рисков жестокого обращения и обеспечения условий, уважающих человеческое достоинство, поскольку именно на нем лежит бремя заботы о лицах, лишенных свободы.

Процессуальные позитивные обязательства включают обязанность проводить эффективное официальное расследование всех заслуживающих доверия заявлений о жестоком обращении со стороны государственных агентов[27]. Такое расследование должно быть быстрым, независимым, беспристрастным и обеспечивать как участие потерпевших, так и общественный контроль[28]. К числу обязательств также относится соблюдение принципа *non-refoulement*, то есть недопустимости высылки или экстрадиции лиц в государства, где существует серьёзный риск подвергнуться пыткам

[18] *Selmouni v France* (1999) 29 EHRR 403, para 101.
[19] *Ireland v United Kingdom* App no 5310/71 (ECtHR, 18 January 1978), para 167; см. также *Kudla v Poland* (2000) 35 EHRR 11, para 92 (о психических страданиях).
[20] См. напр. *Kalashnikov v Russia* (2002) 36 EHRR 34 (условия содержания).
[21] *Ireland v United Kingdom* App no 5310/71 (ECtHR, 18 January 1978), para 167; *Price v United Kingdom* (2001) 34 EHRR 53, para 30.
[22] См. *Tyrer v United Kingdom* (1978) 2 EHRR 1, para 30 (о телесных наказаниях).
[23] См. напр. *Edwards v United Kingdom* App no 13071/87 (Commission Decision, 10 July 1991); *Assenov and Others v Bulgaria* (1998), 28 EHRR 652.
[24] *Z and Others v United Kingdom* (2001) 34 EHRR 3, paras 73-75;
[25] *Osman v United Kingdom* (1998) 29 EHRR 245, paras 115-116 (применимо по аналогии к риску по статье 3); *Opuz v Turkey* (2009) 50 EHRR 28, paras 128-132 (в контексте домашнего насилия).
[26] *Kalashnikov v Russia* (2002) 36 EHRR 34; *Muršić v Croatia* (2016) 65 EHRR 16.
[27] *Labita v Italy* (2000) 33 EHRR 25, para 131; *Assenov and Others v Bulgaria* (1998), 28 EHRR 652, para 102.
[28] *McKerr v United Kingdom* (2001) 34 EHRR 20, paras 111-115; *Mustafa Tunç and Fecire Tunç v Turkey* (2014) 59 EHRR 14, paras 171-182.

или бесчеловечному обращению[29]. Данный запрет является абсолютным и применяется вне зависимости от поведения или предполагаемых преступлений лица[30].

Таким образом, практика ЕСПЧ по статье 3 Конвенции выстраивает строгий и всеобъемлющий режим защиты, в рамках которого государства обязаны не только воздерживаться от пыток, но и активно предотвращать их, а также эффективно расследовать и устранять последствия таких нарушений.

Запрещение пыток в правовой системе Республики Казахстан

Правовая система Казахстана включает в себя нормативные и институциональные основы, направленные на запрещение пыток и других видов жестокого обращения, что отражает международные обязательства страны, в первую очередь по UNCAT.

Основополагающей гарантией является статья 17 Конституции РК, которая провозглашает неприкосновенность достоинства человека и прямо устанавливает, что *«никто не должен подвергаться пыткам, насилию, другому жестокому или унижающему человеческое достоинство обращению или наказанию»*[31]. Эта конституционная гарантия имеет наивысшую юридическую силу и соответствует абсолютному характеру запрета, закрепленного в статье 3 ЕКПЧ.

Уголовная ответственность за применение пыток предусмотрена статьей 146 Уголовного кодекса РК[32]. Диспозиция данной статьи определяет пытку как умышленное причинение физических и (или) психических страданий, совершенное должностным лицом или иным лицом с его ведома или согласия, с целью получения сведений, наказания, запугивания, принуждения или по мотивам дискриминации[33]. Это определение во многом коррелирует с положениями статьи 1 UNCAT[34]. Однако CAT продолжает выражать обеспокоенность тем, что национальная формулировка может не охватывать все элементы международного определения, особенно в связи с широким толкованием фразы о страданиях, вызванных «законными санкциями»[35]. Потенциальное сужение сферы охвата национального определения по сравнению со статьей 1 UNCAT может привести к ситуациям, когда деяния, признаваемые пыткой на международном уровне, не получают должной уголовно-правовой оценки внутри страны, способствуя безнаказанности.

Дополнительные процессуальные гарантии, направленные на защиту лиц от применения пыток, закреплены в Уголовно-процессуальном кодексе РК[36]. В частности, речь идет о праве на защиту с момента фактического задержания, праве на уведомление родственников, праве на незамедлительное медицинское освидетельствование, запрете на получение показаний с применением насилия, а также обязательной аудио- и видеофиксации следственных действий[37]. Тем не менее, как указывает CAT, несмотря на наличие таких положений, сохраняются проблемы с их эффективной реализацией на

[29] *Soering v United Kingdom* (1989) 11 EHRR 439, paras 90-91.
[30] *Chahal v United Kingdom* (1996) 23 EHRR 413, paras 79-80; *Saadi v Italy* (2008) 49 EHRR 30, para 138.
[31] Конституция РК ст. 17.
[32] *Уголовный кодекс Республики Казахстан* от 3 июля 2014 года № 226-V (УК РК), ст. 146.
[33] ibid.
[34] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023), para 7(a). См. также Статью 1(1) UNCAT.
[35] УК РК ст. 146 (примечание к статье).
[36] *Уголовно-процессуальный кодекс Республики Казахстан* от 4 июля 2014 года № 231-V (УПК РК).
[37] См. УПК РК, ст. 27 (Обеспечение прав на квалифицированную юридическую помощь), ст. 64 (Права подозреваемого), ст. 128 (Задержание), ст. 131 (Порядок задержания), ст. 13 (Уважение чести и достоинства личности), ст. 112 (Недопустимость доказательств, полученных незаконным путем), ст. 199 (Протокол допроса).

практике, включая задержки в предоставлении доступа к адвокату, отсутствие конфиденциальности при консультациях и несвоевременное разъяснение прав[38].

Особое значение в предупреждении пыток имеет функционирование Национального превентивного механизма (НПМ) [39], созданного в соответствии с обязательствами по Факультативному протоколу к UNCAT[40]. НПМ действует в рамках института Уполномоченного по правам человека и включает представителей гражданского общества. Его мандат охватывает регулярные превентивные визиты в учреждения, ограничивающие свободу передвижения[41]. В заключительных замечаниях CAT отмечается позитивная динамика, включая расширение мандата и увеличение бюджетного финансирования НПМ, но одновременно выразил обеспокоенность относительно его полной оперативной независимости, охвата мандатом всех мест принудительного содержания и недостаточной эффективности выполнения его рекомендаций государственными органами[42].

Несмотря на наличие законодательных и институциональных рамок, практическая ситуация с предотвращением пыток и реагированием на них в Казахстане вызывает серьезную обеспокоенность. Так, CAT указывает на «многочисленные и заслуживающие доверия сообщения» о пытках и жестоком обращении, особенно в контексте получения признательных показаний[43]. В частности, события января 2022 года стали критическим моментом, продемонстрировавшим системные изъяны: многочисленные задержания сопровождались заявлениями о применении пыток и чрезмерной силы со стороны правоохранительных органов[44]. Эти эпизоды получили широкое освещение в международных правозащитных докладах, подтверждающих масштабы нарушений[45]. Подобные события обнажают разрыв между существующими национальными механизмами и стандартом статьи 3 ЕКПЧ – абсолютным запретом пыток, не допускающим исключений ни по соображениям общественного порядка, ни в силу чрезвычайных обстоятельств, – что позволяет выявить ключевые вызовы для потенциального соответствия требованиям Конвенции.

Одной из ключевых нерешенных проблем остается отсутствие эффективного расследования жалоб на пытки. По данным CAT, подавляющее большинство уголовных дел по таким заявлениям не доходит до стадии судебного разбирательства, а количество осуждённых должностных лиц остается незначительным[46]. Среди основных причин указываются ненадлежащая регистрация жалоб, отказы в возбуждении дел, затягивание расследований и отсутствие подлинной независимости органов, проводящих расследование, что противоречит международным стандартам[47]. Сложившаяся практика,

[38] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023), para 11(a)-(b).
[39] Уголовно-исполнительный кодекс Республики Казахстан от 5 июля 2014 года № 234-V ЗРК (УИК РК) ст.39.
[40] Optional Protocol to the Convention against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment (adopted 18 December 2002, entered into force 22 June 2006) 2375 UNTS 237 (OPCAT).
[41] ibid.
[42] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023), paras 21-22.
[43] ibid, para 7.
[44] ibid para 8.
[45] См. напр. Human Rights Watch, *Kazakhstan: Justice Sought over January Crackdown* (17 January 2023) https://www.hrw.org/news/2023/01/17/kazakhstan-justice-sought-over-january-crackdown accessed 20 April 2025.
[46] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023), para 9(a)-(b).
[47] ibid para 9(c)-(e).

приводящая к фактической безнаказанности за пытки, не только нарушает права конкретных жертв на справедливость, но и создает опасный прецедент, подрывая доверие к правоохранительной системе и государству в целом, а также снижая сдерживающий эффект уголовного закона.

Дополнительные трудности связаны с неудовлетворительными условиями содержания в некоторых учреждениях (включая санитарное состояние и переполненность), случаями насилия между заключенными, ограниченным доступом к эффективным механизмам жалоб и отсутствием полноценной системы компенсации и реабилитации для жертв[48]. Кроме того, Казахстану настоятельно рекомендовано привести процедуры экстрадиции и депортации в полное соответствие с принципом non-refoulement, являющимся неотъемлемой частью статьи 3 ЕКПЧ[49].

Таким образом, анализ ситуации в Казахстане показывает значительный разрыв между формально закрепленными в законодательстве гарантиями запрета пыток и их практической реализацией, что создает серьезные вызовы для национальной системы защиты прав человека.

Сравнительный анализ и оценка имплементируемости

Анализ практики ЕСПЧ по статье 3 ЕКПЧ выявил абсолютный характер запрета пыток и жестокого обращения, а также комплекс строгих позитивных обязательств государств, включая обязанность предотвращать такое обращение, защищать лиц, находящихся под их юрисдикцией, и проводить эффективное расследование предполагаемых нарушений. Сопоставление этих высоких стандартов с законодательством и правоприменительной практикой Республики Казахстан показывает сложную картину. С одной стороны, Казахстан *de jure* закрепил основные гарантии запрета пыток на конституционном и законодательном уровнях. С другой стороны, анализ *de facto* ситуации, основанный в значительной степени на выводах САТ и сообщениях правозащитных организаций, выявляет существенный и системный разрыв между нормативными положениями и их реальной имплементацией, особенно в части выполнения позитивных обязательств.

Одним из наиболее значимых расхождений является невыполнение процессуального позитивного обязательства по проведению эффективного расследования заявлений о пытках и жестоком обращении. ЕСПЧ установил кумулятивные требования к такому расследованию: оно должно быть независимым (как институционально, так и на практике), тщательным, быстрым, способным установить факты и виновных, а также обеспечивать участие жертвы и достаточную степень общественного контроля[50].

Рассмотрение индивидуальных жалоб САТ против Казахстана ярко иллюстрирует наличие системных дефицитов в этой сфере, не соответствующих стандартам, сформулированным ЕСПЧ. В делах *Yevloyev v Kazakhstan*[51], *Bayramov v Kazakhstan*[52] и *Rakishev v Kazakhstan*[53] КПП ООН установил нарушения статей 12 (обязанность

[48] ibid paras 13, 15, 17, 19.
[49] ibid para 25.
[50] См. *Labita v Italy* (2000) 33 EHRR 25, para 131; *Assenov and Others v Bulgaria* (1998) 28 EHRR 652, para 102; *McKerr v United Kingdom* (2001) 34 EHRR 20, paras 111-115.
[51] *Yevloyev v Kazakhstan* Communication No 471/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/471/2011.
[52] *Bayramov v Kazakhstan* Communication No 466/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/466/2011.
[53] *Rakishev v Kazakhstan* Communication No 658/2015, Views adopted 7 December 2018, UN Doc CAT/C/65/D/658/2015.

проводить быстрое и беспристрастное расследование) и 13 (право на жалобу) UNCAT. Расследования по этим делам характеризовались значительными задержками, поверхностностью, отсутствием независимости (поскольку проводились теми же ведомствами, сотрудники которых обвинялись в пытках), и, как следствие, не приводили к установлению виновных и их наказанию. Подобная практика контрастирует с прецедентами ЕСПЧ, например, *Güleç v Turkey*[54] и *Batı v Turkey*[55], где Суд подчеркивал необходимость оперативного, беспристрастного и институционально независимого расследования.

Стандарты ЕСПЧ требуют от государств принятия разумных мер для защиты лиц от жестокого обращения, включая обязанность защищать от насилия со стороны частных лиц и обеспечивать безопасность лиц под стражей[56], и гарантировать, чтобы условия содержания под стражей не достигали уровня бесчеловечного или унижающего достоинство обращения[57]. Хотя законодательство РК формально предусматривает защиту прав задержанных и заключенных, обеспокоенность CAT относительно условий содержания в ряде учреждений, случаев насилия и смертей в местах лишения свободы[58] указывает на неполное выполнение этих материальных позитивных обязательств на практике, что расходится с требованиями ЕСПЧ, установленными в делах *Kalashnikov v Russia*[59] и *Muršić v Croatia*[60].

Абсолютный характер принципа *non-refoulement* по статье 3 ЕКПЧ, установленный ЕСПЧ в делах *Soering v United Kingdom*[61] и *Chahal v United Kingdom*[62], требует от государств тщательной оценки риска перед высылкой или выдачей лица в страну, где ему угрожают пытки или жестокое обращение. Выводы CAT о необходимости приведения казахстанской практики в соответствие с этим принципом[63]. Более того, решение Комитета по правам человека в деле *Arshidin Israil v Kazakhstan*[64], где экстрадиция лица в страну с высоким риском пыток была признана нарушением статьи 7 МПГПП[65]. Это свидетельствуют о потенциальной уязвимости Казахстана перед ЕСПЧ по статье 3 в этой части, если процедуры оценки риска не будут гарантировать абсолютную защиту.

Кроме того, согласно практике ЕСПЧ, сформированной в деле *Gäfgen v Germany*, любые доказательства, полученные в нарушение статьи 3, включая признания под пытками, являются недопустимыми[66]. В делах *Yevloyev* и *Bayramov* CAT отметил, что суды Казахстана не провели должной проверки утверждений заявителей о применении к

[54] *Güleç v Turkey* (1998) 28 EHRR 121.
[55] *Batı and Others v Turkey* App nos 33097/96 and 57834/00 (ECtHR, 3 June 2004).
[56] См. *Z and Others v United Kingdom* (2001) 34 EHRR 3; *Opuz v Turkey* (2009) 50 EHRR 28.
[57] *Kalashnikov v Russia* (2002) 36 EHRR 34; *Muršić v Croatia* (2016) 65 EHRR 16.
[58] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023), paras 13, 15, 17.
[59] *Kalashnikov v Russia* (2002) 36 EHRR 34.
[60] *Muršić v Croatia* (2016) 65 EHRR 16.
[61] *Soering v United Kingdom* (1989) 11 EHRR 439.
[62] *Chahal v United Kingdom* (1996) 23 EHRR 413.
[63] UN Committee against Torture (CAT), *Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan* (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023), para 25.
[64] *Arshidin Israil v Kazakhstan* Communication No 2708/2015, Views adopted 30 July 2021, UN Doc CCPR/C/132/D/2708/2015.
[65] International Covenant on Civil and Political Rights (adopted 16 December 1966, entered into force 23 March 1976) 999 UNTS 171 (ICCPR) art 7. (Аналог статьи 3 ЕКПЧ).
[66] См. напр. *Gäfgen v Germany* (2010) 52 EHRR 1.

ним пыток и допустили использование таких признаний в качестве доказательств[67]. Это свидетельствует о несоблюдении стандарта недопустимости, несмотря на его формальное закрепление в УПК РК. Допущение таких доказательств судами не только нарушает право обвиняемого на справедливое судебное разбирательство (пересечение со статьей 6 ЕКПЧ[68]), но и нивелирует сам запрет пыток, косвенно поощряя их применение для получения признаний.

Дополнительно ко всему, право на эффективное средство правовой защиты, включая компенсацию и реабилитацию, отмеченное ЕСПЧ в деле *Aksoy v Turkey*[69], реализуется в Казахстане недостаточно. CAT в делах *Yevloyev*, *Bayramov* и *Rakishev* пришёл к выводу о нарушении статьи 14 UNCAT в связи с отсутствием реального доступа к компенсации пострадавшим, что связано с тем, что виновные так и не были установлены[70].

Проведенный сравнительный анализ подтверждает вывод о существенном разрыве между формальными законодательными гарантиями и практической реализацией запрета пыток в Казахстане в контексте стандартов статьи 3 ЕКПЧ. Наиболее острые проблемы лежат в сфере выполнения позитивных обязательств государства, прежде всего – обязанности проводить эффективное расследование и бороться с безнаказанностью. Отсутствие независимого механизма расследования, сохраняющиеся проблемы с обеспечением процессуальных гарантий на практике, вопросы к соблюдению принципа *non-refoulement* и предоставлению адекватного возмещения жертвам являются ключевыми вызовами.

Исходя из этого, готовность Казахстана к немедленной и полной имплементации стандартов статьи 3 ЕКПЧ и соответствующей практики ЕСПЧ на данный момент представляется **ограниченной**. Преодоление этих системных проблем, как было выявлено, требует не просто законодательных уточнений, а глубоких институциональных реформ и изменения правоприменительной культуры, что является одним из центральных вызовов на пути к возможному присоединению к Конвенции.

Заключение

Настоящее исследование было посвящено анализу и оценке имплементируемости стандартов статьи 3 Европейской конвенции по правам человека, устанавливающей абсолютный запрет пыток, бесчеловечного и унижающего достоинство обращения, в правовой системе и правоприменительной практике Республики Казахстан. Проведенный анализ показал, что, несмотря на наличие в национальном законодательстве РК формальных гарантий, соответствующих основным положениям статьи 3 ЕКПЧ, включая конституционный запрет пыток и криминализацию таких деяний, их практическая реализация сталкивается с серьезными и системными вызовами.

Сопоставление ситуации в Казахстане с прецедентной практикой Европейского суда по правам человека и выводами Комитета ООН против пыток выявило существенные расхождения, прежде всего, в сфере выполнения государством своих

[67] *Yevloyev v Kazakhstan* Communication No 471/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/471/2011, para 8.8; *Bayramov v Kazakhstan* Communication No 466/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/466/2011, para 8.8.
[68] ECHR, art. 6.
[69] *Aksoy v Turkey* (1996) 23 EHRR 553.
[70] *Yevloyev v Kazakhstan* Communication No 471/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/471/2011, para 8.9; *Bayramov v Kazakhstan* Communication No 466/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/466/2011, 8.9; *Rakishev v Kazakhstan* Communication No 658/2015, Views adopted 7 December 2018, UN Doc CAT/C/65/D/658/2015, 8.9; См. также UNCAT, art. 14.

позитивных обязательств. Ключевой проблемой является неэффективность механизмов расследования заявлений о пытках и жестоком обращении, что подтверждается как данными международных органов о низком уровне привлечения виновных к ответственности, так и конкретными решениями CAT по жалобам против Казахстана. Отсутствие подлинно независимого органа расследования, затягивание процедур и недостаточная тщательность следственных действий приводят к фактической безнаказанности и подрывают суть процессуальных гарантий статьи 3 ЕКПЧ .
Кроме того, сохраняются вопросы относительно полного обеспечения защиты лиц от жестокого обращения на практике, соблюдения принципа *non-refoulement* и предоставления адекватного возмещения и реабилитации жертвам.

Сделанные выводы свидетельствуют об ограниченной готовности Казахстана к полной и эффективной имплементации стандартов статьи 3 ЕКПЧ *на практике*. Выявленные системные проблемы в правоприменении представляют собой не только серьезный вызов для национальной системы защиты прав человека, но и одно из ключевых препятствий на пути дальнейшего сближения с правовыми стандартами Совета Европы и гипотетической ратификации ЕКПЧ. Для реального прогресса в этой области Казахстану необходимо предпринять решительные шаги, направленные не столько на дальнейшее совершенствование законодательства, сколько на обеспечение его неукоснительного и эффективного применения.

Вместе с тем, рассматривая перспективы в контексте темы диссертации, нельзя не учитывать и потенциальное позитивное влияние возможного присоединения к ЕКПЧ. Можно предположить, что сам факт ратификации ЕКПЧ, подчинение юрисдикции ЕСПЧ и имплементация его практики могли бы стать дополнительным катализатором для преодоления выявленных в ходе исследования системных вызовов, таких как проблема безнаказанности и неэффективность расследований. В этом смысле, присоединение к ЕКПЧ может рассматриваться не только как вызов, но и как потенциальная возможность для укрепления запрета пыток в Казахстане, реализация которой, однако, потребует значительных усилий и политической приверженности со стороны государства.

Список литературы:

1. Nowak M and McArthur E, The United Nations Convention Against Torture: A Commentary (OUP 2008)
2. European Convention on Human Rights (adopted 4 November 1950, entered into force 3 September 1953) 213 UNTS 221
3. Selmouni v France (1999) 29 EHRR 403
4. Al-Adsani v United Kingdom (2001) 34 EHRR 11
5. Convention against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment (adopted 10 December 1984, entered into force 26 June 1987) 1465 UNTS 85
6. Optional Protocol to the Convention against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment (adopted 18 December 2002, entered into force 22 June 2006) 2375 UNTS 237
7. Токаев К-Ж, 'Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Новый Казахстан: Путь обновления и модернизации»' (16 марта 2022 года)

https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-163005 дата обращения 20 апреля 2025

8. Концепция правовой политики Республики Казахстан до 2030 года (утверждена Указом Президента РК от 15 октября 2021 года № 674)

9. Концепция внешней политики Республики Казахстан на 2020–2030 годы (утверждена Указом Президента РК от 6 октября 2020 года № 429)

10. Ireland v United Kingdom (1978) 2 EHRR 25

11. Конституция Республики Казахстан (принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года)

12. Уголовный кодекс Республики Казахстан от 3 июля 2014 года № 226-V

13. UN Committee against Torture (CAT), Concluding observations on the fourth periodic report of Kazakhstan (CAT/C/KAZ/CO/4, 15 December 2023)

14. Chahal v United Kingdom (1996) 23 EHRR 413

15. Saadi v Italy (2008) 49 EHRR 30

16. Kudla v Poland (2000) 35 EHRR 11

17. Aksoy v Turkey (1996) 23 EHRR 553

18. Kalashnikov v Russia (2002) 36 EHRR 34

19. Tyrer v United Kingdom (1978) 2 EHRR 1

20. Price v United Kingdom (2001) 34 EHRR 53

21. Valašinas v Lithuania (2001) 35 EHRR 15

22. Edwards v United Kingdom App no 13071/87 (Commission Decision, 10 July 1991)

23. Assenov and Others v Bulgaria (1998) 28 EHRR 652

24. Z and Others v United Kingdom (2001) 34 EHRR 3

25. A v United Kingdom (1998) 27 EHRR 611

26. Osman v United Kingdom (1998) 29 EHRR 245

27. Opuz v Turkey (2009) 50 EHRR 28

28. Muršić v Croatia (2016) 65 EHRR 16

29. Labita v Italy (2000) 33 EHRR 25

30. McKerr v United Kingdom (2001) 34 EHRR 20

31. Mustafa Tunç and Fecire Tunç v Turkey (2014) 59 EHRR 14

32. Soering v United Kingdom (1989) 11 EHRR 439

33. Уголовно-процессуальный кодекс Республики Казахстан от 4 июля 2014 года № 231-V

34. Human Rights Watch, Kazakhstan: Justice Sought over January Crackdown (17 January 2023) https://www.hrw.org/news/2023/01/17/kazakhstan-justice-sought-over-january-crackdown accessed 20 April 2025

35. Yevloyev v Kazakhstan Communication No 471/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/471/2011

36. Bayramov v Kazakhstan Communication No 466/2011, Views adopted 23 May 2014, UN Doc CAT/C/52/D/466/2011

37. Rakishev v Kazakhstan Communication No 658/2015, Views adopted 7 December 2018, UN Doc CAT/C/65/D/658/2015

38. Güleç v Turkey (1998) 28 EHRR 121

39. Batı and Others v Turkey App nos 33097/96 and 57834/00 (ECtHR, 3 June 2004)
40. Arshidin Israil v Kazakhstan Communication No 2708/2015, Views adopted 30 July 2021, UN Doc CCPR/C/132/D/2708/2015
41. International Covenant on Civil and Political Rights (adopted 16 December 1966, entered into force 23 March 1976) 999 UNTS 171
42. Gäfgen v Germany (2010) 52 EHRR 1

ӘЛЕУМЕТТІК ЖӘНЕ ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР – СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ – SOCIAL AND HUMANITIES SCIENCES

УДК 321.01:004.05(082)

Калиева Қарлығаш Бейсенбекқызы
магистрант 1 курса
Научный руководитель: Какимжанова М.К.
кандидат философских наук
АО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина»
(г. Астана, Казахстан)

ФУКО, БОДРИЙЯР И ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО: ПОСТМОДЕРНИСТСКИЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: В данной статье рассматривается философия науки XX века через призму постмодернизма, анализируются ключевые идеи и концепты, представленные в работах таких мыслителей, как Мишель Фуко и Жан Бодрийяр. Особое внимание уделяется влиянию постмодернистских концепций на современное научное знание и интерпретацию социальных процессов. Рассматривается критика классической рациональности, феномен «смерти субъекта» и виртуализация реальности. На примере энергетических систем исследуются такие постмодернистские категории, как власть и контроль (Фуко), а также гиперреальность и симуляция (Бодрийяр). Анализируются процессы цифровизации управления энергопотреблением, влияние автоматизированных систем на формирование энергетической политики и взаимодействие общества с энергетической инфраструктурой. В результате показано, что постмодернистская философия науки позволяет по-новому осмыслить современные технологические и социальные изменения, связанные с управлением энергоресурсами.

Ключевые слова: постмодернизм, философия науки, симуляция, власть, энергетические системы, цифровизация, гиперреальность.

Современная философия науки претерпела значительные изменения в XX веке, что во многом связано с развитием постмодернистской мысли. Постмодернизм бросает вызов классическим представлениям о научном познании, подвергая сомнению такие фундаментальные категории, как объективность, рациональность и истина. В этом контексте особое значение приобретают работы философов, критикующих традиционные эпистемологические модели, включая Жана Бодрийяра и Мишеля Фуко. Их идеи оказали значительное влияние не только на философию науки, но и на интерпретацию современных социальных и технологических процессов, включая цифровизацию и автоматизацию управления энергосистемами.

Цель данной работы – исследовать влияние постмодернистских философских концепций на современное научное знание и социальные процессы, в частности на развитие энергетических систем. Для достижения этой цели ставятся следующие задачи:

проанализировать основные идеи постмодернизма и их влияние на эпистемологию;

рассмотреть теории Фуко и Бодрийяра в контексте научного знания;

исследовать применение постмодернистских концепций к анализу современных энергетических систем;

выявить связь между цифровизацией энергосистем и идеями симуляции, власти и контроля.

Постмодернизм рассматривается как одна из ключевых философских парадигм XX века, критикующая классические методы научного познания. Мишель Фуко вводит понятие власти-дискурса, утверждая, что научное знание формируется под влиянием социальных институтов и механизмов власти. Жан Бодрийяр, в свою очередь, анализирует проблему симуляции и гиперреальности, показывая, как современные технологии создают мир, в котором реальность подменяется ее цифровым представлением. В научных исследованиях эти идеи находят отражение в анализе информационного общества, цифровизации управления, автоматизированных систем контроля.

Объектом исследования является философия науки XX века, а предметом – влияние постмодернистских концепций на современные научные и технологические процессы, в частности на управление энергетическими системами.

Статья состоит из нескольких разделов. В первой части рассматриваются основные концепты постмодернизма и их критика классической науки. Во второй части анализируются теории Фуко и Бодрийяра в контексте науки и общества. Третья часть посвящена применению этих теорий к современным энергосистемам, включая автоматизацию управления энергопотреблением, цифровизацию и контроль над потребителями. В заключении подводятся итоги исследования, формулируются основные выводы о влиянии постмодернистской философии на современную науку и технологии.

Постмодернизм — явление, получившее в отечественной науке весьма неоднозначную оценку: от восторженного принятия до решительного отрицания. При этом постмодернизм как способ осмысления современной социальной реальности предлагает неожиданные и оригинальные решения многих проблем, актуальных для науки и социальной практики. В первую очередь, это касается проблемы интерпретации современности как способа существования общества, отличающегося от предшествующего, какое бы определение ему ни давалось — постмодернистское, постиндустриальное, информационное, общество знания, общество риска, глобальное общество или общество позднего радикального модерна.

Постмодернизм представляет собой комплексное направление философии, в котором подвергается радикальной критике классическая рациональность и традиционные формы познания. Важнейшие представители этого направления — Мишель Фуко, Жан Бодрийяр, Жак Деррида и Ролан Барт. Их работы существенно повлияли на развитие науки, социологии, культурологии и философии знания. В основе постмодернистского мышления лежит идея деконструкции устоявшихся моделей, отказ от объективной истины и признание множественности интерпретаций.

Постмодернизм радикально изменил представления о науке и ее методах познания, подвергнув сомнению концепции объективности, рациональности и универсальности научного метода. В классической научной парадигме наука рассматривалась как инструмент получения объективного знания об окружающем мире, который основан на

эмпирических данных, логических рассуждениях и экспериментальном методе. Однако постмодернисты, такие как Мишель Фуко, Жан-Франсуа Лиотар и Жан Бодрийяр, утверждают, что научное знание является результатом социальных конструкций и дискурсивных практик.

Фуко в своих трудах «Слова и вещи» и «Археология знания» подробно анализирует, как наука формируется под воздействием власти и господствующих социальных норм. Он вводит понятие эпистемы, обозначающее исторически сложившиеся структуры мышления, которые определяют, какие знания считаются истинными, а какие – ложными. Таким образом, любое научное знание является продуктом социального контекста, а не объективным отражением реальности.

Лиотар в книге «Состояние постмодерна» утверждает, что современные научные исследования утрачивают свой универсальный характер и фрагментируются на множество независимых дискурсов. Он указывает на кризис метанарративов – универсальных объяснительных схем, на которых строилась классическая наука. В результате современное знание становится плюралистичным, и каждая научная теория рассматривается как одна из возможных интерпретаций реальности, а не как единственно верная концепция.

Одной из фундаментальных предпосылок пересмотра привычной эпистемологии стала «гибель» идеи прогресса. Это привело к тому, что в научном дискурсе постмодернизм стал рассматриваться как критика линейности исторического развития, объективности научного знания и универсальных принципов научного метода. Исследователи отмечают, что отказ от идеи прогресса влечет за собой пересмотр научной методологии и способов объяснения окружающего мира.

Постмодернизм рассматривает науку не как источник объективного знания, а как систему дискурсов, детерминированных социальными структурами. В данном контексте наука становится не только способом познания, но и механизмом власти, структурирующим реальность через дискурсивные практики. Это ведет к появлению новых методологических подходов, таких как деконструкция (Деррида), археология знания (Фуко) и теория симулякров (Бодрийяр).

Развитие цифровых технологий изменило саму природу научного познания. Сегодня наука в значительной степени опирается на большие данные (Big Data), алгоритмы машинного обучения и компьютерное моделирование. Однако постмодернисты утверждают, что такие методы не создают объективного знания, а лишь формируют определенные дискурсы, в рамках которых интерпретируются данные.

Большие данные не существуют в вакууме – они собираются, анализируются и интерпретируются в зависимости от социального контекста и заложенных в алгоритмы предвзятостей. Это приводит к феномену алгоритмической субъективности, когда результаты исследований зависят не от объективной реальности, а от того, как данные были обработаны. Например, предиктивные алгоритмы в медицине могут давать разные рекомендации в зависимости от исходных данных, что подтверждает тезис Фуко о том, что знание является инструментом власти и социальной конструкции.

Современные технологии искусственного интеллекта начинают заменять человека в процессах принятия решений, что ведет к снижению субъективности и индивидуальной ответственности. Однако постмодернисты предупреждают, что это не делает решения

объективными – напротив, они становятся результатом заранее запрограммированных логик, встроенных в алгоритмы и основанных на предыдущих социальных дискурсах.

Развитие автоматизированных систем управления энергией, умных городов и интеллектуальных сетей (smart grids) подтверждает постмодернистскую концепцию симуляции. В таких системах управление реальностью осуществляется через цифровые модели, а не через непосредственное воздействие на физические объекты. Это ведет к созданию новой формы власти, основанной на контроле данных и алгоритмов.

Фуко рассматривает власть не как что-то, принадлежащее отдельным лицам или институтам, а как сеть отношений, пронизывающих все общество. В этом контексте энергосистема может рассматриваться как одна из форм дисциплинарной власти. Современные технологии мониторинга, умные счетчики и цифровые системы управления энергопотреблением создают новую форму власти, где контроль за энергией перерастает в контроль за потребителями. Это проявляется через тарифную политику, государственное регулирование и цифровые платформы, контролирующие энергопотребление в режиме реального времени. Также можно рассматривать энергетические сети как своеобразный инструмент социального контроля, позволяющий не только регулировать потребление ресурсов, но и формировать определенные поведенческие модели среди населения.

Развитие энергетики можно условно разделить на несколько этапов:

Доиндустриальная эпистема: использование биомассы, механического труда, ветра и воды.

Индустриальная эпистема: господство углеводородов и массовая электрификация.

Постиндустриальная эпистема: акцент на возобновляемые источники энергии, цифровизацию управления энергопотоками и концепцию «чистой энергии».

Каждый этап развития энергетики сопровождался сменой дискурсов. В XIX веке господствовал дискурс индустриализации, где уголь и нефть считались символами прогресса. В XX веке появился дискурс устойчивого развития, направленный на снижение воздействия на окружающую среду. В XXI веке доминирующим становится дискурс цифровизации, основанный на концепции умных сетей и автоматизированного управления энергопотреблением.

В ЕС введены «умные» счетчики, анализирующие потребление в реальном времени.

Китай использует блокчейн для отслеживания энергопотребления.

США внедряют AI-системы для предсказания энергопотребления.

Эти дискурсы определяют, какие источники энергии считаются «прогрессивными» и какие технологии получают поддержку со стороны государства и рынка. В современном обществе энергетическая политика формирует определенные модели потребления, навязывая нормы «рационального» энергопотребления и создавая нормативные рамки, в которых должны функционировать потребители.

Современные энергосистемы все больше зависят от цифровых двойников, предсказательных алгоритмов и симуляций. Управление энергией становится процессом взаимодействия с моделями, а не с физическими потоками энергии. Потребитель сталкивается с гиперреальностью в энергетике: он видит цифры на счетчике или в мобильном приложении, но не сам процесс генерации и распределения энергии. Это приводит к своеобразной «симуляции» энергопотребления, в которой реальные

механизмы производства и распределения энергии скрыты за слоями цифровых интерфейсов и автоматизированных решений. Таким образом, энергия превращается в управляемый символ, который легко манипулировать через медиа и цифровые технологии. Это особенно актуально в условиях формирования «умных» городов, где энергопотребление регулируется искусственным интеллектом.

В традиционной модели человек контролировал энергоресурсы, но с развитием автоматизированных систем управление переходит к алгоритмам и ИИ. Сегодня системы предиктивного анализа, интеллектуальные сети (smart grids) и автоматические регуляторы принимают решения за человека, формируя новую парадигму, в которой субъект (человек) перестает быть основным управляющим звеном. Это ведет к росту зависимости общества от автоматизированных процессов и снижению автономности потребителей.

Проведенное исследование показало, что постмодернистская философия науки оказывает значительное влияние на интерпретацию современных технологических и социальных процессов. Постмодернизм отвергает традиционные эпистемологические модели, предлагая новые способы понимания науки, знания и власти. Анализ энергетических систем через призму постмодернизма позволил выявить, что процессы цифровизации и автоматизации управления энергоресурсами тесно связаны с концепциями власти (Фуко) и симуляции (Бодрийяр).

Выявлены следующие ключевые выводы:

Современные энергетические системы все более контролируются цифровыми технологиями, что усиливает их сходство с паноптическими структурами власти.

Внедрение автоматизированных технологий управления энергопотреблением ведет к снижению влияния человека, что согласуется с постмодернистской концепцией «смерти субъекта».

Энергетическая гиперреальность, создаваемая цифровыми системами, формирует новую модель потребления, основанную на взаимодействии с симуляциями, а не с реальными процессами генерации и распределения энергии.

Таким образом, изучение постмодернистских концепций в контексте энергетики позволяет глубже понять социальные аспекты научно-технического прогресса. Дальнейшие исследования могут быть направлены на анализ этических последствий автоматизации и цифровизации, а также на изучение способов регулирования власти в условиях постиндустриального общества.

Список использованных источников

1. Фуко, М. "Надзирать и наказывать: рождение тюрьмы". – М.: Ад Маргинем, 1999.
2. Бодрийяр, Ж. "Симулякры и симуляция". – М.: Рипол Классик, 2006.
3. Деррида, Ж. "О грамматологии". – М.: Академический проект, 2015.
4. Барт, Р. "Смерть автора". – Вопросы философии, 1994.
5. Лиотар, Ж.-Ф. "Состояние постмодерна". – СПб.: Алетейя, 1998.
6. Кастельс, М. "Информационная эпоха: экономика, общество и культура". – М.: ГУ ВШЭ, 2010.
7. Дебор, Г. "Общество спектакля". – М.: Логос, 2000.

УДК 091

Бауыржан Санжар Сабыржанұлы
магистрант кафедры электроснабжения
Агротехнический Университет им. Сакена Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

Научный руководитель: Какимжанова Маргарита Кабдулаевна
кандидат философских наук
Агротехнический Университет им. Сакена Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

ЖЕНЩИНЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ: ВКЛАД, ВЫЗОВЫ И ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕНДЕРНОГО РАВЕНСТВА

Аннотация: Данная статья посвящена исследованию роли женщин в развитии электроэнергетики и смежных технологических областей. На основе исторических примеров, таких как Эдит Кларк и Грейс Хоппер, анализируется влияние их достижений на инженерную и вычислительную инфраструктуру энергетических систем. Особое внимание уделяется социально-культурным ограничениям, которые препятствовали участию женщин в технических науках, а также философским аспектам гендерного равенства в научной среде. Работа направлена на осмысление значения женского вклада в технический прогресс и необходимости формирования инклюзивной научной среды.

Ключевые слова: женщины в электроэнергетике, гендерное равенство в науке, Эдит Кларк, Грейс Хоппер, социальные барьеры, философия науки, STEM, инженерия.

Современное развитие науки и техники невозможно без участия всех слоёв общества, включая женщин, чей вклад в научно-технический прогресс долгое время оставался недооценённым. Особенно это проявляется в таких традиционно «мужских» сферах, как электроэнергетика и инженерия. Осмысление вклада женщин в развитие энергетических и вычислительных систем, на примере таких фигур, как Грейс Хоппер и Эдит Кларк, позволяет не только восстановить историческую справедливость, но и выявить ключевые барьеры, ограничивающие равное участие женщин в научной деятельности. В условиях современного мира актуально формировать инклюзивную научную среду, где гендерное равенство становится не только этической нормой, но и фактором научной эффективности и прогресса.

Одной из выдающихся женщин, чей вклад в области электроэнергетики был существенным, является **Грейс Хоппер** (1906–1992), хотя она более известна как пионер в области компьютерных наук и программирования, её работы также имели значительное влияние на развитие технологий, связанных с электроникой и вычислительными системами, что в свою очередь сыграло роль в модернизации электротехнической отрасли.

Грейс Хоппер была американским ученым, адмиралом ВМС США, и одним из самых важных фигурантов в создании первых компьютеров и программных языков. Её вклад не ограничивался только созданием первого компилятора, который преобразовывал код в машинный язык, но также включал идеи, которые повлияли на

развитие аппаратных и электротехнических систем в вычислительной сфере. Это оказало огромное влияние на электроэнергетику, поскольку вычислительные технологии активно использовались для оптимизации работы энергетических сетей, управления энергопотреблением и разработки сложных симуляций в области электротехники.

Создание компилятора, ставшего основой для разработки языков программирования высокого уровня, таких как COBOL, сыграло решающую роль в автоматизации и контроле энергетических систем. Развитие программного обеспечения, инициированное Хоппер, предоставило инженерным командам мощные инструменты для создания автоматизированных систем, необходимых для расчетов, моделирования и оптимизации процессов в электроэнергетике. Важным аспектом её наследия стала также деятельность, направленная на продвижение женщин в технических профессиях и науке. Хоппер стала символом профессионализма, упорства и вдохновения для будущих поколений исследовательниц и инженеров.

Её работы в области вычислительных технологий и программирования создавали фундамент для создания более сложных систем управления и анализа данных, что, в свою очередь, сыграло роль в эффективном управлении и развитии современных энергетических сетей. Электронные системы, которые управляют процессами в электроэнергетике, часто основываются на высокоуровневых языках программирования, а её разработки имели огромное значение в оптимизации этих процессов.

Хотя Грейс Хоппер не была непосредственно вовлечена в физику или инженерные разработки в области электроэнергетики, её вклад в развитие вычислительных технологий сделал возможным значительное улучшение автоматизации и оптимизации многих инженерных систем, включая системы, связанные с энергетикой.

Другой выдающейся личностью, внёсшей прямой вклад в развитие энергетики, является Эдит Кларк (1883–1959), первая женщина-инженер-электрик в США и одна из первопроходцев в области электротехники. В 1921 году она разработала графический калькулятор, предназначенный для ускоренного расчета параметров электрических линий передачи. Этот инструмент позволил инженерам General Electric эффективно моделировать работу высоковольтных сетей и значительно сократил время на сложные инженерные расчёты.

Эдит Кларк стала одной из первых, кто начал применять математические методы и комплексные числа для анализа энергетических цепей. Её подходы помогли улучшить стабильность и эффективность электроснабжения в условиях стремительного роста индустриализации. Она внесла значительный вклад в преподавание инженерных дисциплин, став в 1947 году первой женщиной, назначенной профессором электротехники в Университете Техаса в Остине. Её книга "Circuit Analysis of A-C Power Systems" долгое время оставалась основным учебником для студентов и специалистов в области энергетики.

Работы Эдит Кларк во многом предвосхитили процессы цифровизации энергетики. Методы, которые она внедрила, стали неотъемлемыми для точного расчёта поведения энергосетей, балансировки нагрузки и предотвращения системных перегрузок. Эти разработки способствовали более надёжной и устойчивой работе энергетической инфраструктуры.

Наследие Кларк также оставило значительный след в инженерной культуре. В 1954 году она стала первой женщиной, получившей звание IEEE Fellow, что является одной из высших наград в области инженерии. В честь её достижений была учреждена премия Edith Clarke Award, которая вручается за выдающиеся успехи женщин в инженерных науках. Таким образом, имя Эдит Кларк продолжает вдохновлять молодое поколение женщин, стремящихся сделать карьеру в технической и научной сферах.

Таким образом, **Эдит Кларк** — яркий пример женщины, чьи инженерные идеи и разработки не только повлияли на развитие **электроэнергетики**, но и открыли двери для будущих поколений женщин-учёных в технических науках.

Несмотря на значительные достижения, вклад женщин в развитие электроэнергетики долгое время оставался в тени. Женщины, добившиеся успеха в этой технически сложной области, сталкивались с многочисленными препятствиями — от гендерных стереотипов до ограниченного доступа к образованию. Однако их научные и инженерные разработки оказали заметное влияние на развитие энергетических систем.

Современная статистика подтверждает, что, несмотря на прогресс, женщины по-прежнему остаются в меньшинстве в инженерных науках. Например, в международных патентных заявках за 2019 год женщины составили лишь 18,7% всех изобретателей, хотя в 1995 году их было менее 10%. В сфере инженерии и электроэнергетики женщины чаще всего представлены в административных и вспомогательных ролях, а не в разработке и исследовательской деятельности. В России, например, доля женщин среди студентов по направлениям “электротехника” и “энергетика” составляет менее 20%.

В Казахстане показатели более обнадёживающие — более 50% всех учёных и исследователей составляют женщины. Однако и здесь в инженерных дисциплинах их доля значительно ниже, чем в гуманитарных или биомедицинских науках. Согласно данным за 2024 год, женщины-магистранты и докторанты составляют свыше половины обучающихся, но в таких областях, как информационные технологии и энергетика, они всё ещё в меньшинстве.

Успехи таких женщин, как Хоппер и Кларк, особенно значимы на фоне социальных и культурных барьеров, с которыми сталкивались женщины на пути в науку. Эти барьеры нередко ограничивали их профессиональные возможности, сдерживали карьерный рост и мешали научному признанию.

Одним из наиболее значительных препятствий было (и в ряде случаев остаётся) ограничение в получении качественного образования. На протяжении веков женщинам было отказано в формальном научном обучении. До XIX века они практически не имели доступа к университетам. Многие известные женщины-учёные, такие как Мария Склодовская-Кюри или Софья Ковалевская, были вынуждены обучаться за границей или неофициально, преодолевая множественные трудности.

Современная ситуация в сфере участия женщин в науке и технике существенно улучшилась по сравнению с предыдущими десятилетиями, однако в ряде стран сохраняются серьёзные проблемы, препятствующие полному раскрытию женского потенциала в технических дисциплинах.

Во-первых, устойчивыми остаются гендерные стереотипы, представляющие науку, особенно инженерные и технические направления, как «мужскую» сферу деятельности.

Эти представления формируются ещё в детстве и напрямую влияют на профессиональное самоопределение девушек.

Во-вторых, значимыми остаются финансовые и социальные ограничения, мешающие девочкам и молодым женщинам получать качественное техническое образование. Недостаток поддержки со стороны семьи, недостаточная доступность учебных заведений и нехватка программ по поощрению девочек в STEM-направлениях сказываются на их участии в научной деятельности.

Наконец, важным барьером остаётся недостаток ролевых моделей. В учебных материалах и научных публикациях по-прежнему недостаточно примеров успешных женщин-учёных и инженеров, что снижает мотивацию у девушек выбирать научную карьеру и ограничивает их представления о собственных возможностях в этой сфере.

Эти факторы напрямую влияют на уровень представительства женщин в технических и высокотехнологичных областях, включая электроэнергетику. Несмотря на это, примеры таких женщин, как Эдит Кларк и Грейс Хоппер, служат вдохновением для будущих поколений исследовательниц, демонстрируя, что высокий профессионализм и стремление к знаниям способны преодолеть любые барьеры.

В начале статьи автор обозначил цель — осмыслить значение женского вклада в развитие электроэнергетики и инженерии, а также рассмотреть философские аспекты гендерного равенства в научной среде. Проведённый анализ показал, что женщины, несмотря на исторические и социальные барьеры, внесли весомый вклад в технический прогресс, и примеры Грейс Хоппер и Эдит Кларк служат ярким тому подтверждением.

Их научные достижения стали основой для развития вычислительных и энергетических технологий, а также мощным символом преодоления гендерных стереотипов. Однако современные реалии указывают на то, что равноправное участие женщин в STEM-областях всё ещё сталкивается с вызовами — от недостатка ролевых моделей до ограниченного представительства в инженерных профессиях.

С философской точки зрения, вопрос гендерного равенства в науке выходит за рамки социальной справедливости. Это также вопрос эпистемологического разнообразия и эффективности научного познания. Только в инклюзивной научной среде, где женщины участвуют наравне с мужчинами, возможно формирование по-настоящему устойчивых, прогрессивных и инновационных подходов к решению глобальных технологических задач.

Таким образом, начатое в данной статье исследование подчёркивает не только необходимость признания вклада женщин в инженерные науки, но и важность системных преобразований, направленных на расширение их участия в научном и техническом развитии общества.

Список литературы:

1. Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС). Женщины и патенты: движение к равенству. — 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://www.wipo.int/ru/web/gender/w/news/2020/news_0001 (дата обращения: 14.04.2025).

2. Российский совет по международным делам. Женщины в STEM: особенности обеспечения гендерного равенства в контексте инновационного развития. [Электронный ресурс]. URL: https://beta.russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/zhenshchiny-v-

stem-osobennosti-obespecheniya-gendernogo-ravenstva-v-kontekste-innovatsionnogo-razvit/ (дата обращения: 14.04.2025).

3. Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан. Казахстанские женщины в науке: достижения и перспективы. — Inform.kz, 2024. [Электронный ресурс]. URL: https://www.inform.kz/ru/kazahstanskie-zhenshini-v-nauke-dostizheniya-i-perspektivi (дата обращения: 14.04.2025).

4. The Power of Women: Inspiring Central Asian Students to Pursue Careers in Science. — National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.qazscience.gov.kz/2025/02/18/the-power-of-women-inspiring-central-asian-students-to-pursue-careers-in-science (дата обращения: 14.04.2025).

5. IEEE Global History Network. Biography of Edith Clarke. [Электронный ресурс]. URL: https://ethw.org/Edith_Clarke (дата обращения: 14.04.2025).

6. Beyer, K. W. *Grace Hopper and the Invention of the Information Age*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

7. Abbate, J. *Recoding Gender: Women's Changing Participation in Computing*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2012.

УДК 167:621.311

Абилкасим Аблай Бағланұлы
Магистрант 1-го курса
Казахский агротехнический
Исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

Алданазаров Әлжан Еділұлы
Магистрант 1-го курса
Казахский агротехнический
Исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

Научный руководитель: к.ф.н. **Какимжанова М. К.**
Казахский агротехнический
Исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ ЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В НАУКЕ И КУЛЬТУРЕ

Аннотация: В исследовании рассматривается влияние философии науки на развитие представлений об энергии и электричестве, а также на формирование инженерной практики в сфере электроэнергетики. Прослеживается эволюция научных подходов от античности до XX–XXI веков, включая вклад научной революции, классической и постнеклассической науки. Особое внимание уделяется системному и социотехническому взгляду на проектирование и эксплуатацию электрических сетей. Подчёркивается значение философской рефлексии для осмысления ценностных, этических и методологических оснований современной электроэнергетики.

Анализируются изменения в понимании электрических сетей: от строго механистического и линейного подхода к системному, кибернетическому и гуманитарно-технологическому. Показано, что современные электросети являются не только инженерными конструкциями, но и социотехническими системами, в которых технологии тесно связаны с политическими, культурными и этическими контекстами. Особое внимание уделяется роли философии в формировании принципов устойчивого развития, энергетической справедливости и этической ответственности инженерной практики.

Исследование подчёркивает значимость философской подготовки специалистов в электроэнергетике, поскольку философия науки позволяет выявить ценностные и методологические установки, лежащие в основе проектирования, управления и оценки энергетических систем. Работа адресована магистрантам, преподавателям, инженерам-энергетикам и исследователям, интересующимся междисциплинарным подходом к пониманию современной науки и технологии.

Ключевые слова: философия науки, электроэнергетика, научные парадигмы, энергия, электричество, системный подход, постнеклассическая наука, проектирование

электрических сетей, социотехнические системы, устойчивое развитие, инженерная этика, smart grid, научная рациональность, кибернетика, энергетическая справедливость

Понятия «энергия» и «электричество» занимают центральное место в современной науке, технике и повседневной жизни. Их значение выходит за рамки исключительно инженерных и физических дисциплин — они также отражают глубокие философские представления о природе мира, взаимодействии материи и движении. От первых натурфилософских размышлений до строгих физических формулировок, понятие энергии эволюционировало в тесной связи с изменением мировоззренческих установок и научных парадигм. Электричество же, долгое время воспринимавшееся как загадочное природное явление, постепенно стало символом научного прогресса и фундаментом всей современной цивилизации.

История и философия науки позволяют рассматривать эти понятия не только в контексте их технического применения, но и как элементы интеллектуальной культуры, формировавшие научное мышление разных эпох. Анализируя развитие взглядов на энергию и электричество, можно проследить, каким образом философские концепции о природе, движении и материи влияли на становление и развитие электросетевых технологий. Такой подход помогает не только глубже понять смысл используемых сегодня научных терминов, но и оценить значимость философского мышления в контексте инженерной практики.

Цель данного исследование — осуществить историко-философский анализ становления и развития понятий энергии и электричества, проследив их эволюцию от античных представлений до современного научного и культурного контекста, а также выявить влияние философских идей на формирование подходов к проектированию и функционированию электрических сетей.

Методология исследования:

Аристотель в трактате «Физика» заложил основы натурфилософского понимания движения и потенции, что стало предтечей будущих представлений об энергии [1].

Фома Аквинский в своих трудах соединил аристотелевскую метафизику с христианской теологией, интерпретируя энергию как проявление целенаправленного Божественного порядка [2].

Александр Койре исследовал переход от натурфилософского к механистическому мировоззрению, подчеркнув изменение научного подхода к движению, материи и энергии в XVII веке [3].

Томас Кун в работе «Структура научных революций» проанализировал, как смена парадигм меняет фундаментальные научные понятия, включая трактовку энергии и электричества [4].

А.Ф. Захаров рассмотрел философско-технические аспекты развития электроэнергетики в условиях цифровизации и устойчивого развития, акцентируя внимание на культурных и гуманитарных измерениях [5].

Совакул Б., Райан С., Шрив Б. и Дорман М. исследовали социотехнические изменения в энергетике, проанализировав, как менялись парадигмы и практики в рамках перехода к устойчивым энергетическим системам [6].

Ясанов С. и Ким С. провели анализ образов будущего и их влияния на процессы принятия решений в энергетической политике, акцентируя внимание на философском измерении предвидения и стратегического планирования [7].

Бенсауде-Ванс Ж. рассмотрел развитие философии науки в XX веке, акцентируя внимание на логическом позитивизме, критическом рационализме и постмодернизме, а также их воздействии на интерпретацию научных знаний [8].

Энг М. и Греммен Б. проанализировали постмодернистский поворот в инженерной практике, показав, как технические решения в энергетике всё чаще опираются на локальные контексты и социальную обусловленность [9].

Скеа Д. и Пай С. рассмотрели научные и политические парадигмы энергетической трансформации, подчеркнув важность методологических изменений в научном подходе к анализу энергетических систем [10].

Авторами данного исследования рассмотрены философские представления об энергии в Античности и Средние века. Античные философы стремились объяснить природу движения, изменения и бытия, что положило начало философским размышлениям о том, что впоследствии будет осмыслено как энергия. Одним из первых, кто попытался систематизировать такие явления, был Аристотель. В его философии ключевым стало различие между «потенцией» (dynamis) и «актуальностью» (energeia), где последнее понятие, в особенности, предвосхищает современные представления об энергии как реализованной возможности. Аристотель не связывал энергию с числовыми величинами, как это делают физики, но придал ей онтологический статус в рамках движения и развития сущего.

Позднее, в эпоху эллинизма и поздней античности, интерес к натурфилософии сохранялся, однако постепенно уступал место религиозно-мистическим толкованиям мира. В то же время в философии стоицизма проявилось представление о космическом «огне» или пневме как первооснове, обладающей движущей силой, что также можно интерпретировать как раннюю концептуализацию энергии.

Средневековая философия, особенно в рамках схоластики, развивала идеи Аристотеля в тесной связи с теологией. Фома Аквинский интегрировал понятия потенциальности и актуальности в христианское мировоззрение, связывая энергию с Божественным замыслом и порядком. По его мнению, вся природа движется к своей цели благодаря «формальной причине», заложенной в ней Богом, а значит, энергия — это не только физическая категория, но и отражение высшего замысла.

Таким образом, в античности и Средние века формировались предпосылки для будущего научного осмысления энергии, в которых философия играла ведущую роль. Хотя представления об энергии тогда ещё не имели количественного выражения, они задавали рамки мышления, в которых в дальнейшем развивалась физика как наука. Эти идеи оказали влияние не только на становление естествознания, но и на формирование мировоззрения, в том числе в аспектах отношения человека к природе и техническому прогрессу.

С эволюцией научного подхода к энергии и электричество в Новое время ознаменовалось коренным переворотом в научном мышлении, что получило название «научной революции». Одним из важнейших её последствий стало становление механистической картины мира, в рамках которой природа воспринималась как

огромный механизм, подчинённый универсальным законам. Это изменение повлияло на интерпретацию многих физических явлений, в том числе движения, силы и энергии. В трудах Галилея и Ньютона движение стало рассматриваться как результат действия сил, а природа — как объект измерения, эксперимента и математического анализа. Само понятие энергии ещё не было чётко сформулировано, но создавались теоретические основы, на которых позднее построили классическую механику и термодинамику.

В XVIII веке, благодаря работам учёных вроде Джоуля и Лавуазье, началось формирование количественного подхода к понятию энергии. Важнейшим достижением стало осознание закона сохранения энергии, который был окончательно сформулирован в XIX веке Германием Гельмгольцем и Джеймсом Прескоттом Джоулем. Энергия стала рассматриваться как универсальная физическая величина, способная переходить из одной формы в другую — от механической к тепловой, от химической к электрической. Это дало толчок к развитию термодинамики и последующему формированию электротехники как прикладной отрасли.

Параллельно с этим развивались представления об электричестве. Эксперименты Бенджамина Франклина и Шарля Кулона заложили основу для описания электрических взаимодействий. В XIX веке Майкл Фарадей и Джеймс Клерк Максвелл кардинально изменили научное понимание электрических и магнитных явлений, введя понятие электромагнитного поля. Электричество стало рассматриваться не как изолированное явление, а как часть единого физического поля, взаимодействующего с материей.

Таким образом, в Новое время произошёл переход от философских размышлений к научному анализу энергии и электричества. Благодаря трудам учёных этой эпохи эти понятия приобрели строгие определения, измеримость и экспериментальную проверяемость. Всё это создало прочную основу для развития электрических сетей и электроэнергетики как инженерной дисциплины.

XX век стал периодом радикального изменения научного мышления и переосмысления энергии и электричества. Появление новых физических теорий, таких как теория относительности Эйнштейна и квантовая механика, существенно трансформировало прежние представления об энергии и электричестве. В рамках специальной теории относительности энергия и масса стали взаимосвязанными величинами, что было революционным шагом по сравнению с классической физикой. Энергия перестала быть просто «движущей способностью», а приобрела онтологическую глубину и универсальность в контексте устройства материи и пространства-времени.

Квантовая теория, в свою очередь, показала, что энергия не всегда является непрерывной величиной. Работы Планка и Бора открыли мир дискретных энергетических уровней, продемонстрировав, что даже такие привычные явления, как свет и электрический ток, имеют вероятностную и квантованную природу. Это изменило не только техническое понимание процессов, но и вызвало философские споры о природе реальности и границах познания. На фоне этих изменений понятия «энергия» и «электричество» начали приобретать символическое значение — как универсальные принципы, объединяющие макро- и микромиры.

Философы науки XX века, такие как Томас Кун, Карл Поппер и Пол Фейерабенд, по-новому интерпретировали науку как динамический, исторически обусловленный процесс. Кун, в частности, ввёл понятие «научной парадигмы» и описал, как смена

мировоззренческих рамок приводит к коренным изменениям в понимании даже фундаментальных понятий. Согласно его теории, представления об энергии и электричестве не являются нейтральными, а зависят от господствующей в тот или иной период научной картины мира. Поппер настаивал на фальсифицируемости научных теорий, что усиливало роль экспериментальной проверки энергетических моделей, особенно в инженерных науках.

В философии техники и инженерии также усилился интерес к тому, как технические артефакты, в том числе электросети, воплощают в себе определённые философские идеи. Появились исследования, которые рассматривали инфраструктуры как проявление социотехнических систем, в которых энергия — это не просто физическая величина, а элемент культурного и политического порядка. В этом контексте электрические сети стали символом модерности, централизованной рациональности и технологического прогресса.

Таким образом, в XX веке энергия и электричество были переосмыслены не только в физике, но и в философии. Они стали неотъемлемыми элементами обсуждения как природы реальности, так и общества, науки и техники. Это расширило горизонты научного мышления и привело к формированию новых подходов в энергетике, включая более сложные, кибернетические и системные модели управления.

Философское основание современной электроэнергетики представляет собой не просто техническую систему, но и сложную социотехническую конструкцию, в которой инженерные решения неотделимы от философских и методологических оснований. Проектирование и развитие электрических сетей опираются на определённые представления о рациональности, эффективности, устойчивости и прогрессе, которые в значительной мере сформированы философскими концепциями XX и XXI веков.

Одной из ключевых философских основ современной энергетики является системный подход. Он развился в середине XX века в контексте кибернетики и теории управления и предполагает, что электрическая сеть — это открытая, самоорганизующаяся система, подверженная как внутренним, так и внешним воздействиям. В этом контексте энергетические сети проектируются не как жёстко детерминированные конструкции, а как гибкие, адаптивные структуры, способные реагировать на изменения спроса, климата, политических условий и технологических вызовов.

С позиций постнеклассической философии науки, акцент смещается с универсальных законов и решений на локальные контексты и культурную обусловленность технических решений. Современные подходы к проектированию энергетических систем, особенно в условиях перехода к «умным» сетям (smart grids), всё чаще включают междисциплинарные методы, в которых учитываются поведение потребителей, социальные риски, экологические последствия. Это говорит о переходе от техноцентричной модели к гуманитарно-технологической, где человек и общество рассматриваются как неотъемлемая часть системы.

Электросети также стали объектом этического анализа. Проблемы справедливого распределения ресурсов, доступа к электроэнергии, экологических последствий производства и передачи энергии требуют философской рефлексии. Например, концепция «энергетической справедливости» предполагает, что электрические сети

должны быть спроектированы так, чтобы обеспечивать равный доступ к благам для различных групп населения, минимизируя экологические и социальные издержки.

Всё это свидетельствует о том, что современная электроэнергетика развивается не только как техническая, но и как философски нагруженная область. Проектирование и эксплуатация сетей требуют не только инженерной компетенции, но и понимания ценностей, контекстов и гуманитарных последствий, что делает философию науки важным инструментом осмысления и переосмысления энергетических практик.

Изучив данное исследование и понимание философских основ электроэнергетики позволяет по-новому взглянуть на её развитие как науки и инженерной практики. От античных размышлений о движении и потенции до современной теории систем и этики технологий — философия науки оказывала и продолжает оказывать глубокое влияние на формирование понятий, моделей и методов в электротехнической отрасли.

Развитие понятий энергии и электричества тесно связано с историческими сменами научных парадигм. Сначала энергия понималась в терминах актуальности бытия, затем — как измеримая физическая величина в рамках классической механики, и наконец — как сложная, многоаспектная категория в современной науке, охватывающая квантовые, информационные и социотехнические аспекты. Эти изменения повлияли не только на содержание инженерного знания, но и на способы проектирования и управления сложными энергетическими системами.

Философия науки помогает выявить и осмыслить те метатеоретические рамки, в которых формируются инженерные решения. Она вскрывает ценностные установки, идеологические влияния и культурные контексты, сопровождающие развитие энергетики. В условиях ускоряющегося технологического прогресса, климатических вызовов и перехода к устойчивому развитию такие философские размышления становятся особенно актуальными.

В результате проведённого исследования были сделаны следующие выводы:

1. Установлено, что эволюция научных парадигм напрямую влияет на инженерные подходы в проектировании и эксплуатации электрических сетей.
2. Показано, что современная электроэнергетика требует системного и междисциплинарного подхода, сочетающего научно-технические и философско-этические основания.
3. Выявлено, что философские категории — такие как рациональность, истина, ответственность и устойчивость — формируют рамки принятия инженерных решений в области энергетики.
4. Подчёркнута значимость включения философских знаний в подготовку специалистов-энергетиков для развития критического мышления, рефлексии и понимания социотехнической природы их профессиональной деятельности.

Таким образом, философия науки выступает не просто историческим фоном для технических дисциплин, но становится необходимым инструментом анализа, переосмысления и стратегического планирования в электроэнергетике будущего.

Список использованной литературы:

1. Аристотель. Физика. – М.: Наука, 1984. – 312 с.

2. Аквинский Ф. Сумма теологии / Пер. с лат. – СПб.: Изд-во РХГА, 2005. – 420 с.
3. Койре А. Механистический взгляд на мир. – М.: Наука, 1960. – 244 с.
4. Кун Т. Структура научных революций / Пер. с англ. – М.: Академический проект, 2007. – 380 с.
5. Захаров А.Ф. Философско-технические аспекты развития электроэнергетики в условиях цифровизации и устойчивого развития // Вестник энергетики. – 2020. – Т. 18. – №2. – С. 12–23.
6. Совакул Б., Райан С., Шрив Б., Дорман М. Социотехнические изменения и парадигмы в энергетике. – М.: Энергетика и общество, 2016. – 254 с.
7. Ясанов С., Ким С. Образы будущего и принятие решений в энергетической политике // Вестник философии науки. – 2019. – №4. – С. 45–59.
8. Бенсауде-Ванс Ж. Философия науки в XX веке: от логического позитивизма к постмодернизму / Пер. с франц. – СПб.: Изд-во РХГА, 2011. – 208 с.
9. Энг М., Греммен Б. Постмодерн, инженерия и локальный контекст в технологиях // Техника и культура. – 2012. – №2. – С. 71–84.
10. Скеа Д., Пай С. Энергетическая трансформация и научные парадигмы // Энергетическая политика и наука. – 2017. – Т. 11. – №3. – С. 23–39.

УДК 004.1

Ысмағұл Мөлдір Серікқызы
Магистрант 1 курса, кафедра РЭТ
Казахский агротехнический исследоватедьский университет им. С. Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

Жумабаев Тимур Кокенович
Магистрант 1 курса, кафедра РЭТ
Казахский агротехнический исследоватедьский университет им. С. Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)

Научный руководитель: к.ф.н. Какимжанова М.К.
«Казахский агротехнический исследоватедьский университет им. С. Сейфуллина»
(г. Астана, Казахстан)

РОЛЬ НАУКИ В СОЦИАЛЬНЫХ И КУЛЬТУРНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЯХ: ВЛИЯНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННУЮ ЖИЗНЬ

Аннотация: В статье рассматривается одно из наиболее злободневных явлений современности — воздействие технологий коммуникации и информации на повседневную жизнь. За последние десятилетия, под влиянием научно-технического прогресса, обыденная реальность претерпела значительные изменения, требующие глубокого осмысления. В новой исторической парадигме ключевым символом произошедших перемен стал смартфон. Сегодня это устройство стало незаменимым помощником в решении повседневных задач. Благодаря тесной интеграции с различными средствами коммуникации, смартфон существенно меняет уклад жизни, структуру быта, способы взаимодействия и многие аспекты человеческой деятельности. В статье предпринята попытка оценить масштабы изменений в современном обществе, вызванных распространением информационно-коммуникационных технологий.

Ключевые слова: телекоммуникационные технологии, смартфон, трансформация повседневности, научно-технический прогресс, искусственный интеллект.

Анализируя эволюцию современного общества, невозможно игнорировать кардинальные перемены, вызванные научно-техническим прогрессом. Революционный прорыв в области информационных и коммуникационных технологий коренным образом изменил человеческую жизнь, сделав искусственный интеллект частью повседневности. Всего несколько десятилетий назад подобные технологии существовали лишь в фантастических произведениях, а ныне они стали неотъемлемой частью реальности.

Каждая новая историческая эпоха приносит с собой изменения: новые условия жизни, социальные правила и мировоззренческие установки. Хотя многие исследователи полагают, что человеческая природа остается стабильной на протяжении тысячелетий, основной функцией человека всегда было преобразование окружающего мира – создание

культуры. Несмотря на обоснованность этой точки зрения, нельзя отрицать влияние технологических инструментов на повседневную жизнь. Они существенно изменяют социокультурные аспекты и формируют будущее развитие общества.

Как отмечает футуролог Ричард Уотсон, человечество веками использовало различные технологии для изменения реальности: создавало инструменты, которые, в свою очередь, формировали самих людей. Однако сегодня мы наблюдаем беспрецедентный масштаб и глубину этих преобразований [7, С - 23]. Современные технологии значительно влияют на повседневную жизнь, являясь катализатором культурных изменений. Особое место среди них занимает смартфон – устройство, радикально трансформировавшее привычный уклад жизни.

Каждая культурно-историческая эпоха характеризуется особым набором предметов быта, формирующих привычки и традиции. Эти элементы домашней обстановки представляют собой результат длительной культурной эволюции. В процессе развития одни предметы обихода совершенствовались, другие полностью исчезали, уступая место инновациям. Среди настоящих новшеств, не имеющих исторических аналогов, выделяется смартфон.

Значимость бытовых предметов в формировании культуры подчеркивал известный историк Фернан Бродель. Хотя он не считал материальную составляющую единственным фактором влияния на человеческое существование, он признавал её важную роль в становлении общественного мировоззрения.

Сегодня смартфон стал неотъемлемой частью повседневности. По мнению Адама Гринфилда из Лондонской школы экономики, эти устройства всё больше доминируют в социальном пространстве, превращаясь из простого инструмента в неотъемлемую часть человеческого существа - своего рода цифровой организм.

Тесная связь со смартфонами привела к оцифровке многих аспектов жизни: фотографии, религиозные практики, поздравления, книги, общение и даже эмоции переместились в цифровое пространство. Этот процесс, по наблюдениям Гринфилда, вызывает дематериализацию повседневности.

Смартфон стал основным регистратором жизненного пути человека. Если раньше потеря бумажника считалась серьёзной проблемой, то сейчас потеря телефона имеет гораздо более значительные последствия, поскольку он содержит гораздо больше ценной информации.

Мобильные устройства кардинально изменили уклад жизни за короткий период. Их влияние очевидно, особенно в контексте изменения социальных взаимодействий. Профессор Массачусетского технологического института Шерри Тёркл рассматривает разрыв между реальной и виртуальной жизнью как одну из ключевых проблем современности.

Анализируя современные способы коммуникации, Тёркл отмечает тенденцию людей уходить от живого общения в цифровую среду. Особенно это заметно среди студентов, которые предпочитают электронное общение личным встречам с преподавателями, стремясь к "идеальной" формулировке вопросов и ответов.

Исследователи, включая писателя Самуэля Грингарда, обращают внимание на негативные последствия смартфонной зависимости, включая снижение концентрации

внимания. Постоянное переключение между реальным и виртуальным мирами приводит к тому, что человек не может полноценно функционировать ни в одном из них.

Даже люди, минимально использующие гаджеты, всё чаще проводят время, уткнувшись в экраны своих устройств. По мнению футуролога Ричарда Уотсона, смартфоны проникли в сферы нашей личной жизни, которые ранее оставались незатронутыми технологиями. В результате мы стали уделять больше внимания экранам, чем реальному окружению и живому общению. Личные отношения, включая дружбу и романтические связи, всё чаще проходят через призму цифрового взаимодействия, а физическая реальность начинает восприниматься как что-то второстепенное [7, С - 33].

Мы делегировали мобильным устройствам выполнение многих повседневных задач: от хранения контактной информации до управления финансами. Важные даты теперь находятся в телефонном календаре, а конфиденциальные данные - в заметках. Очевидно, что смартфон стал ключевым элементом современной повседневности, заменив собой множество предметов и сервисов. Однако такая всепоглощающая зависимость от устройства вызывает беспокойство и требует осмысления возможных последствий.

Такая формулировка сохраняет основную идею оригинального текста, но представляет её в другой структуре и словах, подчеркивая проблему чрезмерной зависимости от мобильных технологий и её влияние на качество человеческих взаимодействий.

По мнению экономиста Дэна Ариэли, наиболее заметные изменения, вызванные развитием коммуникационных технологий, произошли в сфере трудовой деятельности. Современные организации активно внедряют обновленные социальные нормы во взаимодействие с персоналом, особенно в вопросах оплаты труда и рабочего времени.

До появления цифровых технологий существовала чёткая граница между рабочим и личным временем - трудовая деятельность была привязана к конкретному физическому пространству и определённым часам работы. В современных условиях эта граница практически исчезла. Как отмечается в исследовании, "руководители ожидают, что сотрудники будут думать о работе даже за рулём автомобиля по пути домой или принимая ванну перед сном. Для этого они обеспечивают их ноутбуками и смартфонами, стремясь минимизировать дистанцию между офисом и домом" [1, С- 97].

Рабочий процесс органично переместился в цифровое пространство. Программное обеспечение адаптировано для мобильных устройств, позволяя создавать и просматривать документы вне зависимости от местоположения работника, включая период отпуска. Такая трансформация имеет свои преимущества: развитие способности к многозадачности, повышение конкурентоспособности и улучшение качества сервиса.

Тем не менее, данная ситуация создаёт у современного человека состояние постоянного стресса и беспокойства из-за отсутствия чётких временных рамок работы.

В современном цифровом мире мобильные устройства превратились в неотъемлемую часть повседневной жизни. Вместо традиционных служб такси мы используем приложения, банковские операции выполняются через мобильный банк без посещения отделений, а обращение в государственные учреждения требует обязательной онлайн-регистрации.

Значимость гаджетов особенно возросла во время пандемии Covid-19, когда доступ во многие общественные места стал возможен только при наличии QR-кода о

вакцинации на смартфоне. Тем не менее, такая цифровая интеграция создает предпосылки для удаленного контроля частной жизни и вторжения в личное пространство граждан.

Такая формулировка сохраняет основную мысль оригинального текста, но представляет её в другой структуре и словах, подчеркивая как удобство использования мобильных технологий, так и потенциальные риски для личной свободы.

Подводя итог, можно сказать, что данная статья ставила своей целью продемонстрировать значительные изменения в повседневной жизни, вызванные распространением современных информационно-коммуникационных технологий. По результатам проведенного исследования смартфон стал ключевым элементом современной повседневности. Анализ научной литературы показал, что жизнь людей подвергается кардинальным изменениям в нескольких важных направлениях:

Анализ показывает, что влияние смартфонов на современную жизнь проявляется в пяти ключевых аспектах:

Во-первых, существенно меняется характер межличностного общения. Цифровые технологии трансформируют способы коммуникации и даже эмоционального выражения.

Во-вторых, происходит массовый переход традиционных элементов повседневности в цифровой формат - от фотографий до финансовых операций.

Третий аспект касается размывания границ между рабочим временем и личной жизнью. Постоянная онлайн-доступность фактически устраняет разделение между профессиональной деятельностью и отдыхом.

Четвертая проблема связана с утратой приватности. Пользователи часто добровольно жертвуют конфиденциальностью ради удобства использования цифровых сервисов.

Пятый аспект - возрастающая зависимость от интернет-соединения при выполнении повседневных задач.

Исследование показало, что активное использование гаджетов не только "дематериализует" повседневную жизнь, но и снижает способность людей к самостоятельному мышлению и принятию решений. Безответственное отношение к управлению личными данными создает условия для формирования общества без свободы выбора и критического мышления.

Важно подчеркнуть, что сама по себе технология смартфонов представляет выдающееся достижение цивилизации. Современные устройства предоставляют уникальные возможности для развития и решения практических задач. Однако чрезмерная зависимость от гаджетов и некритичное доверие им могут негативно сказаться на качестве реальной жизни человека.

Список использованной литературы:

1. Ариели Д. Предсказуемая иррациональность: Скрытые силы, определяющие наши решения / Переработка и дополнительное издание — Перевод с английского — Москва: Альпина Паб лишер, 2019. — 335 с.

2. Бодрийяр, Ж. Симулякры и симуляция. – Тула, 2013. – 204 с.

3. Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV-XVIII вв. том 1-ый: Структуры повседневности: возможное и невозможное. – Москва: Прогресс,

1986. – 622 с.

4. Гринфилд А. Радикальные технологии: устройство повседневной жизни. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2019. – 424 с.

5. Грингард С. Интернет вещей: Будущее уже здесь. – Москва: Альпина Паблишер, 2020. – 184 с.

6. Ланье Дж. Кому принадлежит будущее? Мир, где за информацию будут платить вам. – Москва: Эксмо, 2020.- 560 с.

7. Ланье Дж. 10 аргументов удалить все свои аккаунты в социальных сетях. – Москва: ООО «Издательство «Эксмо», 2019.- 188 с.

8. Леонгард Г. Технологии против человека. – Москва: Издательство АСТ, 2018. – 320 с.

9. Уотсон Р. Технологии против Человека. Как мы будем жить, любить и думать в следующие 50 лет? / Р. Уотсон — «Эксмо», 2016 — 155 с.

10. Turkle Sherry. Alone together: why we expect more from technology and less from each other /. New York, 357 p. ISBN 978-0-465-01021-9.

11. The Guardian/ Sherry Turkle: ‘I am not anti-technology, I am proconversation’/ [Электронный ресурс]:

https://www.theguardian.com/science/2015/oct/18/sherry-turkle-not-anti-technology-pro-conversation?CMP=fb_gu

12. Айвазян А.А. Смартфон и его роль в нашей повседневности // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2021. №6. С. 74-81. http://doi.org/10.24412/1997-0803-2021-6104-74-81

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАР – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – BIOLOGICAL SCIENCES

УДК 574.5

Молдрахман Айдана Советғалиқызы
м. с.-х. н., научный сотрудник
ТОО «Научно производственный центр рыбного хозяйства»
(г. Алматы, Казахстан)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА КАПШАГАЙ

Аннотация: В данной статье приводятся сведения о фитопланктоне водохранилища Капшагай за 2024 г. За период исследования всего было выявлено 81 таксон, относящийся к 6 группам микроводорослей. Среди них, по акватории водоема наиболее часто встречались зеленые *Chlamydomonas* sp., *M. contortum, M. minutum, S. quadricauda,* диатомовые *A. formosa, L. kurdica, P. ocellata, U. acus* и пирофитовая *C. hirundinella* при частоте встречаемости 63-100 %. Количественное развитие микроводорослей по водоему было на умеренном уровне. Наиболее высокие значения численности и биомассы были зафиксированы в верхней части левобережья водохранилища. В период исследования весной и летом 2024 г. биомасса фитопланктона находилась на уровне «умеренного» класса определяя водоем как α-мезотрофный. Исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (Грант № BR23591095).

Ключевые слова: фитопланктон, водохранилище Капшагай, таксоны, видовой состав

Введение. Искусственные водоемы – плотины, пруды, водохранилища – неотъемлемая часть современной хозяйственной деятельности. Они служат источниками воды для орошения, обеспечивают электроэнергией, создают условия для рыбоводства и рекреации. Они создаются для конкретных хозяйственных нужд, в результате чего прилегающие ландшафты, как правило испытывают значительную антропогенную нагрузку [1].

Водохранилище Капшагай было построено в 1970 году в среднем течении реки Иле. Площадь данного водоема варьируется от 1275 до 1280 км², а объем воды составляет от 16,0 до 16,5 км³ [2]. Основным источником пополнения уровня воды в водохранилище является река Иле, которая обеспечивает до 70 % общего объема поступающей воды. На левом берегу реки находятся несколько притоков, среди которых наиболее значительными являются Шарын, Шелек, Тургень, Есик, Талгар и Каскелен. Левобережная часть водохранилища характеризуется мелководьем, ровным рельефом и песчано-глинистыми грунтами, местами заросшими тростником и рогозом. На правом берегу находится лишь река Шенгельды. Данный участок берега в основном состоит из каменистых и песчаных образований, отличается высокими берегами и значительными глубинами, достигающими 10-12 метров.

Фитопланктон, являясь первичным продуцентом, выполняет роль основного источника энергии и органического вещества на последующие трофические уровни

пресноводных водоемов [3]. По видам микроводорослей проводится оценка качества воды как на основе структурных показателей биологических сообществ, так и с оценкой водной среды по индикаторным видам. Поэтому, изучение автотрофного звена водных экосистем является неотъемлемой частью гидробиологических исследований. Изучение альгофлоры – важная задача, решение которой позволит не только более ясно описать биоту, но и показать экологическое санитарно-биологическое состояние вод, выделить виды-индикаторы для мониторинга [4].

Цель работы – изучить таксономический состав и количественное развитие планктонных микроводорослей водохранилища Капшагай.

Материалы и методы. Исследования фитопланктона водохранилища Капшагай проводились в мае и в августе 2024 г. Отбор и анализ материала по фитопланктону производился общепринятым гидробиологическим методом [5]. Сбор альгологического материала осуществлялся с прибрежных участков водохранилища. Для удобства оценки развития и распределения фитопланктона, водохранилище было условно разделено на четыре района (верхнее левобережье, нижнее левобережье, верхнее правобережье и нижнее правобережье) (рисунок 1). На каждом участке было выбрано по 2 станции для сбора натурного материала.

Рисунок 1 – Карта-схема расположения станции на водохранилище Капшагай

Определение и подсчет водорослей проводился в камере Горяева объемом 0,9 мм^3 в трех повторности с помощью микроскопа *Primo Star Carl Zeiss*. Расчет биомассы проводился счетно-объемным методом. Численность фитопланктона вычислялась по стандартной формуле:

$$N = \frac{nv_1}{v_2 w}$$

где N – число клеток в 1 см^3 воды, n – число клеток в камере объемом 1 мм^3, v_1 – объем концентрата пробы, v_2 – объем камеры, w – объем профильтрованной воды. Для идентификации микроводорослей использовались определители для отдельных групп и родов [6-13]. Современные названия водорослей приведены согласно всемирной базе данных [14].

Результаты и обсуждение. Разнообразие и обилие таксонов водорослей является отражением всех происходящих процессов в экосистеме водоема. Планктонный альгоценоз водохранилища Капшагай не является исключением. В период исследований

мае и августе 2024 г. в фитопланктоне водохранилища было зарегистрировано 81 таксон из различных групп микроводорослей (таблица 1). К ним относились зеленые – 36 таксонов, диатомовые – 22, синезеленые – 12, пирофитовые – 6, эвгленовые – 4 и золотистые 1 таксон. Наибольший вклад в формирование разнообразия сообщества микроводорослей вносили зеленые водоросли – 43 %. Второстепенными по разнообразию таксонов были диатомовые – 27 %. Доля остальных групп незначительна.

Таблица 1 – Таксономический состав и частота встречаемости (%) организмов фитопланктона водохранилища Капшагай, 2024 год

Таксон	май	август
Bacillariophyta - Диатомовые		
Achnanthidium trinode Ralfs		25
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	13	13
Aneumastus tusculus (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle	25	
Asterionella formosa Hassall	75	
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	13	13
Achnanthes sp.	13	
Cyclotella kuetzingiana Chauvin	38	
Cymbella affinis Kützing	25	
C. cymbiformis C.Agardh		13
C. lanceolata C.Agardh	25	
Diatoma elongata (Lyngbye) C.Agardh	13	
Discostella stelligera (Cleve & Grunow) Houk & Klee	13	
Gomphonella olivacea (Hornemann) Rabenhorst		13
Gomphonema acuminatum var. longiceps (Ehrenberg) N.Abarca & R.Jahn	13	
Lindavia kurdica (Håkansson) T.Nakov et al.	100	100
L.bodanica (Eulenstein ex Grunow) T.Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson	63	
Navicula radiosa Kützing		13
Navicula sp.		38
Nitzschia acicularis (Kützing) W.Smith	38	13
Pantocsekiella ocellata (Pantocsek) K.T.Kiss & Ács	100	88
Ulnaria acus (Kützing) Aboal	100	63
U. ulna (Nitzsch) Compère	38	
Итого: 22	17	11
Chlorophyta – Зеленые		
Ankistrodesmus arcuatus Korshikov		13
Binuclearia lauterbornii (Schmidle) Proshkina-Lavrenko	38	100
Chlamydomonas sp.	100	75
Chlorococcum infusionum (Schrank) Meneghini		88
Chlorotetraedron incus (Teiling) Komárek & Kovácik		25
Closteriopsis longissima (Lemm) Lemm	38	13
Coelastrum microporum Nägeli		25
C. astroideum De Notaris		50
Cosmarium sp.		25
Crucigenia fenestrata (Schmidle) Schmidle		13
Desmodesmus denticulatus (Lagerheim)		25
Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli		13
Golenkinia radiata Chodat		13
Lagerheimia quadriseta (Lemmermann) G.M.Smith		13
Monactinus simplex (Meyen) Corda		38

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	88	25
M. griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová		13
M. minutum (Nägeli) Komárková-Legnerová	88	13
Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock	38	25
Oocystis lacustris Chodat	13	50
Pediastrum duplex Meyen		13
Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E.Hegewald		13
Scenedesmus bijugatus Kützing		25
S. elegans Beck		88
S.ellipticus Corda	13	88
S. quadricauda (Turpin) Brébisson	63	38
Schroederia setigera (Schröder) Lemm		25
S.planctonica (Korshikov) Bourrelly		75
Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs		50
Tetradesmus cumbricus G.S.West	13	
T. lagerheimii M.J.Wynne & Guiry	50	63
Tetraëdron caudatum (Corda) Hansgirg	38	38
T. minimum (A.Braun) Hansgirg		75
T.triangulare Korshikov		13
Tetrastrum heteracanthum (Nordstedt) Chodat		13
T. staurogeniiforme (Schröder) Lemm	13	13
Итого: 36	13	35
Chrysophyta – Золотистые		
Dinobryon sertularia Ehrenberg	75	
Итого: 1	1	
Cyanobacteria – Синезеленые		
Anathece clathrata (West & G.S.West) Komárek	13	63
Chroococcus cohaerens (Brébisson) Nägeli		13
Ch. minimus (Keissler) Lemmermann		75
Ch. minor (Kützing) Nägeli		25
Limnococcus limneticus (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová		13
Merismopedia minima G.Beck		25
M. tenuissima Lemm	13	88
M. tranquilla (Ehrenberg) Trevisan		38
Microcystis pulverea (H.C.Wood) Forti		13
M. flos-aquae (Wittrock) Kirchner		13
Oscillatoria sp.		25
Pseudanabaena catenata Lauterborn		63
Итого:12	2	12
Miozoa – Пирофитовые		
Ceratium hirundinella (O.F.Müller) Dujardin	63	25
Glenodinium quadridens (Stein) Schiller	38	100
Glenodinium sp.		25
Gymnodinium sp.	13	38
Kolkwitziella acuta (Apstein) Elbrächter	75	50
Peridinium bipes F.Stein	38	
Итого:6	5	5
Euglenophyta – Эвгленовые		
E.viridis (O.F.Müller) Ehrenberg	50	25
Monomorphina pyrum (Ehrenberg) Mereschkowsky		25
Strombomonas sp.	13	13

Trachelomonas sp.	13	13
Итого: 4	3	4
Всего:81	41	67

Обилие таксонов по сезонам варьировало от 41 до 67. В мае, при весенних температурах (16,7-21,7 °С), количество таксонов составляло 41. Наибольшим разнообразием видов и форм микроводорослей характеризовались диатомовые (41 %) и зеленые (32 %) водоросли. Среди них, по акватории водоема наиболее часто встречались зеленые *Chlamydomonas* sp., *M. contortum, M. minutum, S. quadricauda,* диатомовые *A. formosa, L. kurdica, P. ocellata, U. acus,* пирофитовые *C. hirundinella, K. acuta* и золотистая *D. sertularia* при частоте встречаемости 63-100 %. Для остальных групп фитопланктона было характерно локализация в определенных участках водохранилища.

К концу лета, с повышением температуры воды (26,1-29,6 °С), количество видов и форм микроводорослей возросло до 1,6 раза (67 таксонов). Отличившиеся весной повсеместным распространением диатомовые и зеленые, летом сохранили свои позиции. Ряды широко распространенных видов и форм дополнились представителями синезеленых и пирофитовых. В числе наиболее часто встречаемых видов отмечены: зеленые – *B. lauterbornii, Ch. infusionum, S. elegans, S. ellipticus, S. planktonic, T. lagerheimii*, пирофитовые – *G. quadridens*, синезеленые – *A. clathrata, Ch. minimus, M. tenuissima, P. catenata.*

Количественное развитие микроводорослей характеризовались различной степенью развития по участкам водоема (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение количественных показателей фитопланктона по водохранилищу Капшагай, 2024 год

Группы	Нижнее правобережье, № 1		Верхнее правобережье, № 2		Нижнее левобережье, № 3		Верхнее левобережье, № 4		Среднее по водоему	
	май	август	май	август	май	август	май	август	май	август
Численность, млн.кл/м^3										
Bacillario-phyta	412,5	101,7	329,2	112,5	363,3	148,3	531,7	235,8	409,2	149,6
Chloro-phyta	16,7	188,3	30,0	650,0	80,0	450,8	160,0	179,2	71,7	367,1
Chryso-phyta	18,3	-	-	-	18,3	-	19,2	-	14,0	-
Cyano-bacteria	-	170,0	-	585,8	13,3	618,3	31,7	1344,2	11,3	679,6
Miozoa	2,5	21,7	1,7	30,8	30,8	10,0	155,8	9,2	47,7	17,9
Euglено-phyta	1,7	4,2	-	11,7	27,5	4,2	-	0,8	7,3	5,2
Всего	451,7	485,9	360,8	1390,9	533,4	1231,7	898,4	1769,2	561,1	1219,4
Биомасса, мг/м^3										
Bacillario--phyta	779,9	186,1	540,2	213,7	613,0	258,2	816,8	432,1	687,5	272,5
Chloro-phyta	9,3	237,8	18,8	719,4	43,6	326,6	170,1	196,4	60,4	370,1
Chryso-phyta	16,8	-	-	-	16,8	-	17,6	-	12,8	-
Cyano-bacteria	-	4,0	-	19,6	0,1	7,8	0,1	112,3	0,0	35,9

Miozoa	29,9	147,4	137,3	2012,1	1217,5	54,2	1765,8	44,3	787,6	564,5
Eugleno-phyta	9,2	22,9	-	5,7	146,2	32,2	-	9,4	38,9	17,5
Всего	845,1	598,1	696,2	2970,5	2037,1	679,0	2770,4	794,5	1587,2	1260,5

В майском планктоне максимальные величины численности и биомассы микроводорослей отмечались в верхней части левобережья водохранилища. Многочисленны на данном участке, диатомовые водоросли, они составляют 59 % суммарного значения, благодаря *L.kurdica* – 348,3 млн.кл/м^3 (39 %). По биомассе микроводорослей лидируют представители пирофитовых – 64 %, за счет *K. acuta* – 878,2 мг/м^3 (32 %). Обилие диатомовых отмечается и на остальных участках водохранилища, где они создавали от 68 до 91 % численности. В нижней и верхней части правобережья диатомеи создают 92 % и 77 % биомассы, благодаря центрической *L.kurdica* – 673,3 мг/м^3 (79 %) и 351,6 мг/м^3 (50 %) соответственно. В планктоценозе более мелководной нижней части левобережья, основу биомассы формировали диатомовые (30 %) и пирофитовые (60 %) водоросли. Среди них наибольшая масса клеток принадлежало *L.kurdica* – 448,3 мг/м^3 (22 %) и *C. hirundinella* – 953,9 мг/м^3 (47 %).

Согласно шкале трофности Китаева С.П. средняя биомасса весеннего фитопланктона по водохранилищу оценивается «умеренным» классом кормности, а водоем отнесен к α-мезотрофному типу [15].

Летом 2024 г. наблюдается увеличение численности планктонных микроводорослей относительно весны в 2 раза. Наибольшие значения зафиксированы также как и весной в верхней части левобережья, многочисленны в этом сезоне синезеленые водоросли (76 %). Среди них преобладают колониальные виды как *Ch. cohaerens* – 366,6 млн.кл/м^3 (21 %) и *M. tenuissima* – 304,9 млн.кл/м^3 (17 %). Обилие синезеленых водорослей сохраняется и на остальных участках водоема, формируя от 35 до 50 % суммарного значения. Превалируют среди них колониальная *Ch. minimus* продуцируя от 14 до 16 % суммарной численности сообщества в биотопах. В планктоценозе верхней и нижней части правобережья, многочисленностью характеризуются и зеленые водоросли. Они продуцировали 47 % численности в верховье и 39 % в низовье правобережья, благодаря *S.ellipticus* – 234,1 млн.кл/м^3 (17 %) и *S.planctonica* – 53,3 млн.кл/м^3 (11 %) соответственно.

В августе максимальная биомасса фитопланктона зафиксирована в верхней части правобережья (2970,45 мг/м^3) водохранилища. На данном участке водоема основу биомассы планктонных микроводорослей формируют пирофитовые водоросли (68 %), за счет крупноразмерной *C. hirundinella* – 1907,8 мг/м^3 (64 %).

В нижних частях правобережья и левобережья водоема основная доля биомассы сообщества приходится на долю зеленых водорослей. Преобладает среди них колониальная шаровидная водоросль *S.planctonica*, доля которой составляет 27 % (164 мг/м^3) в правобережье и 17 % (117,3 мг/м^3) в левобережье.

В верховье левобережья водоема показатели биомассы микроводорослей продуцируются диатомовыми – 54 %. Среди них превалирует центрическая *L.kurdica,* формируя 37 % (291,6 мг/м^3) суммарного значения.

Согласно известной шкале трофности, среднее значение биомассы летнего фитопланктона по водоему оценивается «умеренным» классом, α-мезотрофного типа водоема.

Заключение. В период исследований май и август 2024 г. в планктонном альгоценозе водохранилища Капшагай было зарегистрировано 81 таксон микроводорослей, среди которых преобладали по числу диатомовые (27 %) и зеленые (44 %). Показатели количественного развития фитопланктона были на умеренном уровне. В мае и августе максимальная численность микроводорослей зафиксирована в верхней части левобережья – 898,35 млн.кл/м^3 и 1769,18 млн.кл/м^3. В мае многочисленны диатомовые (73 %), в августе – синезеленые (56 %) водоросли. Основу биомассы продуцировали в весной диатомовые (43 %) и пирофитовые (50 %), а летом зеленые (29 %) и пирофитовые (45 %) водоросли. Средние значения биомассы микроводорослей весеннего (1587,1 мг/м^3) и летнего (1260,5 мг/м^3) планктона относились к «умеренному» классу α-мезотрофного типа водоема. Уровень развития фитопланктона водохранилища Капшагай свидетельствует о благоприятных условиях для их развития, и оптимального уровня кормности для планктонных фильтраторов и мальков рыб.

Список литературы:

1. Е.В. Коханистая Фитопланктон как показатель состояния водных экосистем Пролетарского и Веселовского водохранилищ [Текст] / Е.В. Коханистая // Известия вузов. Северо-Кавказский Регион. Естественные Науки. 2014. № 5

2. Турсунов Э. А., Мадибеков А. С., Ранова С. У., Галаева А. В. Современные батиграфические характеристики Капшагайского водохранилища // Гидрометеорология и экология. 2014. №2 (73)

3. Акмуханова Н.Р., Заядан Б.К., Садвакасова А.К., Бауенова М.О., Карабекова А.Н. Альгофлора и биологическая оценка Кольсайских озѐр. Вестник КазНУ. Серия экологическая, [S.l.], v. 55, n. 2, P. 69-79, oct. 2018. ISSN 2617-7358.

4. Горохова О.Г. Состав и структура сообществ фитопланктона реки Самары (бассейн Саратовского водохранилища) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2020. – Т. 162, кн. 3. – С. 413–429. – doi: 10.26907/2542-064X.2020.3.413-429

5. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, бентос). Издание 2-ое, переработанное и дополненное. – Алматы: КазНИИРХ, 2008.- 43 с.

6. Определитель низших растений. Водоросли / Л.И. Курсанов [и др]. под ред. Л.И. Курсанова. — М.: –1953. – Т. 1. –С. 396.

7. Определитель низших растений. Водоросли / И.А. Киселев [и др]. под ред. Л.И. Курсанова. — М.: – 1953. – Т. 2. – С.309.

8. Определители пресноводных водорослей СССР: Вып. 4. Диатомовые водоросли —М.: «Советская Наука» – 1951. – С.681.

9. Определители пресноводных водорослей СССР: Вып. 2. Синезеленые водоросли — М.: «Советская Наука» – 1953. – С.646.129

10. Определители пресноводных водорослей СССР: Вып. 11 (2). Зеленые водоросли — М.: Советская Наука –1982. – С.624.

11. Определители пресноводных водорослей СССР: Вып. 6. Пирофитовые водоросли — М.: Советская Наука –1954. – С.211.

12. Определители пресноводных водорослей СССР: Вып. 7. Эвгленовые водоросли — М.: Советская Наука –1955. – С.281.
13. Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии. «Наука», –1978. 284 с.
14. https://www.algaebase.org/ (дата обращения 01.04.2025).
15. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.

Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»

Редактор: Байдильдинов Т.Ж.
Комп.верстка: Хусаинов Е.М.

Электронный научный журнал «Central Asian Scientific Journal»
-2025-2(26)-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

© Central Asian Scientific Journal, 2025