

16+



ISSN 2410-6070

№9-2/2026

ИННОВАЦИОННАЯ
НАУКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА

ISSN 2410-6070

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

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

Размещение в "КиберЛенинке" по договору №32505-01

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

Все статьи индексируются системой Google Scholar.

Учредитель: ООО «Аэтерна»

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

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

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

All journal articles are indexed by Google Scholar.

Founder: LLC "Aeterna"

Цена свободная. Распространяется по подписке.

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

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

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна

The price of free. Distributed by subscription

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

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

When you use and borrowing materials reference is obligatory.

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

Учредитель, издатель и редакция

Международного научного журнала «Инновационная наука»:

450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | +7 347 266 60 68

<https://aeterna-ufa.ru> | info@aeterna-ufa.ru

Подписано в печать 22.09.2026 г. Дата выхода в свет 22.09.2026 г.

Формат 60x90/8. | Усл. печ. л. 24.00. | Тираж 500.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе ООО «Аэтерна»

450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | +7 347 266 60 68

<https://aeterna-ufa.ru> | info@aeterna-ufa.ru

Главный редактор:

Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

Редакционный совет:

Абдуллин Тимур Зуфарович, к.т.н.

Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.

Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с.-х.н.

Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.

Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.

Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.

Андрейчев Алексей Владимирович, к.б.н.

Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.

Баишева Зия Вагизовна, д.фил.н.

Байгузина Люза Закиевна, к.э.н.

Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.

Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD

Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.

Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН

Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.

Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.

Габрусь Андрей Александрович, к.э.н.

Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.

Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.

Гимранова Гузель Хамидулловна, к.э.н.

Григорьев Михаил Федосеевич, д.с.-х.н.

Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.

Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.

Датий Алексей Васильевич, д.м.н.

Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.

Дусматов Абдурахим Дусматович, к. т. н.

Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.,

Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.

Епхиева Марина Константиновна, к.пед.н., проф. РАЕ

Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.

Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.

Зарипов Хусан Баходирович, PhD.

Иванова Нионила Ивановна, д.с.-х.н.

Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.

Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.

Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.

Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.

Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.

Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.

Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,

Козлов Юрий Павлович, д.б.н., заслуженный эколог РФ

Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.

Кониюковская Наталья Олеговна, к.э.н.

Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.

Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.

Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.

Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.

Ларионов Максим Викторович, д.б.н.

Малышкина Елена Владимировна, к.и. н.

Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.

Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.

Мухаммадеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.

Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.

Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.

Нурдавлитова Эльвира Фанисовна, к.э.н.

Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.

Половения Сергей Иванович, к.т.н.

Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.

Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.

Прошин Иван Александрович, д.т.н.

Равшанов Махмуд, д.филос.н.

Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.,

Сафина Зия Закировна, к.э.н.

Симонович Надежда Николаевна, к.псих.н.

Симонович Николай Евгеньевич, д.псих.н., академик РАЕН

Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.

Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.

Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.

Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.

Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ

Трифоновна Елена Николаевна, к.э.н.

Умаров Бехзод Тургунгулатович, д.т.н.

Хайров Расим Золимхон угли, к.пед.н.

Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к. т. н.

Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с.-х.н.

Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.

Чиладзе Георгий Бидзинович, д.э.н., д.ю.н., член РАЕ

Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.

Шкирманов Александр Прокопьевич, д.т.н., член РАЕ

Шляхов Станислав Михайлович, д.физ.-мат.н.

Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.

Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и. н.

Яковишина Татьяна Федоровна, д.т.н.

Янгиров Азат Вазилович, д.э.н.

Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Charyberdiyev K., Mekanova L.** 10
EQUINE BIOLOGY AND ECOTOURISM ENTERPRISE
- Charyberdiyev K., Maksadov M.** 12
EQUINE BIOMECHANICS AND ECOTOURISM ENTERPRISE: FOSTERING SUSTAINABLE COMMERCIAL VENTURES THROUGH ADVANCED ANIMAL SCIENCE AND CULTURAL HERITAGE

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Amangeldiyeva G., Gurbangeldiyev R., Amanmuhammedov S.** 16
ADVANCEMENTS, INFRASTRUCTURE, AND THE FUTURE OF GLOBAL TELECOMMUNICATIONS
- Atayev M., Agamyradov A., Gurbanova S.** 18
INFRASTRUCTURE INNOVATION, INTELLIGENT ROUTING, AND THE EVOLUTION OF GLOBAL TELECOMMUNICATION NETWORKS
- Kalbiyev R.K., Ismayilzada Z.M.** 20
RESEARCH ON HYDROGEN PRODUCTION USING WIND ENERGY
- Penayeva O., Kopekov R., Kakayev O.** 24
INFRASTRUCTURE, PROTOCOLS, AND THE NEXT GENERATION OF TELECOMMUNICATION ENGINEERING
- Saryyev N., Hojakulyyev D., Allakulyyev O.** 26
THE GLOBAL WEB: EVOLUTION, ARCHITECTURE, AND FUTURE HORIZONS OF MODERN TELECOMMUNICATION NETWORKS
- Абдыкеримов А., Агамаммедов М., Акмырадова А., Аллаберенова А.** 28
АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И ЭКОГЕОХИМИЯ
- Аганиязова А., Базаров Н., Бегенчалиев Т., Бегенджов Б.** 30
ГЕОХИМИЯ ТЕХНОСФЕРЫ: ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ И МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА БИОСФЕРЫ
- Акмаммедов Х., Джумаева О., Сопыева А., Батырова А.** 31
ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД И ЗВЕЗДНЫЙ НУКЛЕОСИНТЕЗ
- Аминев В.Ф.** 33
ПРИМЕНЕНИЕ ПОДВОДНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЗАКАНЧИВАНИИ И РЕМОНТЕ СКВАЖИН С ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК
- Аминев В.Ф.** 36
ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛОННОЙ ДЛЯ СПУСКА НА СОБЛЮДЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ ФИЛОСОФИИ ПО NORSOK D-010 И ISO 13628-7
- Атаев Ю., Гайгысызова Дж., Оразова Г., Амангелдиева А.** 39
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДОБЫЧИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗНОСА ОБОРУДОВАНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ И ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ашыров М., Машарипов Т., Хатамов М., Максадов А. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ ДАННЫХ В ЭКОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ: СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОСТРАНСТВЕННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ	41
Бабаева Э., Чарыев А., Чарыев Ш., Даянчев А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НАУКИ О ДАННЫХ В ГЕОХИМИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, АЛГОРИТМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ	42
Бегенджова Г., Гылыджова А., Оразгельдиев С., Ыбадуллаева А. МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗИ ФИЗИКИ И ИНЖЕНЕРИИ НА ОСНОВЕ STEM-ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ТЕОРИИ МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР	44
Евдокимов М.А. КАСКАДНАЯ СИСТЕМА УДЕРЖАНИЯ КЛИЕНТОВ: ПРОГНОЗ ОТТОКА, МНОГОВАРИАНТНОЕ UPLIFT- МОДЕЛИРОВАНИЕ И БЮДЖЕТНО-ОГРАНИЧЕННЫЙ ВЫБОР СТИМУЛИРУЮЩЕЙ МЕХАНИКИ	45
Емашева Э.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ- И ТРЁХКОЛОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СКВАЖИН	61
ЕРИЧЕВ Д.Ю., КИКОТЬ Н.В., КУЗЬМИН М.В. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТОРЦОВЫХ КОНТАКТНЫХ ГРАФИТОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	64
Исмаилов С., Илхамов И., Сейитназаров Дж., Пыхыев Л. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОИСКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	69
Лебедев О.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ СХЕМ РОТОРОВ АВИАЦИОННЫХ ГТД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОСТИЖЕНИЯ БАЛАНСА СИЛ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ	70
Мухаммедова Б., Байрамова А., Нурлыев Б., Агагельдиев А. РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗОТОПНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ПУТЕЙ ИХ МИГРАЦИИ И ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ	75
Нурлыев Б., Абдуллаев Д., Агамедов А., Аманмырадова Г. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ: МЕХАНИЗМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ	76
Нурлыев Б., Аннасахедова Т., Ашыров Д., Багыбекова О. ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА НА ЛОКАЛЬНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ДИНАМИКУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ	78
Нурлыев Б., Абдырасулова В., Амангулыев Н., Амангылыджов В. СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ	79
Нурлыев Б., Абдыев А., Агамырадов В., Акмаммедов А. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОЗАБОРА, СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ВНЕДРЕНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	81

- Судеймангулыев А., Кошилиева А., Тячмухаммедов Б., Агаев В.** 82
ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ИТ-СИСТЕМ: ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ,
АРХИТЕКТУРНЫХ ПОДХОДОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ

- Хозеров В.С.** 84
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМБИНАТОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ
ДИАГНОСТИКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Худдыева Р., Туркменова З., Какабаев М., Ибрагимова М.** 86
ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

- Charyyev S., Agayev B., Gurbandurdyev G.** 89
DIGITAL Pedometer tracking and automated physiological monitoring systems for
Akhal-Teke horses

- Dovletova S.** 90
THE INTEGRATION OF EXPERIENTIAL PEDAGOGY, BUSINESS INCUBATION, AND ENTREPRENEURIAL
MINDSETS IN CONTEMPORARY ACADEMIC CURRICULA

- Gurdov N., Garyagdyev M., Davydova G., Ballyyeva M.** 92
APPLICATION OF VIRTUAL REALITY (VR) SIMULATORS IN TRAINING EQUINE SPECIALISTS AND RIDING
INSTRUCTORS

- Nazarova Sh., Dovrangeldiyev P., Seidova O.** 94
APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND BIG DATA IN ENVIRONMENTAL
MONITORING

- Nazarova Sh., Orazmyradov T., Gurbanmyradova G.** 95
MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR FORECASTING ENVIRONMENTAL CHANGES AND CLIMATE
RISK ASSESSMENT

- Toilyyeva O., Milyayev I., Charyyev M., Durdyyeva O.** 97
THE CONVERGENCE OF SPATIAL COMPUTING, OPTICAL MOTION TRACKING, AUTOMATED AUDIO
CONTROL, AND PROJECTION MAPPING IN CONTEMPORARY CIRCUS ARTS TO CREATE ADAPTIVE, REAL-
TIME STAGE ENVIRONMENTS

- Yaranov O., Hajyyeva Z., Rejepova G.** 98
DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL INNOVATIONS IN AGRICULTURE ON THE OCCASION
OF THE GLORIOUS 35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE

- Yazyyev K., Akmyradova A.** 100
35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE: THE ROLE OF THE DIGITAL SYSTEM IN AUTOMATING
INDUSTRIAL SECTORS

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Галимзянова Л.Р., Килькеев Р., Овчинникова А.И.** 103
ОТ БУМАЖНОГО ПУТЕВОДИТЕЛЯ К ЦИФРОВИЗАЦИИ: ЭВОЛЮЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ
ИСТОРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ТУРИСТАМ В XX–XXI ВЕКАХ

- Hommadova G., Nuryyeva A.** 107
GLORIOUS 35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE: PRINCIPLES OF NATIONAL STATEHOOD AND ACHIEVEMENTS

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Amandurdyev G., Hydyrmuhammedova O.** 110
DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY IN INDEPENDENT TURKMENISTAN AND ITS ROLE IN PUBLIC ADMINISTRATION
- Balakov A.** 111
INNOVATING PEDAGOGICAL FRAMEWORKS FOR ENTREPRENEURIAL LEADERSHIP AND ENTERPRISE DEVELOPMENT
- Charyberdiyev K., Durdygulyjova M.** 113
BIO-EQUESTRIAN ENTERPRISE: BRIDGING EQUINE PHYSIOLOGY, ANIMAL WELFARE, AND SUSTAINABLE HERITAGE TOURISM
- Charyberdiyev K., Bayramgulyyeva A.** 116
INTEGRATING EQUINE PHYSIOLOGICAL MECHANICS AND SUSTAINABLE ECOTOURISM ENTERPRISE: A BLUEPRINT FOR ETHICAL OUTDOOR RECREATION AND REGIONAL DEVELOPMENT
- Charyberdiyev K., Berdigulyyeva K.** 118
PHYSIOLOGICAL FOUNDATIONS AND SERVICE ARCHITECTURE: DEVELOPING SUSTAINABLE EQUESTRIAN TOURISM ENTERPRISES THROUGH ADVANCED EQUINE SCIENCE
- Galpakov K.** 120
PEDAGOGICAL INNOVATIONS, ENTERPRISE INCUBATION, AND THE INTEGRATION OF ENTREPRENEURIAL THINKING IN MODERN ACADEMIC ECOSYSTEMS
- Наджиева М.Д.** 122
РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
- Устюгов Ю.А.** 125
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО ONLINE КВАНТОВОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ (СЭВ) НА ТЕРРИТОРИИ. ЧАСТЬ 15: МЕТОД НАРАЩИВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ СЭВ НА ТЕРРИТОРИИ В ХОДЕ ОРТ УПРАВЛЕНИЯ ПОДСИСТЕМОЙ СЭР_γ ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ СЛОЁВ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АГЛОМЕРАЦИИ A_{γ5} НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АГЛОМЕРАЦИИ A_{γ21}

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Гулыева К., Мухаммедов С., Кашанова Г.** 139
РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
- Старцев С.С.** 140
ОТ LOL ДО СЛЕНГА ПОКОЛЕНИЯ Z: КАК ИНТЕРНЕТ СОЗДАЕТ НОВЫЙ АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Annamov R., Bashimov H., Bayjayev K.** 144
THE ROLE OF PHYSICAL EDUCATION AND MASS SPORTS IN SHAPING A HEALTHY LIFESTYLE AMONG YOUTH
- Begdurdyeva Ch., Orazgeldiyeva A., Amansahedova G.** 145
THE ROLE OF NATIONAL TRADITIONS AND MODERN ENHANCEMENT METHODS IN THE LABOR EDUCATION OF YOUTH
- Ovezgeldiyeva E., Ashyrmuhammedov Sh., Annaberdyeva A.** 146
3D VISUALIZATION AND COMPUTER MODELING TECHNIQUES IN MODERN ANATOMICAL EDUCATION
- Ovezgeldiyeva E., Guychgeldiyeva J.** 148
PEDAGOGICAL STRATEGIES FOR INTEGRATING BUSINESS INNOVATION AND ENTERPRISE EDUCATION IN MODERN ACADEME
- Ovezgeldiyeva E., Gokgozov B.** 150
TRANSFORMING EDUCATIONAL PARADIGMS: FOSTERING ENTREPRENEURIAL COMPETENCIES AND COMMERCIAL ACUMEN IN MODERN ACADEMIC CURRICULA
- Toilyyeva B., Gurbanberdiyev B., Hojamgulyyev D.** 153
GLORIOUS 35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE: IMPLEMENTATION AND EFFICIENCY OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION SYSTEM
- Буковцова М.А.** 154
НРАВСТВЕННОЕ ОТНОШЕНИЕ К ОБЩЕСТВЕННО ПОЛЕЗНОМУ ТРУДУ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ
- Кукса О.А.** 156
ИГРЫ-ЗАНЯТИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ФОНЕМАТИЧЕСКОГО СЛУХА У ДОШКОЛЬНИКОВ
- Кулинченко К.С.** 158
МЕТОДЫ И ПРИЁМЫ КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ УЧИТЕЛЯ-ЛОГОПЕДА С ЗАИКАЮЩИМСЯ РЕБЁНКОМ
- Левшина К.И., Лашина Н.В.** 161
ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА РЕЧЕВОЕ РАЗВИТИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ
- Малахова В.В.** 164
ОТ ПРАВИЛА К ОТКРЫТИЮ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА
- Попова К.С.** 169
ИГРОВАЯ ТЕРАПИЯ С ПЕСКОМ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОСПИТАТЕЛЯ

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

- Котельников В.В., Балтер Р.Б., Иванова Т.В.** 172
ЗНАЧЕНИЕ КЛИНИКО-АНАТОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ПАЦИЕНТОК С ЭНДОМЕТРИОИДНЫМИ КИСТАМИ ЯИЧНИКОВ В АНАМНЕЗЕ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ УКАЗАННОЙ ПАТОЛОГИИ

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

- Atagulyyev G., Joramyradov B., Berdiyev B.** 176
HISTORICAL DEVELOPMENT PATH AND MODERN FACETS OF TURKMEN NATIONAL MUSICAL ART
- Erkinnazarov O., Shekeralyyeva D., Ilmyradov A.** 177
APPLICATION OF MODERN TRAINING METHODS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PHYSICAL EDUCATION CLASSES
- Orazalyyev I., Vepayev A., Guldurdyyev B.** 179
REFLECTION OF HISTORICAL AND MODERN THEMES IN THE NATIONAL SCHOOL OF PAINTING
- Парфенова Е.И.** 180
ЯПОНСКАЯ КУХНЯ

АРХИТЕКТУРА

- Савельева А.А.** 184
ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН И РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА: СНИЖАЕТ ЛИ АЛГОРИТМ ОТХОДЫ ФАНЕРЫ

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Мацнева Т. А., Ковтун Ю. И.** 191
ОЖИВШИЕ ИСТОРИИ: ПИКСИЛЯЦИЯ КАК ПУТЬ К ТВОРЧЕСТВУ И РЕАБИЛИТАЦИИ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОВЗ

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

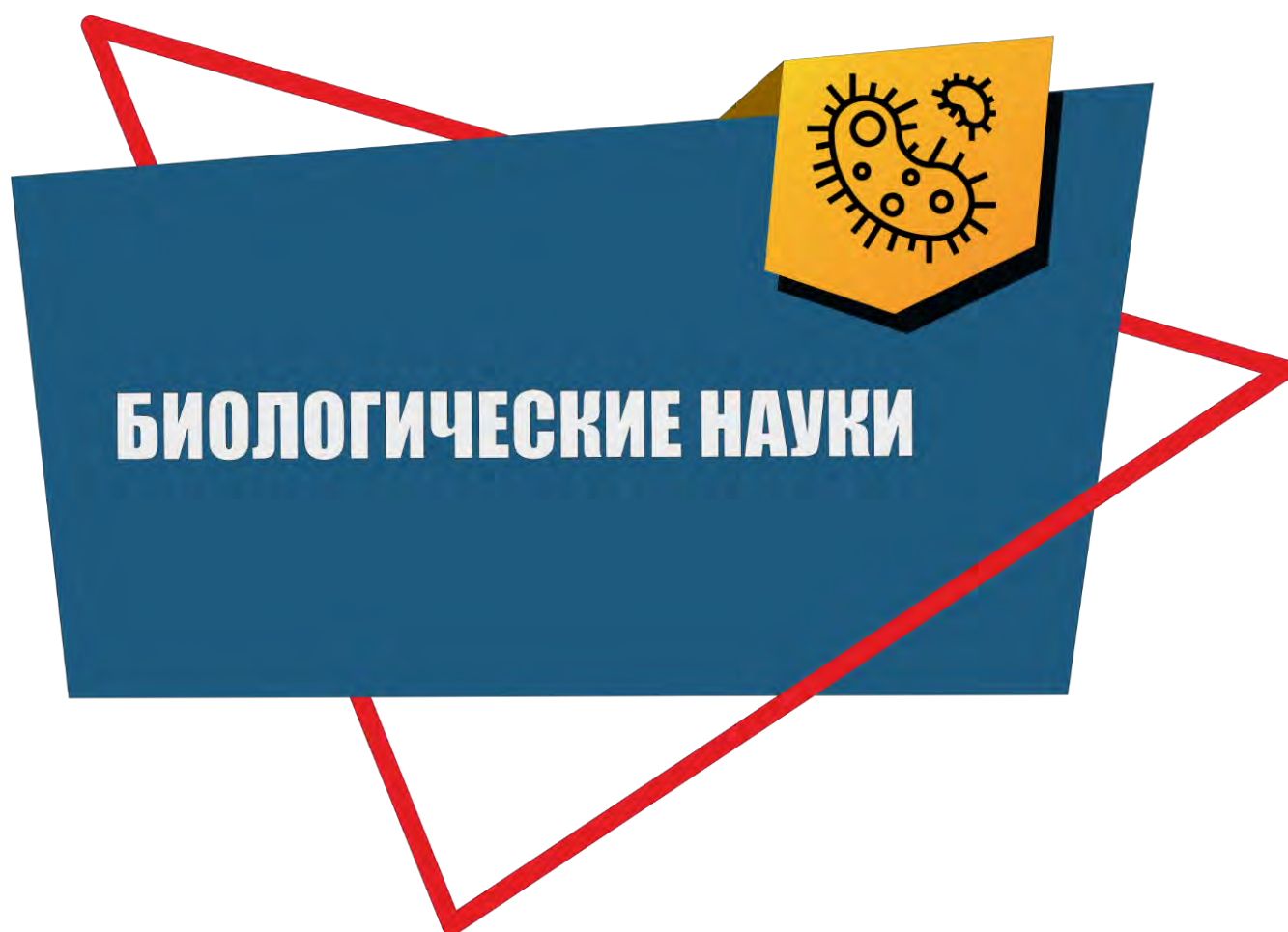
- Шыхмаммедов А., Овезбердиева Л., Мырадова А., Моммаев М.** 194
35 ЛЕТ СУВЕРЕНИТЕТА ТУРКМЕНИСТАНА: ЭПОХА СОЗИДАНИЯ И УСТРЕМЛЁННОСТИ В БУДУЩЕЕ

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Мамедов Дж., Амандурдыев У., Аннамырадова А.** 197
КНИГА ПРЕЗИДЕНТА НЕЙТРАЛЬНОГО ТУРКМЕНИСТАНА ОЛИЦЕТВОРЯЕТ ПРИНЦИПЫ МИРНОГО СОСУЩЕСТВОВАНИЯ И БЛАГОПОЛУЧИЕ НАРОДОВ ВО ВСЕМ МИРЕ

КУЛЬТУРОЛОГИЯ

- Geldimyradova N., Abayev Y., Halylova M.** 200
THE ROLE OF TRADITIONAL MUSICAL INSTRUMENTS AND FOLKLORE HERITAGE IN EDUCATING THE YOUNGER GENERATION
- Кузмина И.П., Кононова Т.К.** 201
КУЛЬТУРНЫЙ КОД В ТЕАТРАЛЬНОМ ИСКУССТВЕ КАК МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ



УДК 57

Charyberdiyev Kakageldi,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Mekanova Leyla,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

EQUINE BIOLOGY AND ECOTOURISM ENTERPRISE**Abstract**

The intersection of equine biology, advanced animal physiology, and sustainable ecotourism entrepreneurship represents a burgeoning yet underexplored frontier in modern commercial enterprise and specialized education. As global interest in eco-friendly travel and ethical animal interaction expands, traditional livestock management must evolve to embrace service-oriented business models that prioritize animal welfare, biomechanical health, and immersive cultural experiences. This comprehensive article explores the biological principles governing equine locomotion, anatomy, and behavioral psychology, and demonstrates how these scientific insights form the operational foundation for lucrative, ethical equestrian tourism ventures. By integrating rigorous biological knowledge with strategic enterprise management, entrepreneurs can design high-value recreational programs, therapeutic riding centers, and heritage-focused trekking expeditions. The proposed framework highlights how sustainable equine tourism fosters regional economic resilience, protects cultural heritage, and establishes a blueprint for responsible, nature-based commercial development worldwide.

Keywords:

equine biology, ecotourism, entrepreneurship, animal physiology, sustainable development, equestrian tourism, behavioral psychology.

Introduction

The contemporary tourism and agricultural sectors operate within an increasingly complex, highly competitive, and environmentally conscious global marketplace that demands a radical re-evaluation of how animal-based enterprises are conceptualized and managed. Historically, equine management focused primarily on utilitarian agricultural labor, livestock breeding for physical production, or basic transport, frequently overlooking the vast commercial potential of experiential tourism, equine sports recreation, and animal-assisted wellness programs. However, achieving sustainable economic growth in the twenty-first century requires modern entrepreneurs to understand that the true value of the horse lies not in commodification, but in its living biological mechanics, its deep historical symbiosis with human culture, and its unique capacity to facilitate therapeutic and recreational engagement. Consequently, bridging the gap between equine biological science and entrepreneurial ecotourism design is essential for creating viable, ethical business ventures. This comprehensive article examines how a thorough understanding of equine anatomy, physiological endurance, and behavioral science enables entrepreneurs to build thriving, sustainable ecotourism enterprises that honor animal welfare while capturing lucrative global tourism markets.

Main Part

The successful establishment of an equine ecotourism enterprise begins with a rigorous application of equine biology, specifically regarding biomechanics, musculoskeletal health, and physiological endurance management. Unlike mechanical tourism assets, horses are living biological systems whose operational capacity

depends entirely on optimal hoof balance, spinal alignment, cardiovascular conditioning, and nutritional science. Entrepreneurs in the sustainable tourism sector must design trekking routes, riding schedules, and workload capacities that align directly with the natural physiological limits of the animal, preventing fatigue-related injuries and ensuring long-term vitality. By incorporating advanced veterinary monitoring, ergonomic saddle design based on equine scapular and vertebral anatomy, and scientific dietary programming, business owners can maintain elite herd health while delivering a smooth, safe, and deeply satisfying riding experience for international tourists seeking authentic outdoor adventures.

Furthermore, leveraging equine behavioral psychology and ethology is vital for curating engaging, safe, and educational ecotourism experiences that resonate with modern consumers. Modern travelers are increasingly drawn to ethical, humane animal interactions, seeking a deeper connection with nature rather than passive entertainment. Equine businesses can capitalize on this demand by offering specialized educational workshops on horse communication, herd dynamics, and natural horsemanship, transforming routine trail rides into immersive learning expeditions. Entrepreneurs who train their staff in positive reinforcement techniques and stress-free handling create relaxed, cooperative equine partners that project calmness and reliability to visitors. This focus on behavioral science not only enhances animal welfare and reduces liability risks but also elevates the enterprise into a premium, high-value ecotourism brand capable of attracting discerning travelers from around the globe.

In addition to biological and behavioral management, the financial sustainability of an equine ecotourism venture relies heavily on strategic diversification, digital marketing integration, and community-centric value-chain partnerships. Successful equine entrepreneurs rarely depend on trail riding alone; instead, they integrate multi-faceted revenue streams such as cultural heritage storytelling, equestrian photography workshops, wellness retreats featuring equine-assisted mindfulness, and localized artisanal product sales. By utilizing digital e-commerce platforms, global booking channels, and targeted social media storytelling, businesses can market their unique ecological and cultural offerings directly to international adventure tourists. Moreover, collaborating with regional craft artisans, local homestays, and national park authorities allows ecotourism operators to build robust collaborative networks that distribute economic benefits throughout the entire rural community, ensuring long-term regional stability and environmental stewardship.

Conclusion

The convergence of equine biological science, behavioral psychology, and sustainable ecotourism entrepreneurship offers a transformative pathway for developing ethical, highly profitable, and culturally enriching commercial enterprises. By grounding business operations in a profound respect for animal physiology and welfare, entrepreneurs can build resilient ventures that successfully meet the rising global demand for authentic, nature-based, and responsible travel experiences. This multidimensional approach successfully dissolves the traditional boundaries between commercial exploitation and ethical animal husbandry, demonstrating that prioritizing biological health and ecological balance is the ultimate driver of long-term business success.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated vision from tourism developers, agricultural policymakers, and equine specialists. Future industry initiatives must prioritize specialized training programs in equine enterprise management, establish rigorous welfare standards for adventure tourism livestock, and foster international partnerships that promote sustainable heritage travel. Through these strategic advancements, the equestrian tourism sector can unlock unprecedented economic opportunities while preserving the majestic biological and cultural legacy of the horse for generations to come.

References:

1. Journal of Equine Veterinary Science, Biomechanical Foundations and Welfare Standards in Working and Recreational Equines, Elsevier, 2024
2. Annals of Tourism Research, Sustainable Ecotourism Development and Animal-Based Enterprise

Management, Pergamon Press, 2023

3. Journal of Veterinary Behavior, Equine Ethology, Stress Mitigation, and Human-Animal Interactions in Tourism, Elsevier, 2025

4. Tourism Management Perspectives, Diversification Strategies and Economic Viability in Rural Equestrian Enterprises, Elsevier, 2024

5. Journal of Sustainable Tourism, Ethical Animal Tourism and Cultural Heritage Integration in Global Markets, Taylor & Francis, 2023

© Charyberdiyev K., Mekanova L., 2026

УДК 57

Charyberdiyev Kakageldi,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Maksadov Mekan,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

EQUINE BIOMECHANICS AND ECOTOURISM ENTERPRISE: FOSTERING SUSTAINABLE COMMERCIAL VENTURES THROUGH ADVANCED ANIMAL SCIENCE AND CULTURAL HERITAGE

Abstract

The intersection of equine biology, advanced animal physiology, and sustainable ecotourism entrepreneurship represents a burgeoning yet underexplored frontier in modern commercial enterprise and specialized education. As global interest in eco-friendly travel and ethical animal interaction expands, traditional livestock management must evolve to embrace service-oriented business models that prioritize animal welfare, biomechanical health, and immersive cultural experiences. This comprehensive article explores the biological principles governing equine locomotion, anatomy, and behavioral psychology, and demonstrates how these scientific insights form the operational foundation for lucrative, ethical equestrian tourism ventures. By integrating rigorous biological knowledge with strategic enterprise management, entrepreneurs can design high-value recreational programs, therapeutic riding centers, and heritage-focused trekking expeditions. The proposed framework highlights how sustainable equine tourism fosters regional economic resilience, protects cultural heritage, and establishes a blueprint for responsible, nature-based commercial development worldwide.

Keywords:

equine biology, ecotourism, entrepreneurship, animal physiology, sustainable development, equestrian tourism, behavioral psychology.

Introduction

The contemporary tourism and agricultural sectors operate within an increasingly complex, highly competitive, and environmentally conscious global marketplace that demands a radical re-evaluation of how animal-based enterprises are conceptualized and managed. Historically, equine management focused primarily on utilitarian agricultural labor, livestock breeding for physical production, or basic transport, frequently

overlooking the vast commercial potential of experiential tourism, equine sports recreation, and animal-assisted wellness programs. However, achieving sustainable economic growth in the twenty-first century requires modern entrepreneurs to understand that the true value of the horse lies not in commodification, but in its living biological mechanics, its deep historical symbiosis with human culture, and its unique capacity to facilitate therapeutic and recreational engagement. Consequently, bridging the gap between equine biological science and entrepreneurial ecotourism design is essential for creating viable, ethical business ventures. This comprehensive article examines how a thorough understanding of equine anatomy, physiological endurance, and behavioral science enables entrepreneurs to build thriving, sustainable ecotourism enterprises that honor animal welfare while capturing lucrative global tourism markets.

Main Part

The successful establishment of an equine ecotourism enterprise begins with a rigorous application of equine biology, specifically regarding biomechanics, musculoskeletal health, and physiological endurance management. Unlike mechanical tourism assets, horses are living biological systems whose operational capacity depends entirely on optimal hoof balance, spinal alignment, cardiovascular conditioning, and nutritional science. Entrepreneurs in the sustainable tourism sector must design trekking routes, riding schedules, and workload capacities that align directly with the natural physiological limits of the animal, preventing fatigue-related injuries and ensuring long-term vitality. By incorporating advanced veterinary monitoring, ergonomic saddle design based on equine scapular and vertebral anatomy, and scientific dietary programming, business owners can maintain elite herd health while delivering a smooth, safe, and deeply satisfying riding experience for international tourists seeking authentic outdoor adventures.

Furthermore, leveraging equine behavioral psychology and ethology is vital for curating engaging, safe, and educational ecotourism experiences that resonate with modern consumers. Modern travelers are increasingly drawn to ethical, humane animal interactions, seeking a deeper connection with nature rather than passive entertainment. Equine businesses can capitalize on this demand by offering specialized educational workshops on horse communication, herd dynamics, and natural horsemanship, transforming routine trail rides into immersive learning expeditions. Entrepreneurs who train their staff in positive reinforcement techniques and stress-free handling create relaxed, cooperative equine partners that project calmness and reliability to visitors. This focus on behavioral science not only enhances animal welfare and reduces liability risks but also elevates the enterprise into a premium, high-value ecotourism brand capable of attracting discerning travelers from around the globe.

In addition to biological and behavioral management, the financial sustainability of an equine ecotourism venture relies heavily on strategic diversification, digital marketing integration, and community-centric value-chain partnerships. Successful equine entrepreneurs rarely depend on trail riding alone; instead, they integrate multi-faceted revenue streams such as cultural heritage storytelling, equestrian photography workshops, wellness retreats featuring equine-assisted mindfulness, and localized artisanal product sales. By utilizing digital e-commerce platforms, global booking channels, and targeted social media storytelling, businesses can market their unique ecological and cultural offerings directly to international adventure tourists. Moreover, collaborating with regional craft artisans, local homestays, and national park authorities allows ecotourism operators to build robust collaborative networks that distribute economic benefits throughout the entire rural community, ensuring long-term regional stability and environmental stewardship.

Conclusion

The convergence of equine biological science, behavioral psychology, and sustainable ecotourism entrepreneurship offers a transformative pathway for developing ethical, highly profitable, and culturally enriching commercial enterprises. By grounding business operations in a profound respect for animal physiology and welfare, entrepreneurs can build resilient ventures that successfully meet the rising global demand for authentic, nature-based, and responsible travel experiences. This multidimensional approach successfully

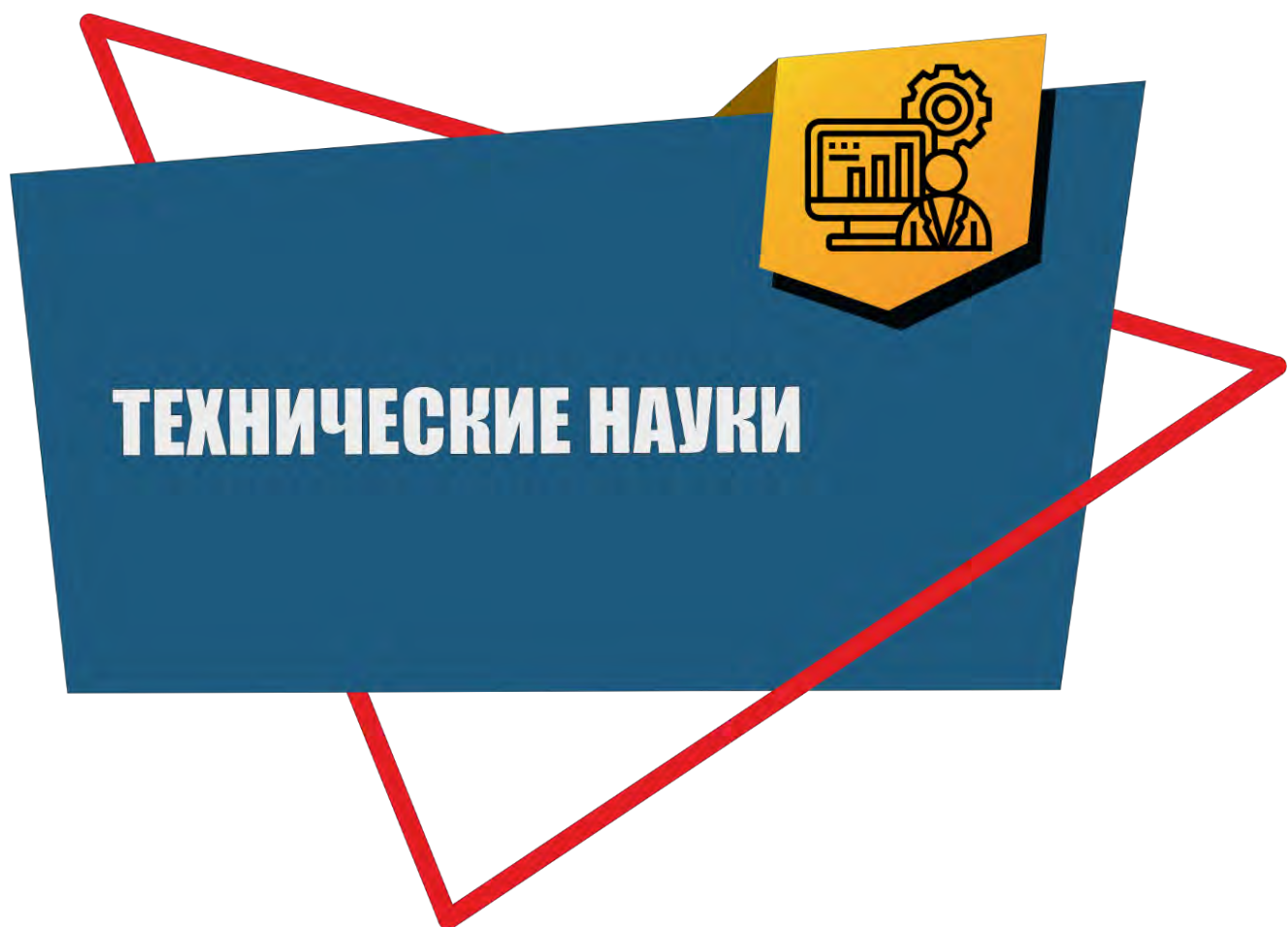
dissolves the traditional boundaries between commercial exploitation and ethical animal husbandry, demonstrating that prioritizing biological health and ecological balance is the ultimate driver of long-term business success.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated vision from tourism developers, agricultural policymakers, and equine specialists. Future industry initiatives must prioritize specialized training programs in equine enterprise management, establish rigorous welfare standards for adventure tourism livestock, and foster international partnerships that promote sustainable heritage travel. Through these strategic advancements, the equestrian tourism sector can unlock unprecedented economic opportunities while preserving the majestic biological and cultural legacy of the horse for generations to come.

References:

1. Journal of Equine Veterinary Science, Biomechanical Foundations and Welfare Standards in Working and Recreational Equines, Elsevier, 2024
2. Annals of Tourism Research, Sustainable Ecotourism Development and Animal-Based Enterprise Management, Pergamon Press, 2023
3. Journal of Veterinary Behavior, Equine Ethology, Stress Mitigation, and Human-Animal Interactions in Tourism, Elsevier, 2025
4. Tourism Management Perspectives, Diversification Strategies and Economic Viability in Rural Equestrian Enterprises, Elsevier, 2024
5. Journal of Sustainable Tourism, Ethical Animal Tourism and Cultural Heritage Integration in Global Markets, Taylor & Francis, 2023

© Charyberdiyev K., Maksadov M., 2026



УДК 62

Amangeldiyeva Gulshirin,

lecturer

Gurbangeldiyev Resulberdi,

student

Amanmuhammedov Serdar,

student

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan.

Ashgabat, Turkmenistan

ADVANCEMENTS, INFRASTRUCTURE, AND THE FUTURE OF GLOBAL TELECOMMUNICATIONS**Abstract**

This article explores the foundational architecture, technological evolution, and future trajectory of global telecommunication systems. As the primary enabler of the modern information society, telecommunications bridge geographical divides, drive worldwide economic integration, and support real-time data exchange across all sectors of human activity. The study investigates the transition from legacy analog systems to high-capacity optical fiber networks, advanced wireless mobile architectures, and intelligent software-defined management frameworks. By analyzing intercontinental submarine cables, 5G cellular rollouts, and AI-driven network automation, the research highlights how robust telecommunication infrastructure empowers contemporary digital societies. Ultimately, the paper demonstrates that continuous innovation in communication engineering is vital for fostering global connectivity, economic resilience, and societal progress.

Keywords:

telecommunications, digital infrastructure, optical networks, wireless communications, global connectivity, network architecture.

Introduction

The rapid development of telecommunications stands as one of the most profound technological achievements in human history, fundamentally reshaping how societies exchange information, conduct business, and interact across vast distances. From the inception of electrical telegraphy and telephony to the establishment of complex global digital networks, telecommunications have consistently acted as the primary catalyst for modernization and cultural exchange. In the twenty-first century, reliable and high-speed communication infrastructure is no longer viewed merely as a commercial utility; rather, it is recognized as a vital strategic asset that dictates national competitiveness, educational access, and administrative efficiency on a global scale.

Understanding the modern telecommunication landscape requires an examination of the intricate convergence between physical transmission media, digital switching technologies, and advanced software protocols. As consumer and enterprise demands for bandwidth experience exponential growth driven by cloud computing, high-definition video streaming, and the Internet of Things, telecommunication networks must handle unprecedented data volumes with minimal latency and maximum reliability. This continuous pressure to scale and optimize has driven engineers and researchers to pioneer innovative transmission techniques, architectural paradigms, and automated management frameworks that ensure the uninterrupted flow of global information.

Main Part

At the core of global telecommunication infrastructure lies the extensive physical network of terrestrial and submarine optical fiber cables that span continents and ocean floors. Optical fiber technology has revolutionized long-distance data transmission by utilizing pulses of light to carry vast quantities of information

over thousands of kilometers with negligible signal attenuation and extreme speed. Submarine cables, resting on ocean beds, serve as the critical intercontinental arteries of the internet, interconnecting regional networks and ensuring that global financial markets, international enterprises, and individual users remain linked in real time. Coupled with high-capacity terrestrial backbones equipped with dense wavelength-division multiplexing systems, these optical networks provide the robust physical foundation upon which all modern digital services depend.

Complementing fixed-line optical infrastructure is the dynamic evolution of wireless and mobile communication networks, which have expanded connectivity to billions of mobile devices worldwide. The transition through successive generations of cellular technology—from early analog voice systems to digital 4G LTE and advanced 5G architectures—has redefined human mobility and digital accessibility. Modern 5G networks deliver ultra-reliable, low-latency connectivity that supports not only high-speed personal internet usage, but also critical industrial applications such as remote robotic surgery, autonomous vehicle coordination, and smart city sensor grids. Furthermore, the integration of satellite communication constellations into the global telecommunication matrix ensures that remote, rural, and maritime regions previously devoid of terrestrial infrastructure can finally access high-speed broadband services.

In addition to physical and wireless hardware, the operational efficiency of modern telecommunication networks relies heavily on advanced software architectures, virtualization, and intelligent management tools. Traditional hardware-bound routing and switching devices are rapidly being replaced by software-defined networking and network function virtualization, which decouple network control logic from physical transmission equipment. This paradigm shift enables network operators to provision bandwidth dynamically, automate traffic routing, and execute rapid security updates across distributed cloud environments without manual intervention. By harnessing artificial intelligence and machine learning algorithms for predictive maintenance and automated anomaly detection, contemporary telecommunication systems can self-heal, adapt to shifting traffic patterns, and maintain exceptional service quality under extreme operational loads.

Conclusion

In conclusion, telecommunications represent the indispensable neural network of modern global civilization, seamlessly integrating diverse economies, cultures, and technologies into a unified digital ecosystem. Through continuous advancements in optical fiber transmission, wireless cellular mobility, satellite deployment, and software-driven network management, the telecommunication sector has successfully met the escalating data demands of a hyper-connected world. These infrastructural triumphs have not only enhanced personal communication and business productivity but have also laid the groundwork for sustainable economic growth and global innovation.

Looking forward, the future of telecommunications will be defined by the transition toward emerging 6G standards, deeper artificial intelligence integration, and the expansion of ubiquitous quantum-secure communication channels. As network architects tackle the challenges of hyper-scale data management and environmental sustainability, the commitment to robust, secure, and accessible connectivity will remain paramount. Ultimately, the ongoing evolution of telecommunications will continue to expand human potential, bridging distances and shaping a smarter, more interconnected future for all of humanity.

References List:

1. Global Telecommunications Engineering and Design, Harrison, M. R., London: Academic Press, 2024.
2. Modern Network Architectures and Optical Protocols, Aliyev, D. K., Ashgabat: State Publishing Service, 2023.
3. The Evolution of Wireless and Mobile Cellular Networks, Petrov, V. S., Moscow: Higher School Press, 2022.
4. Fiber-Optic Transmission Media and Submarine Cables, Johnson, L. A., New York: Springer Academic, 2021.
5. Future Horizons in Global Telecommunication Systems, Berdybayev, D. T., Tashkent: Fan and Technology Publishers, 2025.

© Amangeldiyeva G., Gurbangeldiyev R., Amanmammedov S., 2026

УДК 62

Atayev Myrat,
lecturer
Agamyradov Atamyrat,
student
Gurbanova Sabyr,
student

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan.
Ashgabat, Turkmenistan

INFRASTRUCTURE INNOVATION, INTELLIGENT ROUTING, AND THE EVOLUTION OF GLOBAL TELECOMMUNICATION NETWORKS

Abstract

This article examines the advanced structural engineering, technological breakthroughs, and prospective developmental trajectories that define contemporary global telecommunication systems. As worldwide data consumption surges to unprecedented levels driven by cloud computing, artificial intelligence, and ubiquitous connected devices, telecommunication infrastructure must undergo continuous, high-speed adaptation. This study investigates the integration of high-capacity terrestrial and submarine optical fiber backbones, advanced wireless cellular generations, and software-defined network management frameworks capable of optimizing multi-terabit traffic flows. By analyzing automated network orchestration, spectral efficiency enhancements, and international data transit corridors, the research highlights how robust telecommunication engineering underpins global economic stability and societal advancement. Ultimately, the paper demonstrates that ongoing innovations in communication networks are critical for achieving seamless worldwide connectivity and long-term digital resilience.

Keywords:

telecommunications, optical transmission, wireless networks, network engineering,
digital infrastructure, global connectivity.

Introduction

The evolution of telecommunications stands as a foundational pillar of modern civilization, dictating the pace of global commerce, knowledge dissemination, and international cooperation. From the earliest breakthroughs in electrical signaling to today's multi-terabit digital transmission highways, the telecommunications sector has consistently expanded human capability by shrinking geographical distances and enabling instantaneous communication. In the contemporary technological landscape, high-speed communication networks transcend basic utilitarian value, functioning as critical national assets that determine economic competitiveness, educational equity, and administrative efficiency across both developed and developing regions.

Managing the exponential growth of digital traffic requires an intricate synthesis of solid-state physics, advanced signal processing, and sophisticated software orchestration. As enterprise operations, government administration, and personal interactions migrate increasingly to digital platforms, telecommunication networks must maintain uncompromising standards of reliability, security, and low latency. This continuous pressure to optimize network capacity and minimize operational bottlenecks drives researchers and engineers to pioneer innovative transmission methodologies, architectural transformations, and intelligent management frameworks that secure the uninterrupted flow of global information across complex multi-vendor environments.

Main Part

At the foundation of modern telecommunication networks lies the vast, high-capacity physical infrastructure composed of terrestrial optical fibers and submarine cables spanning ocean basins. Optical fiber technology has revolutionized long-distance data transmission by utilizing modulated light pulses to carry massive volumes of information over thousands of kilometers with minimal signal attenuation and exceptional propagation speed. Submarine cable systems serve as the critical intercontinental arteries of the internet, interconnecting regional networks and ensuring that international financial markets, multinational enterprises, and individual users remain linked in real time. Supported by dense wavelength-division multiplexing systems, these high-bandwidth optical backbones provide the essential physical capacity required to sustain the modern digital economy.

Complementing fixed-line optical backbones is the dynamic advancement of wireless and mobile cellular networks, which have successfully extended broadband connectivity to billions of users globally. The transition through successive cellular generations—from early analog voice standards to digital 4G LTE and cutting-edge 5G architectures—has fundamentally transformed mobile computing and digital accessibility. Modern 5G and emerging mobile technologies deliver ultra-reliable, low-latency connectivity capable of supporting not only high-speed consumer internet usage, but also mission-critical industrial applications such as remote robotic surgery, autonomous vehicle coordination, and smart city sensor grids. Furthermore, the integration of low-Earth-orbit satellite constellations into the broader telecommunication matrix ensures that remote, rural, and maritime regions previously devoid of terrestrial infrastructure can finally access reliable broadband services.

In addition to physical transmission media and wireless hardware, the operational efficiency of contemporary telecommunication systems relies heavily on advanced software architectures, virtualization, and intelligent management tools. Traditional hardware-bound routing and switching nodes are systematically being replaced by software-defined networking and network function virtualization, which decouple network control logic from physical transmission equipment. This architectural paradigm shift enables network operators to provision bandwidth dynamically, automate traffic engineering, and execute rapid security updates across distributed cloud environments without manual intervention. By harnessing artificial intelligence and machine learning algorithms for predictive maintenance and automated anomaly detection, modern telecommunication networks can self-heal, adapt to shifting traffic patterns, and maintain exceptional service quality under extreme operational loads.

Conclusion

In conclusion, telecommunications represent the indispensable neural network of modern global civilization, seamlessly integrating diverse economies, cultures, and technologies into a unified digital ecosystem. Through continuous advancements in optical fiber transmission, wireless cellular mobility, satellite deployment, and software-driven network management, the telecommunication sector has successfully met the escalating data demands of a hyper-connected world. These infrastructural triumphs have not only enhanced personal communication and business productivity but have also laid the groundwork for sustainable economic growth and global innovation.

Looking forward, the future of telecommunications will be defined by the transition toward emerging standards, deeper artificial intelligence integration, and the expansion of ubiquitous quantum-secure communication channels. As network architects tackle the challenges of hyper-scale data management and environmental sustainability, the commitment to robust, secure, and accessible connectivity will remain paramount. Ultimately, the ongoing evolution of telecommunications will continue to expand human potential, bridging distances and shaping a smarter, more interconnected future for all of humanity.

References List:

1. Global Telecommunications Engineering and Design, Harrison, M. R., London: Academic Press, 2024.
2. Modern Network Architectures and Optical Protocols, Aliyev, D. K., Ashgabat: State Publishing Service, 2023.
3. The Evolution of Wireless and Mobile Cellular Networks, Petrov, V. S., Moscow: Higher School Press, 2022.

4. Fiber-Optic Transmission Media and Submarine Cables, Johnson, L. A., New York: Springer Academic, 2021.
5. Future Horizons in Global Telecommunication Systems, Berdybayev, D. T., Tashkent: Fan and Technology Publishers, 2025.

© Atayev M., Agamyradov A., Gurbanova S., 2026

UDC 62.5

Kalbiyev R.K.,

Associate professor,

Ismayilzada Z.M.

Master's degree student

Azerbaijan State Oil and Industry University

Baku, Azerbaijan

RESEARCH ON HYDROGEN PRODUCTION USING WIND ENERGY

Abstract

Interest in combining wind energy with hydrogen production has grown due to the rising demand for sustainable energy. This study explores electrolysis-based wind-hydrogen systems with an emphasis on system stability, energy conversion efficiency, and integration of renewable energy. To control wind power variability, the suggested hybrid energy system integrates hydrogen storage technologies, electrolyzers, and wind turbines. All things considered, wind-hydrogen systems offer a viable way to advance clean energy and sustainable energy development.

Keywords:

wind energy, hydrogen production, wind-hydrogen systems, renewable energy integration, electrolysis, hybrid energy systems, energy conversion efficiency, energy storage technologies, sustainable energy development, clean energy transition.

The depletion of fossil fuels, growing energy demand, and environmental concerns have made the shift to sustainable energy systems a global priority. Wind energy is regarded as a promising renewable energy source because to its accessibility, scalability, and minimal environmental impact [2, 3].

However, wind energy's sporadic nature results in variations in power production, which restricts grid integration and supply dependability. By using electrolysis to transform excess electrical energy into chemical energy, hydrogen-based energy storage offers a workable alternative [1]. This strategy promotes sustainable energy development and increases energy conversion efficiency [4].

Wind turbines, power converters, electrolyzers, hydrogen storage units, and fuel cells are all integrated into wind-hydrogen systems. Electrolysis, which produces hydrogen, is powered by electricity generated from wind energy. After that, the hydrogen is stored and, when needed, transformed back into energy using fuel cells. Under fluctuating renewable energy conditions, this arrangement enhances system stability and permits flexible energy storage [5].

Energy reconversion, energy management, compression and storage, hydrogen production, and wind energy conversion are the primary subsystems. Figure 1 shows the total configuration. In accordance with generation and demand situations, the energy management system optimizes power distribution among the grid, electrolyzer, and storage units [6].

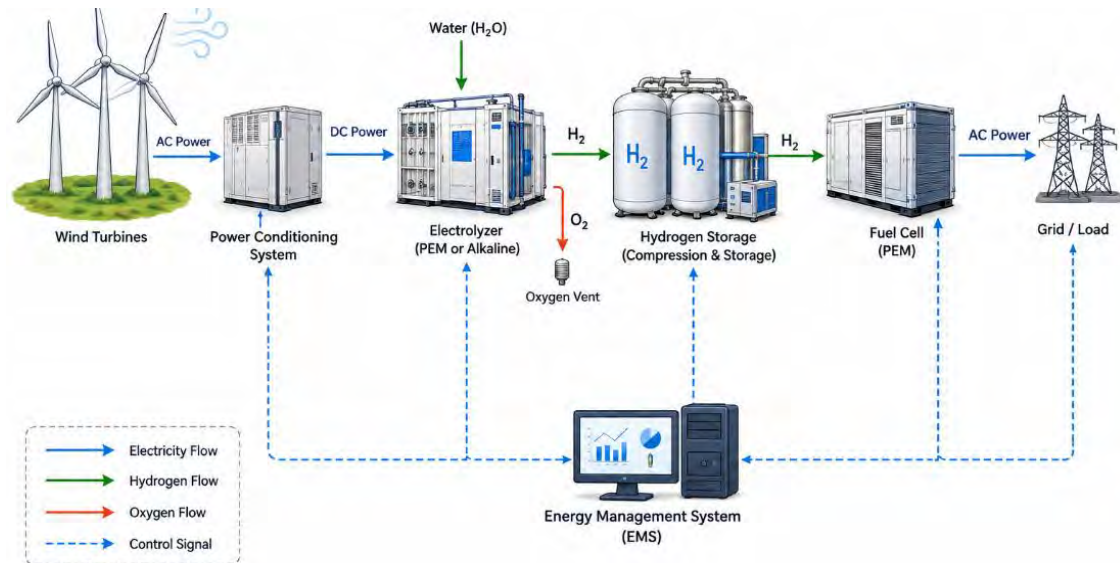


Figure 1 – Structural configuration of wind–hydrogen hybrid energy system

System modeling, analytical evaluation, and comparative performance assessment are used in the study. Aerodynamic efficiency, turbine rated capacity, and wind speed distribution are used to model wind energy output [2].

Figure 2 shows how electrical energy is converted into hydrogen and oxygen throughout the hydrogen generation process using water electrolysis. The ratio of useable electrical output to total wind energy input is used to assess the overall system efficiency.

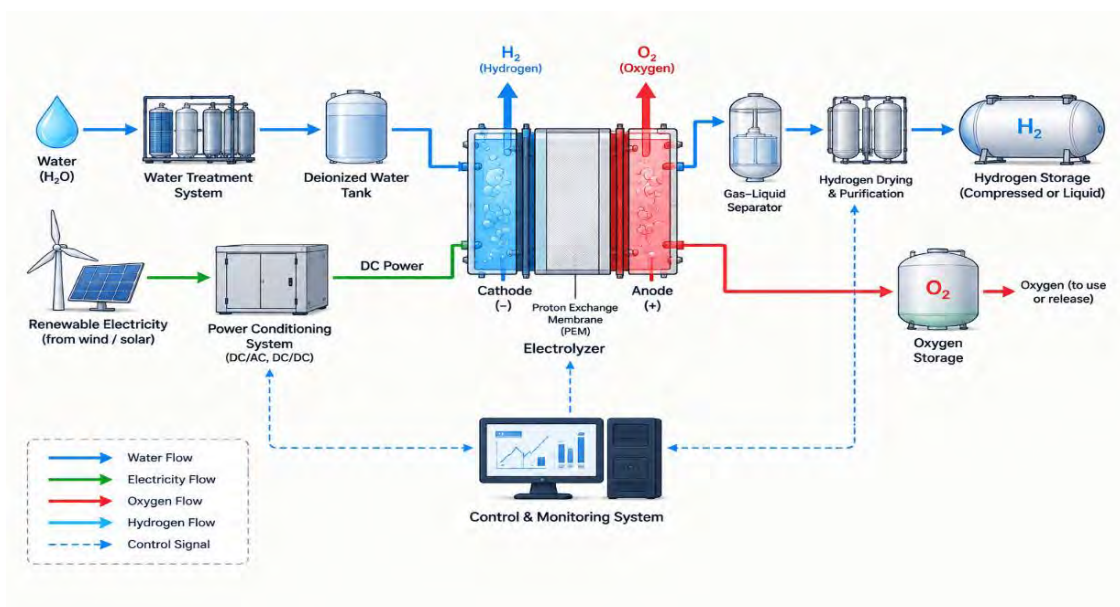


Figure 2 – Functional scheme of hydrogen production via water electrolysis

While hydrogen offers an efficient energy storage option for long-term energy management, wind energy's erratic nature can lead to system instability. There are three primary energy conversion phases in the hybrid system:

1. Kinetic → Electrical (conversion of wind turbines)

2. Chemical → Electrical (Electrolysis)
3. Chemical → Electrical (functioning of fuel cells)

Figure 3 shows the entire energy cycle, including the creation, storage, and reconversion of hydrogen as well as the conversion of wind energy into electricity. This integrated energy conversion pathway lessens the effects of wind intermittency and increases flexibility [1].

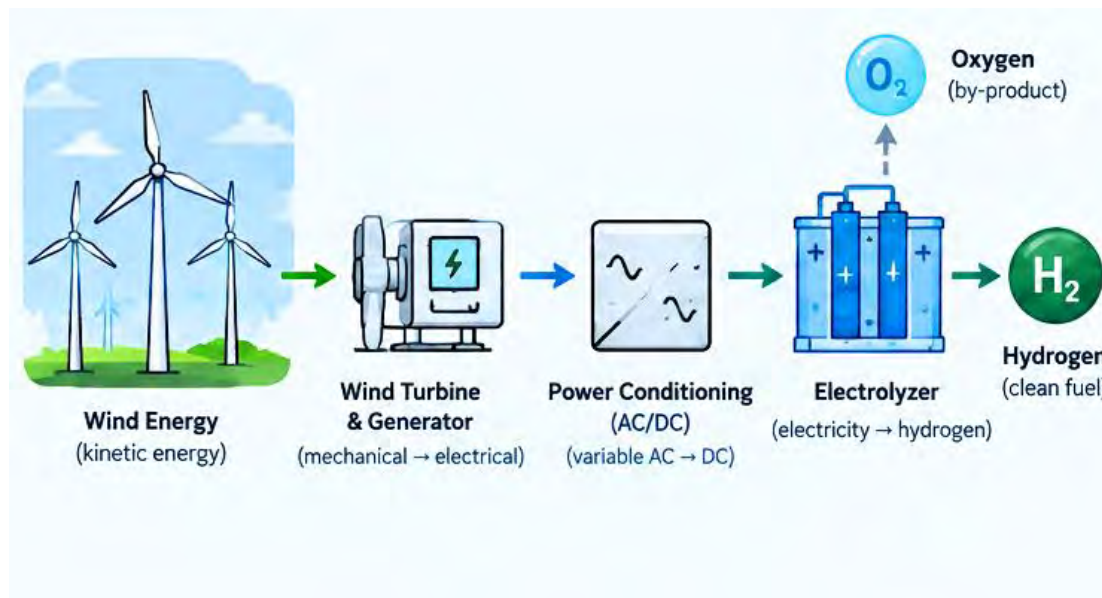


Figure 3 – Energy conversion flow in wind-based hydrogen systems

Systems for storing hydrogen are essential parts of wind-hydrogen hybrid energy systems. During times when wind is scarce, they make sure that extra energy is stored for later use (Figure 4).

Depending on the needs of the system, hydrogen can be kept as liquid hydrogen, compressed gas, or metal hydrides. Fuel cells produce clean energy with no direct carbon emissions by using electrochemical reactions to transform stored hydrogen into electrical energy (Figure 5).

Advanced energy management techniques that maximize power distribution across generation, storage, and consumption units are necessary for the effective operation of wind-hydrogen systems (Figure 6).

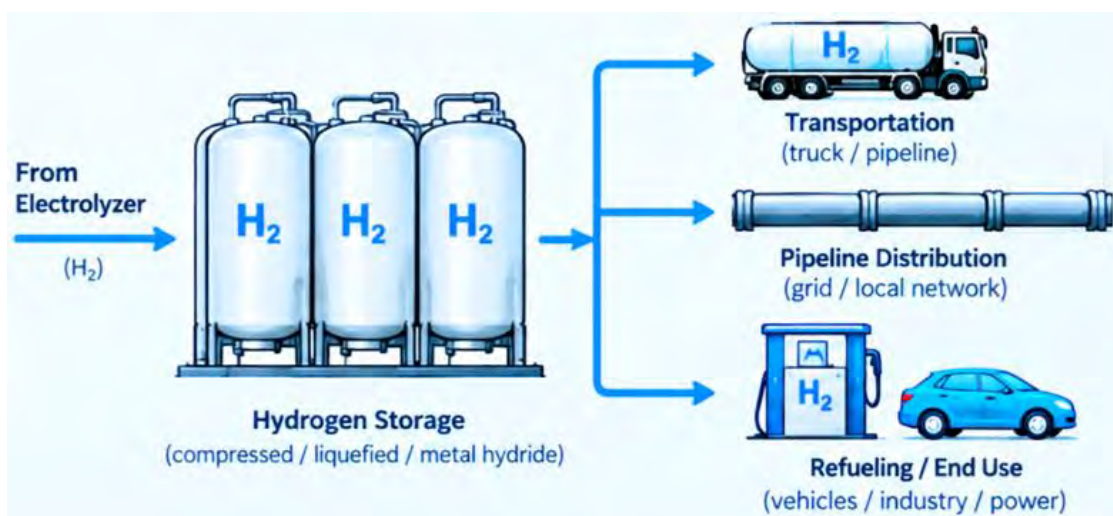


Figure 4 – Hydrogen storage and distribution subsystem

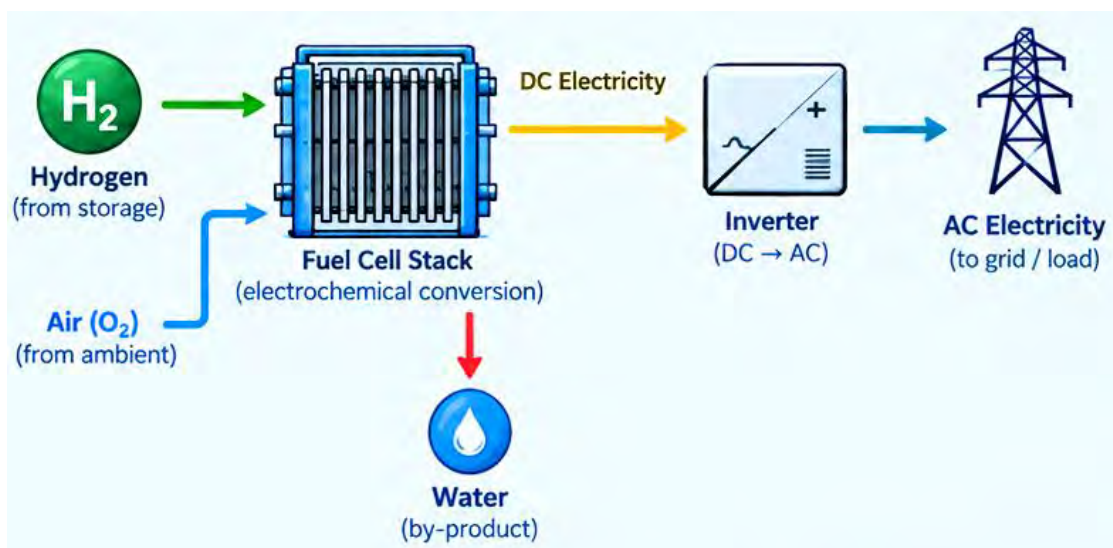


Figure 5 – Fuel cell-based electricity generation process

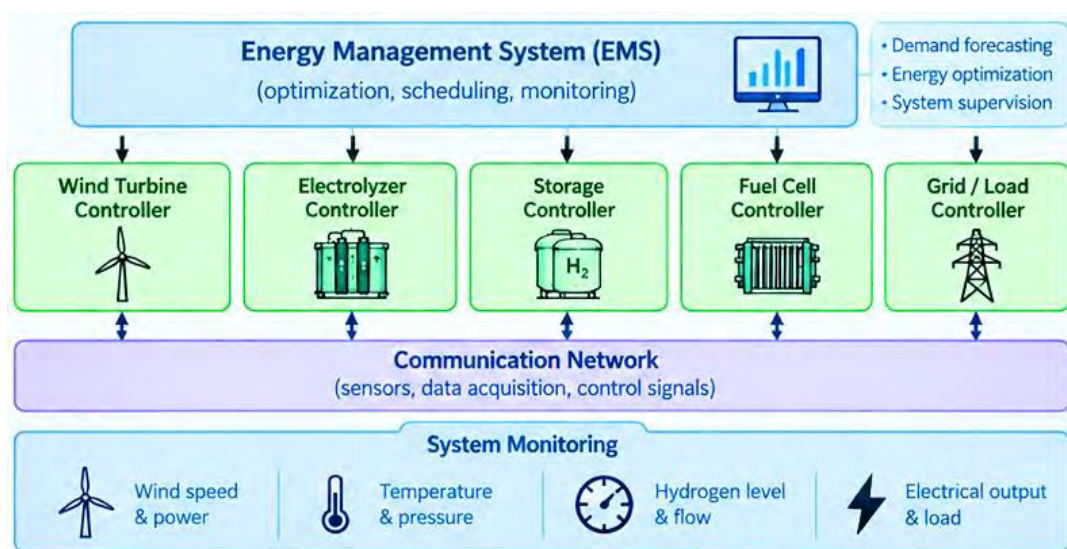


Figure 6 – Integrated energy management control architecture

Conclusion

The findings show that energy conversion efficiency, system stability, and sustainability are all enhanced when wind energy is combined with hydrogen generation. Hydrogen production from extra wind power offers a practical way to store energy for a long time and provide a steady source of energy in a variety of situations.

The suggested wind-hydrogen hybrid system improves dependability, lowers energy losses, and promotes decarbonization of the energy sector. Thus, wind-hydrogen systems present a viable strategy for future intelligent energy networks and sustainable energy development.

List of used literature:

1. Dincer, I., & Acar, C. Hydrogen Energy Systems: Production, Storage and Utilization. Springer, 2018.
2. Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D., & Bossanyi, E. Wind Energy Handbook. John Wiley & Sons, 2018.
3. Kalogirou, S. A. Renewable Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press, 2014.
4. Zhang, H., Chen, L., & Wang, Y. Wind–Hydrogen Energy Systems for Renewable Power Integration. International Journal of Hydrogen Energy, 2020.
5. Liu, W., Wang, J., & Zhao, Y. Optimization of Wind–Hydrogen Hybrid Energy Systems for Improved Efficiency. Energy Conversion and Management, 2021.

6. Abbasov, F.H., & Hasanov, A.A. Renewable Energy Sources and Their Application in Azerbaijan. Baku, "Elm", 2017, 256 p.
7. Aliyev, R.M., Mammadov, R.K. Renewable Energy Systems and Technologies. Baku, "Science and Education", 2019, 214 p.
8. Mustafayev, R.M., Huseynov, E.A. Wind Energy Potential and Utilization in Azerbaijan. Baku, Azerbaijan Technical University Press, 2020, 198 p.
9. Sadigov, G.A., Aliyev, T.R. Alternative and Renewable Energy Sources. Baku, "Zaman", 2016, 304 p.
10. Иванов, А.В. Ветроэнергетика и современные энергетические системы. Москва: Энергоатомиздат, 2019, 312 с.
11. Петров, С.Н. Водородная энергетика: технологии и перспективы развития. Санкт-Петербург: Наука, 2020, 286 с.
12. Кузнецов, Д.И. Возобновляемые источники энергии. Москва: Высшая школа, 2018, 354 с.

© Kalbiyev R.K., Ismayilzada Z.M., 2026

УДК 62

Penayeva Ogultach,
lecturer

Kopekov Rejepmyrat,
student

Kakayev Orazgeldi,
student

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan.
Ashgabat, Turkmenistan

INFRASTRUCTURE, PROTOCOLS, AND THE NEXT GENERATION OF TELECOMMUNICATION ENGINEERING

Abstract

This article examines the structural architecture, technological innovations, and prospective development vectors of global telecommunication systems. As modern society experiences an unprecedented escalation in data consumption driven by cloud computing, artificial intelligence, and high-density IoT deployments, the underlying telecommunication infrastructure must evolve continuously. This study investigates the integration of high-capacity optical fiber backbones, advanced wireless cellular generations, and software-defined network paradigms designed to handle hyper-scale traffic demands. By analyzing data transmission protocols, network virtualization techniques, and international connectivity corridors, the research highlights how robust telecommunication engineering underpins global economic stability and societal advancement. Ultimately, the paper demonstrates that ongoing advancements in communication networks are critical for achieving seamless worldwide connectivity and digital resilience.

Keywords:

telecommunications, optical transmission, wireless networks, network engineering,
digital infrastructure, global connectivity.

Introduction

The evolution of telecommunications stands as a foundational pillar of modern civilization, dictating the

pace of global commerce, knowledge dissemination, and international cooperation. From the earliest breakthroughs in electrical signaling to today's multi-terabit digital transmission highways, the telecommunications sector has consistently expanded human capability by shrinking geographical distances and enabling instantaneous communication. In the contemporary technological landscape, high-speed communication networks transcend basic utilitarian value, functioning as critical national assets that determine economic competitiveness, educational equity, and administrative efficiency across both developed and developing regions.

Managing the exponential growth of digital traffic requires an intricate synthesis of solid-state physics, advanced signal processing, and sophisticated software orchestration. As enterprise operations, government administration, and personal interactions migrate increasingly to digital platforms, telecommunication networks must maintain uncompromising standards of reliability, security, and low latency. This continuous pressure to optimize network capacity and minimize operational bottlenecks drives researchers and engineers to pioneer innovative transmission methodologies, architectural transformations, and intelligent management frameworks that secure the uninterrupted flow of global information across complex multi-vendor environments.

Main Part

At the foundation of modern telecommunication networks lies the vast, high-capacity physical infrastructure composed of terrestrial optical fibers and submarine cables spanning ocean basins. Optical fiber technology has revolutionized long-distance data transmission by utilizing modulated light pulses to carry massive volumes of information over thousands of kilometers with minimal signal attenuation and exceptional propagation speed. Submarine cable systems serve as the critical intercontinental arteries of the internet, interconnecting regional networks and ensuring that international financial markets, multinational enterprises, and individual users remain linked in real time. Supported by dense wavelength-division multiplexing systems, these high-bandwidth optical backbones provide the essential physical capacity required to sustain the modern digital economy.

Complementing fixed-line optical backbones is the dynamic advancement of wireless and mobile cellular networks, which have successfully extended broadband connectivity to billions of users globally. The transition through successive cellular generations—from early analog voice standards to digital 4G LTE and cutting-edge 5G architectures—has fundamentally transformed mobile computing and digital accessibility. Modern 5G and emerging mobile technologies deliver ultra-reliable, low-latency connectivity capable of supporting not only high-speed consumer internet usage, but also mission-critical industrial applications such as remote robotic surgery, autonomous vehicle coordination, and smart city sensor grids. Furthermore, the integration of low-Earth-orbit satellite constellations into the broader telecommunication matrix ensures that remote, rural, and maritime regions previously devoid of terrestrial infrastructure can finally access reliable broadband services.

In addition to physical transmission media and wireless hardware, the operational efficiency of contemporary telecommunication systems relies heavily on advanced software architectures, virtualization, and intelligent management tools. Traditional hardware-bound routing and switching nodes are systematically being replaced by software-defined networking and network function virtualization, which decouple network control logic from physical transmission equipment. This architectural paradigm shift enables network operators to provision bandwidth dynamically, automate traffic engineering, and execute rapid security updates across distributed cloud environments without manual intervention. By harnessing artificial intelligence and machine learning algorithms for predictive maintenance and automated anomaly detection, modern telecommunication networks can self-heal, adapt to shifting traffic patterns, and maintain exceptional service quality under extreme operational loads.

Conclusion

In conclusion, telecommunications represent the indispensable neural network of modern global civilization, seamlessly integrating diverse economies, cultures, and technologies into a unified digital ecosystem.

Through continuous advancements in optical fiber transmission, wireless cellular mobility, satellite deployment, and software-driven network management, the telecommunication sector has successfully met the escalating data demands of a hyper-connected world. These infrastructural triumphs have not only enhanced personal communication and business productivity but have also laid the groundwork for sustainable economic growth and global innovation.

Looking forward, the future of telecommunications will be defined by the transition toward emerging 6G standards, deeper artificial intelligence integration, and the expansion of ubiquitous quantum-secure communication channels. As network architects tackle the challenges of hyper-scale data management and environmental sustainability, the commitment to robust, secure, and accessible connectivity will remain paramount. Ultimately, the ongoing evolution of telecommunications will continue to expand human potential, bridging distances and shaping a smarter, more interconnected future for all of humanity.

References List:

1. Global Telecommunications Engineering and Design, Harrison, M.R., London: Academic Press, 2024.
2. Modern Network Architectures and Optical Protocols, Aliyev, D. K., Ashgabat: State Publishing Service, 2023.
3. The Evolution of Wireless and Mobile Cellular Networks, Petrov, V.S., Moscow: Higher School Press, 2022.
4. Fiber-Optic Transmission Media and Submarine Cables, Johnson, L.A., New York: Springer Academic, 2021.
5. Future Horizons in Global Telecommunication Systems, Berdybayev, D.T., Tashkent: Fan and Technology Publishers, 2025.

© Penayeva O., Kopekov R., Kakayev O., 2026

УДК 62

Saryyev Nurguly,

lecturer

Hojakulyyev Dovletmuhammet,

student

Allakulyyev Osman,

student

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan.

Ashgabat, Turkmenistan

THE GLOBAL WEB: EVOLUTION, ARCHITECTURE, AND FUTURE HORIZONS OF MODERN TELECOMMUNICATION NETWORKS

Abstract

This article examines the historical evolution, technological architecture, and future trajectory of global telecommunication systems. As the foundational backbone of the modern information society, telecommunications bridge geographic divides, drive economic globalization, and enable seamless communication across every sphere of human activity. This study investigates the transition from legacy analog systems to high-capacity optical fiber networks, advanced wireless cellular architectures, and software-defined network management. By analyzing global connectivity projects, the integration of cloud computing, and next-generation transmission protocols, the research highlights how telecommunication infrastructure empowers contemporary digital economies. Ultimately, the paper demonstrates that continuous innovation in telecommunications remains essential for fostering worldwide connectivity, societal progress, and technological resilience.

Keywords:

telecommunications, digital infrastructure, global connectivity, optical fiber, mobile networks, network architecture.

Introduction

The rapid development of telecommunications stands as one of the most profound technological achievements in human history, fundamentally altering how societies exchange information, conduct business, and interact across vast distances. From the inception of electrical telegraphy and telephony to the establishment of complex global digital networks, telecommunications have consistently acted as the primary catalyst for modernization and cultural exchange. In the twenty-first century, reliable and high-speed communication infrastructure is no longer viewed merely as a commercial utility; rather, it is recognized as a vital strategic asset that dictates national competitiveness, educational access, and administrative efficiency on a global scale.

Understanding the modern telecommunication landscape requires an examination of the intricate convergence between physical transmission media, digital switching technologies, and advanced software protocols. As consumer and enterprise demands for bandwidth experience exponential growth driven by cloud computing, video streaming, and the Internet of Things, telecommunication networks must handle unprecedented data volumes with minimal latency and maximum reliability. This continuous pressure to scale and optimize has driven engineers and researchers to pioneer innovative transmission techniques, architectural paradigms, and automated management frameworks that ensure the uninterrupted flow of global information.

Main Part

At the core of global telecommunication infrastructure lies the extensive physical network of terrestrial and submarine optical fiber cables that span continents and ocean floors. Optical fiber technology has revolutionized long-distance data transmission by utilizing pulses of light to carry vast quantities of information over thousands of kilometers with negligible signal attenuation and extreme speed. Submarine cables, resting on ocean beds, serve as the critical intercontinental arteries of the internet, interconnecting regional networks and ensuring that global financial markets, international enterprises, and individual users remain linked in real time. Coupled with high-capacity terrestrial backbones equipped with dense wavelength-division multiplexing systems, these optical networks provide the robust physical foundation upon which all modern digital services depend.

Complementing fixed-line optical infrastructure is the dynamic evolution of wireless and mobile communication networks, which have expanded connectivity to billions of mobile devices worldwide. The transition through successive generations of cellular technology—from early analog voice systems to digital 4G LTE and advanced 5G architectures—has redefined human mobility and digital accessibility. Modern 5G networks deliver ultra-reliable, low-latency connectivity that supports not only high-speed personal internet usage, but also critical industrial applications such as remote robotic surgery, autonomous vehicle coordination, and smart city sensor grids. Furthermore, the integration of satellite communication mega-constellations into the global telecommunication matrix ensures that remote, rural, and maritime regions previously devoid of terrestrial infrastructure can finally access high-speed broadband services.

In addition to physical and wireless hardware, the operational efficiency of modern telecommunication networks relies heavily on advanced software architectures, virtualization, and intelligent management tools. Traditional hardware-bound routing and switching devices are rapidly being replaced by software-defined networking and network function virtualization, which decouple network control logic from physical transmission equipment. This paradigm shift enables network operators to provision bandwidth dynamically, automate traffic routing, and execute rapid security updates across distributed cloud environments without manual intervention. By harnessing artificial intelligence and machine learning algorithms for predictive maintenance and automated anomaly detection, contemporary telecommunication systems can self-heal, adapt to shifting traffic patterns,

and maintain exceptional service quality under extreme operational loads.

Conclusion

In conclusion, telecommunications represent the indispensable neural network of modern global civilization, seamlessly integrating diverse economies, cultures, and technologies into a unified digital ecosystem. Through continuous advancements in optical fiber transmission, wireless cellular mobility, satellite deployment, and software-driven network management, the telecommunication sector has successfully met the escalating data demands of a hyper-connected world. These infrastructural triumphs have not only enhanced personal communication and business productivity but have also laid the groundwork for sustainable economic growth and global innovation.

Looking forward, the future of telecommunications will be defined by the transition toward emerging 6G standards, deeper artificial intelligence integration, and the expansion of ubiquitous quantum-secure communication channels. As network architects tackle the challenges of hyper-scale data management and environmental sustainability, the commitment to robust, secure, and accessible connectivity will remain paramount. Ultimately, the ongoing evolution of telecommunications will continue to expand human potential, bridging distances and shaping a smarter, more interconnected future for all of humanity.

References List:

1. Global Telecommunications Engineering and Design, Harrison, M. R., London: Academic Press, 2024.
2. Modern Network Architectures and Optical Protocols, Aliyev, D. K., Ashgabat: State Publishing Service, 2023.
3. The Evolution of Wireless and Mobile Cellular Networks, Petrov, V. S., Moscow: Higher School Press, 2022.
4. Fiber-Optic Transmission Media and Submarine Cables, Johnson, L. A., New York: Springer Academic, 2021.
5. Future Horizons in Global Telecommunication Systems, Berdybayev, D. T., Tashkent: Fan and Technology Publishers, 2025.

© Saryyev N., Hojakulyyev D., Allakulyyev O., 2026

УДК 62

Абдыкеримов А.,
Студент,

Агамаммедов М.,
Студент,

Акмырадова А.,
Студент,

Аллаберенова А.,
Студент,

Научный руководитель: Сейидова А.
Преподаватель,

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

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И ЭКОГЕОХИМИЯ

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты экогеохимии как науки, изучающей техногенную миграцию химических элементов и соединений в биосфере.

Ключевые слова:

экогеохимия, антропогенное воздействие, техногенез, геохимические барьеры, тяжелые металлы, мониторинг окружающей среды.

Современный этап развития человечества характеризуется беспрецедентными по масштабам антропогенными нагрузками на природную среду. Техногенез стал мощнейшим геологическим фактором, превосходящим по скорости многие естественные процессы миграции и концентрации химических элементов. В этих условиях ключевую роль играет экогеохимия — научное направление, находящееся на стыке экологии, геохимии и геологии, которое изучает изменения химического состава геосфер под влиянием человека, а также оценивает экологические последствия этих изменений для живых организмов и человека. Антропогенная трансформация биосферы носит комплексный характер. Основными источниками поступления загрязняющих веществ в окружающую среду являются:

1. Промышленность и энергетика: выбросы тепловых электростанций, металлургических и химических предприятий, сопровождающиеся поступлением в атмосферу и гидросферу диоксида серы, оксидов азота, соединений углерода и тяжелых металлов.

2. Горнодобывающий комплекс: разработка месторождений полезных ископаемых, образование огромных объемов отвалов, хвостов обогащения и карьерных вод, содержащих токсичные элементы (свинец, цинк, кадмий, мышьяк, ртуть).

3. Сельское хозяйство: неконтролируемое применение минеральных удобрений (нитратов, фосфатов) и пестицидов, приводящее к деградации почвенного покрова и эвтрофикации водоемов.

4. Урбанизация: транспортные выбросы, коммунально-бытовые стоки и накопление твердых коммунальных отходов, формирующих локальные, но высокотоксичные геохимические аномалии в городах.

Попадая в природные среды, техногенные потоки веществ претерпевают сложные физико-химические преобразования. В отличие от естественных геохимических циклов, антропогенные потоки часто обладают высокой концентрацией и агрессивностью. Поведение химических элементов в экосистемах зависит от ландшафтно-геохимических условий: кислотно-щелочного баланса (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), емкости катионного обмена почв и присутствия органического вещества. На геохимических барьерах (биогеохимических, сорбционных, глеевых) происходит осаждение и концентрирование поллютантов. Особую опасность представляют тяжелые металлы, которые не подвергаются биodeградации, а аккумулируются в трофических цепях, вызывая хронические токсические эффекты у растений, животных и человека.

Для оценки степени антропогенного воздействия на ландшафты применяются современные методы экогеохимического анализа:

1) литохимический мониторинг: опробование почв, донных отложений и горных пород с целью выявления техногенных аномалий;

2) гидрогеохимический контроль: анализ природных вод на содержание микроэлементов и органических загрязнителей;

3) биоиндикация: использование растений-аккумуляторов для оценки уровня загрязнения территорий;

4) картографирование: построение карт экологического риска с использованием геоинформационных систем (ГИС-технологий).

Антропогенное воздействие на геохимические циклы биосферы достигло критических масштабов, требующих незамедлительного внедрения принципов устойчивого развития и жесткого экогеохимического контроля. Разработка научных основ прогнозирования техногенных изменений позволяет не только фиксировать текущее загрязнение, но и предотвращать экологические катастрофы,

обеспечивая сохранение здоровья экосистем и человека.

Список использованной литературы:

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов. — М.: Астрель-2000, 1999. — 768 с.
 2. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янина Е. П. и др. Геохимия окружающей среды. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
- © Абдыкеримов А., Агамаммедов М., Акмырадова А., Аллаберенова А., 2026

УДК 62

Аганиязова А.,

Студент,

Базаров Н.,

Студент,

Бегенчалиев Т.,

Студент,

Бегенджов Б.,

Студент,

Научный руководитель: Мамметэминова А.

Преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

**ГЕОХИМИЯ ТЕХНОСФЕРЫ: ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ
И МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА БИОСФЕРЫ**

Аннотация

Статья посвящена изучению техносферы как специфического геохимического и геологического пространства, возникшего в результате преобразования биосферы хозяйственной деятельностью человека.

Ключевые слова:

геохимия техносферы, техногенез, техногенные геохимические аномалии,
техногенные потоки рассеяния, тяжелые металлы.

С развитием научно-технического прогресса и индустриализации масштабы изъятия природного сырья и объемы образования производственных отходов приняли глобальный характер. Человечество превратилось в определяющую геохимическую силу, под влиянием которой формируется качественно новая оболочка Земли — техносфера. В рамках экогеохимии и геохимии окружающей среды техносфера рассматривается как динамическая система, где естественные процессы миграции, концентрации и рассеяния химических элементов замещаются или существенно модифицируются техногенными факторами. Центральным понятием геохимии техносферы является техногенез — совокупность геохимических и геологических процессов, вызванных производственной и иной деятельностью человека. В отличие от природных геохимических циклов, характеризующихся высокой степенью замкнутости и сбалансированности, техногенный круговорот элементов отличается:

1. Разомкнутостью: извлеченные из недр химические элементы в большинстве своем не возвращаются в исходные формы и состояния, а рассеиваются в окружающей среде; 2. Высокой скоростью

и интенсивностью: техногенные потоки веществ перемещаются со скоростями, на порядки превышающими скорости естественной эрозии, выветривания и осадконакопления; 3. Появлением синтетических соединений: в биосферу поступают миллионы ксенобиотиков — веществ, не имеющих природных аналогов (пластики, пестициды, синтетические полимеры).

Попадая в почву, поверхностные и подземные воды, а также в атмосферу, техногенные выбросы и отходы формируют техногенные геохимические аномалии и ореолы рассеяния. Ключевую роль в их пространственном распределении играют ландшафтно-геохимические условия:

а) кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия: определяют подвижность тяжелых металлов (таких как Pb, Cd, Zn, Cu, Hg). В кислой среде подвижность большинства металлов возрастает, что увеличивает их миграционную способность и биодоступность; б) геохимические барьеры: механические, физико-химические и биогеохимические барьеры способствуют резкому снижению интенсивности миграции и локальной концентрации поллютантов.

Особую опасность представляют техногенные аномалии в урбанизированных и горнопромышленных территориях, где аккумуляция токсичных элементов приводит к деградации почвенно-растительного покрова и созданию рисков для здоровья населения. Эффективный контроль состояния техносферы требует применения комплексных эколого-геохимических методов: 1) сравнительно-геохимический анализ: сопоставление фактических концентраций элементов с фоновыми региональными значениями и предельно допустимыми концентрациями. 2) расчет суммарного показателя загрязнения: интегральная оценка полиэлементного загрязнения почв и донных отложений; 3) картографирование и ГИС-моделирование: пространственная визуализация техногенных ореолов для прогнозирования эколого-геохимических ситуаций.

Управление техногенными геохимическими потоками, минимизация образования отходов, создание замкнутых технологических циклов и эффективная рекультивация нарушенных земель являются обязательными условиями снижения техногенной нагрузки на природную среду и перехода к эколого-ориентированному природопользованию человека.

Список использованной литературы:

1. Алексеев В. А., Алексеев А. В. Геохимия ландшафта и окружающая среда. — М.: ЛЕНАНД, 2014. — 368 с.
2. Касимов Н. С. Экогеохимия ландшафтов. — М.: ИП Сорокина Е. Д., 2013. — 208 с.

© Аганиязова А., Базаров Н., Бегенчалиев Т., Бегенджов Б., 2026

УДК 62

Акмаммедов Х.,

Кандидат физико-математических наук, старший преподаватель,

Джумаева О., преподаватель,

Сопыева А., преподаватель,

Батырова А. преподаватель,

Туркменский государственный университет имени Махтумкули,

Ашхабад, Туркменистан

ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД И ЗВЕЗДНЫЙ НУКЛЕОСИНТЕЗ

Аннотация

В статье проведен комплексный анализ жизненного цикла звёзд различных масс и

сопровождающих их процессов звездного нуклеосинтеза.

Ключевые слова:

звездная эволюция, нуклеосинтез, главная последовательность, спо-цикл, s-процесс, r-процесс, вспышки сверхновых.

Загадка происхождения химических элементов во Вселенной является одной из фундаментальных проблем современной астрофизики и космологии. За исключением легчайших изотопов (водорода, гелия и следовых количеств лития), образовавшихся в первые минуты после Большого взрыва в ходе первичного нуклеосинтеза, практически вся таблица Менделеева — от углерода и кислорода до урана — возникла в результате термоядерных и ядерно-физических реакций внутри звёзд и при их катастрофических взрывах. Звёзды представляют собой естественные ядерные реакторы, в которых гравитационное сжатие уравнивается внутренним газовым и радиационным давлением, создаваемым выделяющейся при нуклеосинтезе энергией.

Эволюционный путь звезды в первую очередь определяется ее начальной массой и металличностью: 1) протозвёзды и Главная последовательность: Зарождаясь в результате гравитационной неустойчивости холодных молекулярных облаков, протозвезда сжимается до тех пор, пока температура в ее ядре не достигнет $\sim 10^7$ К. При этой температуре запускаются первые термоядерные реакции превращения водорода в гелий. В звёздах с массой $M \lesssim 1,5 M_{\odot}$ (например, Солнце) преобладает протон-протонный цепочечный цикл (p-p цепь). В более массивных звёздах ($M \gtrsim 1,5 M_{\odot}$) с более высокой температурой ядра основным источником энергии становится CNO-цикл (углеродно-азотно-кислородный), где ядра углерода, азота и кислорода выступают катализаторами. 2) горение гелия и α -процесс: После исчерпания водорода в ядре звезда сходит с Главной последовательности. Ядро сжимается, нагреваясь до $\sim 10^8$ К, что инициирует тройную гелиевую реакцию: три ядра гелия (4He) синтезируют ядро углерода (^{12}C). При последовательном захвате α -частиц формируются ядра кислорода (^{16}O), неона (^{20}Ne) и магния (^{24}Mg).

Для звёзд малой и средней массы ($M \lesssim 8 M_{\odot}$) горение заканчивается на стадии гелия или углерода-кислорода; сбросив внешнюю оболочку (планетарная туманность), они превращаются в вырожденные белые карлики. Звёзды с массой $M \gtrsim 8 M_{\odot}$ способны преодолевать новые кулоновские барьеры, последовательно сжигая углерод ($\sim 6 \cdot 10^8$ К), неон, кислород ($\sim 1,5 \cdot 10^9$ К) и кремний ($\sim 3 \cdot 10^9$ К). В результате внутри массивной звезды формируется «луковичная» слоистая структура с железо-никелевым ядром в центре. Поскольку ядро из элементов группы железа (^{56}Fe , ^{56}Ni) обладает максимальной энергией связи на нуклон, дальнейшие термоядерные реакции экзотермического синтеза становятся невозможными. сероводорода.

Элементы тяжелее железа не могут образоваться в ходе обычных термоядерных реакций синтеза с выделением энергии. Их образование происходит путем последовательного захвата нейтронов атомными ядрами: 1. “s”-процесс (slow/медленный нейтронный захват): Протекает в гигантах и асимптотической ветви гигантов (AGB-звёздах) при относительно низких плотностях нейтронного потока. Скорость захвата нейтрона ядром меньше скорости его последующего β -распада. Таким путем синтезируется около половины элементов тяжелее железа (стронций, барий, свинец). 2. “r”-процесс (rapid/быстрый нейтронный захват): Требуется экстремальных плотностей нейтронного потока, при которых скорость захвата нейтронов значительно превышает скорость β -распада. Этот процесс происходит при взрывах сверхновых с коллапсом ядра (Core-Collapse Supernovae) и слияниях нейтронных звёзд (килоновые). В “r”-процессе образуются тяжелейшие элементы, включая золото, платину, торий и уран. 3. Взрывной нуклеосинтез и “p”-процесс: Происходит при прохождении ударной волны через оболочки взрывающейся сверхновой, приводя к синтезу обделенных нейтронами изотопов (p-ядер) путем фотодисинтегации и захвата протонов.

Звездный нуклеосинтез представляет собой фундаментальный механизм космической эволюции материи. С каждым поколением звёзд (от свободных от металлов звёзд Населения III до современных звёзд Населения I) межзвездная среда обогащается тяжелыми элементами, выброшенными звездным ветром и взрывами сверхновых. Этот непрерывный цикл химической эволюции Галактики создал необходимые условия для формирования твердых планетных тел и возникновения жизни.

Список использованной литературы:

1. Засов А. В., Постнов К. А. Общая астрофизика. — Фрязино: Век 2, 2011. — 576 с.

© Акмаммедов Х., Джумаева О., Сопьева А., Батырова А., 2026

УДК 67.05

Аминев В.Ф.

магистрант 2 курса УГНТУ,

г. Уфа, РФ

Научный руководитель: Рахматуллин В.Р.,

доцент, к.т.н., УГНТУ,

г. Уфа, РФ

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОДВОДНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЗАКАНЧИВАНИИ И
РЕМОНТЕ СКВАЖИН С ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК**

Аннотация

Рассмотрены ограничения применения систем управления при заканчивании и ремонте скважин с подводным расположением устья с плавучих буровых установок. Проанализированы состояние морского бурения в России, состав мирового рынка сервиса систем IWOCs и уровень технологической зависимости. Сформулированы количественные требования к отечественной системе IWOCs.

Ключевые слова:

IWOCs, подводное заканчивание скважин, колонна для спуска, шлангокабель, полупогружная буровая установка, барьерная философия, импортозамещение.

Введение

Запасы арктического шельфа России оцениваются в 17 млрд т нефти и 85 трлн м³ газа при доле моря 4–6 % в добыче нефти и 5–6 % в добыче газа и зависимости по оборудованию для морской добычи около 80 % [5]. Морская доктрина Российской Федерации связывает истощение запасов на суше с переориентацией разведки и добычи на шельф [4], что предполагает заканчивание скважин с подводным устьем с буровых судов и полупогружных буровых установок (Далее – ППБУ).

Технологической основой таких операций является система управления монтажными и ремонтными работами (Intervention and Workover Control System, IWOCs) – временная система гидравлического или электрогидравлического управления подводной фонтанной арматурой, подводной испытательной фонтанной арматурой и клапанами колонны для спуска. От её характеристик зависит выполнение последовательностей технологического останова (Далее – ТО), аварийного останова (Далее – АО) и аварийного быстрого отсоединения (Далее – АБО), нормируемых стандартами NORSOK D-010, ISO 13628-7 и API RP 17G [7, 12, 13].

Цель работы – систематизация проблематики применения систем IWOCs на российском шельфе и

формулирование требований к отечественной системе как объекту импортозамещения. Используются анализ нормативно-технических документов и открытых данных производителей, обработка документации действующего проекта и патентный анализ за 1990–2025 гг. (более 60 документов).

IWOCS как объект управления при подводном заканчивании

В типовой конфигурации IWOCS включает надводный блок управления, гидравлическую силовую установку, катушки со шлангокабелями и колонну для спуска. Шлангокабель длиной от сотен до тысяч метров не является идеальным проводником давления: гидравлическое сопротивление, объёмное расширение шланга и объём приводов определяют фактическое время перевода клапанов.

Вторая особенность – связь IWOCS с барьерной философией. Клапаны колонны для спуска разделяются на функциональные и первичные аварийные барьеры, ресурс которых резервируется для аварийных сценариев [13]. При совмещении функций разных клапанов в одной управляющей линии штатное испытание способно непреднамеренно изменять состояние аварийного клапана, что нарушает иерархию барьеров.

Состояние морского бурения с плавучих установок в России

Единственным промыслом страны, обустроенным подводным добычным комплексом, является Кириновское газоконденсатное месторождение проекта «Сахалин-3»: к декабрю 2024 г. накопленная добыча составила 10 млрд м³ газа [3]. Основная часть шельфовой добычи приходится на проекты «Сахалин-1» и «Сахалин-2», реализованные на иностранном оборудовании, доступ к которому ограничен [4]. Парк установок, пригодных для работ с подводным устьем, включает ППБУ «Полярная звезда» и «Северное сияние» проекта Moss Maritime CS50 Mk II с глубиной моря 70–500 м и глубиной бурения до 7500 м [2].

Ограничения имеют системный характер: с 2014 г. и особенно после 2022 г. действуют запреты на передачу технологий и поставку оборудования для морской геологоразведки и шельфовой добычи [4, 6]; средний возраст судов геофизического флота превышает 35 лет при импортозависимости по 1100 позициям [6]. По данным концерна «Алмаз-Антей», подводное добычное оборудование указанного класса выпускают три компании в мире, все под юрисдикцией США [1].

Мировой рынок сервисных услуг IWOCS

Услуги и оборудование IWOCS предоставляются ограниченным числом компаний (таблица 1).

Таблица 1

Основные поставщики оборудования и услуг IWOCS

Компания	Страна	Участие в сегменте IWOCS
Oceaneering International	США	Сервис и аренда IWOCS [11]
Baker Hughes	США	Арендный парк IWOCS [8]
TechnipFMC	Великобритания	IWOCS в системе доступа к скважине [9]
Proserv	Великобритания	Интегрированные IWOCS и SWOCS [10]
SLB, Aker Solutions	США, Норвегия	Управление заканчиванием и колонной для спуска
HCS Control Systems, Hitec Products	Великобритания, Норвегия	Изготовление IWOCS по заказу

Источник: разработано автором

Отечественные производители систем IWOCS в открытых источниках не выявлены. Патентный анализ за 1990–2025 гг. даёт тот же результат: заявителями по системам управления заканчиванием скважин и колоннами для спуска выступают Baker Hughes, Schlumberger, Halliburton, FMC Technologies, TechnipFMC, Vetco Gray, Expro, Aker Solutions; документы российских заявителей в выборке отсутствуют. В смежном сегменте импортозамещение начато: концерном «Алмаз-Антей» изготовлены комплекты подводных колонных головок и фонтанной арматуры объёмом более 25 млрд руб. со сроком завершения до 2026 г. [1], тогда как системы управления заканчиванием и ремонтом скважины в реализуемых программах представлены слабее.

Требования к отечественной системе IWOCS

По результатам обработки данных из открытых источников сформированы количественные ориентиры для отечественной разработки (таблица 2).

Таблица 2

Целевые технические параметры системы IWOCS

Параметр	Значение
Рабочее давление системы управления	690 бар (10 000 psi)
Испытательное давление линий	1035 бар (15 000 psi)
Внутренний диаметр линии шлангокабеля	6,5 мм (1/4")
Расчётная длина шлангокабеля	550–1500 м
Средний расход в рабочем диапазоне	6,9 л/мин
Установленная мощность гидравлической станции управления	75–100 кВт
Время срабатывания клапана по линии	не более 9,1 с
Суммарное время последовательностей АО и АБО	64 с и 97 с

Источник: разработано автором

Дополнительно требуются независимость управляющих контуров функциональных и аварийных клапанов, резервные линии шлангокабеля, программная реализация последовательностей ТО, АО и АБО с приоритетом аварийных функций, совместимость с подводной арматурой различных изготовителей и вентеризация оборудования для условий арктического и дальневосточного шельфа.

Заключение

1. Переориентация добычи на шельф при доле моря 4–6 % требует массового применения технологий подводного заканчивания и систем IWOCS, тогда как российская практика ограничена единственным промыслом с подводным добычным комплексом.

2. Мировой сегмент IWOCS сформирован ограниченным числом компаний США, Великобритании и Норвегии; отечественные производители и патентные документы российских заявителей в проанализированных выборках отсутствуют, что образует критическую технологическую зависимость.

3. Определены ориентиры для отечественной разработки: рабочее давление 690 бар, испытательное 1035 бар, время срабатывания клапана не более 9,1 с, суммарное время аварийных последовательностей 64 и 97 с, мощность гидравлической станции управления 75–100 кВт. Требования применимы как исходные данные технического задания и при модернизации схем управления колоннами для спуска.

Список использованной литературы:

1. «Алмаз-Антей» поставит «Газпрому» оборудование для подводной добычи на 25 млрд рублей [Электронный ресурс] // ТАСС. 14.09.2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12383041> (дата обращения: 03.09.2026).
2. Буровые установки «Полярная звезда» и «Северное сияние» направляются на Киринский участок сахалинского шельфа [Электронный ресурс] // ПАО «Газпром». URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/2013/june/article164476/> (дата обращения: 03.09.2026).
3. На Киринском месторождении добыли 10 миллиардов кубических метров газа [Электронный ресурс] // ПАО «Газпром». 17.12.2024. URL: <https://www.gazprom.ru/about/subsidiaries/news/2024/december/article578560/> (дата обращения: 03.09.2026).
4. Обзор СМИ. Россия будет развивать морскую добычу нефти и газа [Электронный ресурс] // Роснедра. 02.08.2022. URL: https://rosnedra.gov.ru/press/nedropolzovanie-v-smi/obzor_smi_rossiya_budet_razvivat_morskuyu_dobychu_nefti_i_gaza/ (дата обращения: 03.09.2026).
5. Потенциал развития добычи на шельфе в России: проблемы и перспективы [Электронный ресурс]. 11.06.2024. URL: <https://pzem.ru/news/potentsial-razvitiya-dobychi-na-shelfe-v-rossii-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 03.09.2026).
6. «Росгеология» предупредила об угрозе остановки морской разведки углеводородов из-за санкций

- [Электронный ресурс] // Ведомости. 19.04.2022. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/04/19/918878-razvedki-uglevodorodov-sanktsii> (дата обращения: 03.09.2026).
7. API RP 17G. Recommended Practice for Design and Operation of Completion/Workover Riser Systems. 3rd ed. Washington: API, 2014. 148 p.
8. Installation and workover control systems (IWOCs) [Электронный ресурс] // Baker Hughes. URL: <https://www.bakerhughes.com/cn/node/12876> (дата обращения: 03.09.2026).
9. Intervention and workover control systems [Электронный ресурс] // TechnipFMC. URL: <https://www.technipfmc.com/en/what-we-do/subsea/subsea-systems/controls-and-automation/intervention-and-workover-control-systems/> (дата обращения: 03.09.2026).
10. Intervention workover control systems: IWOCs & SWOCs solutions [Электронный ресурс] // Proserv. URL: <https://proserv.com/products-and-services/intervention-workover-control-systems/> (дата обращения: 03.09.2026).
11. Intervention Workover Control Systems (IWOCs) [Электронный ресурс] // Oceaneering. URL: <https://www.oceaneering.com/workover-control-systems/iwocs/> (дата обращения: 03.09.2026).
12. ISO 13628-7:2005. Petroleum and natural gas industries – Design and operation of subsea production systems – Part 7: Completion/workover riser systems. Geneva: ISO, 2005. 196 p.
13. NORSOK D-010. Well integrity in drilling and well operations. Rev. 5. Oslo: Standards Norway, 2021. 232 p.

© Аминев В.Ф., 2026

УДК 67.05

Аминев В.Ф.

магистрант 2 курса УГНТУ,
г. Уфа, РФ

Научный руководитель: Рахматуллин В.Р.,

доцент, к.т.н., УГНТУ,
г. Уфа, РФ

ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛОННОЙ ДЛЯ СПУСКА НА СОБЛЮДЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ ФИЛОСОФИИ ПО NORSOK D-010 И ISO 13628-7

Аннотация

Предложена методика оценки влияния схемы гидравлического управления клапанами колонны для спуска на соблюдение барьерной философии по пяти показателям: независимость контуров, пути непреднамеренного срабатывания аварийного клапана, класс испытательного клапана, число дополнительных проверок, соблюдение времён аварийных последовательностей. При апробации на схеме управления верхним шарнирным и стравливающим клапанами индекс соответствия составил 0,2 для исходной и 1,0 для модернизированной схемы.

Ключевые слова:

барьерная философия, колонна для спуска, IWOCs, схема гидравлического управления, NORSOK D-010, ISO 13628-7, целостность скважины.

Введение

Заканчивание и ремонт скважин с подводным расположением устья выполняются при наличии не

менее двух независимых испытанных барьеров между пластом и окружающей средой, причём единичный отказ элемента барьера или ошибка оператора не должны приводить к потере контроля над скважиной [6]. Требования к системам колонны для спуска и к последовательностям технологического останова (Далее – ТО), аварийного останова (Далее – АО) и аварийного быстрого отсоединения (Далее – АБО) установлены стандартами ISO 13628-7 и API RP 17G [3, 5], в Российской Федерации – федеральными нормами и правилами [1]. Актуальность определяется переориентацией добычи на шельф при зависимости по оборудованию для морской добычи около 80 % [2].

Перечисленные документы нормируют состав, число и испытуемость барьерных элементов, однако не содержат формализованных требований к топологии гидравлических контуров временной системы управления заканчиванием и ремонтом скважины, через которые эти барьеры приводятся в действие [4]. В результате схема управления, при которой линии открытия и закрытия разных по назначению клапанов совмещены, формально не противоречит нормативным документам, но фактически исключает независимое управление функциональным и аварийным клапанами. Оценка такой ситуации выполняется, как правило, качественно и не допускает сопоставления вариантов схем между собой.

Цель работы – разработка методики оценки влияния схемы гидравлического управления клапанами колонны для спуска на соблюдение барьерной философии, пригодной для сравнения проектных вариантов. Задачи: определение состава показателей оценки, установление правил их вычисления и апробация методики на схеме управления верхним шарнирным клапаном и стравливающим клапаном колонны для спуска.

Обзор существующих подходов

NORSOK D-010 определяет барьерную оболочку через перечень элементов и требования к их испытанию и независимости [6]; ISO 13628-7 и API RP 17G нормируют состав систем колонны для спуска и последовательности останова и отсоединения, включая контроль времени отклика [3, 5]. Оценка отказов элементов выполняется методом анализа видов и последствий отказов (FMEA) и построением матрицы причинно-следственных связей.

Указанные подходы ориентированы на отказ отдельного элемента и на подтверждение выполнения функции. Свойство независимости контуров управления, при котором штатная операция с функциональным клапаном не изменяет состояние аварийного клапана, в явном виде не нормируется и в перечисленных методах не оценивается количественно. Данный пробел определяет содержание предлагаемой методики.

Методология

Методика применяется к схеме управления, представленной матрицей «линия управления – функция клапана», и включает этапы: классификация клапанов по назначению (функциональные и аварийные барьеры); построение матрицы; выявление линий, обслуживающих более одной функции; вычисление показателей и индекса соответствия; сопоставление вариантов схем (таблица 1).

Таблица 1

Показатели оценки схемы гидравлического управления

Показатель		Содержание	Значение
П1	Независимость контуров	Доля клапанов с обособленными линиями	1 – все; 0,5 – часть; 0 – нет
П2	Пути непреднамеренного срабатывания	Число линий, по которым штатная операция изменяет состояние аварийного клапана	1 – нет; 0 – есть
П3	Класс испытательного клапана	Класс клапана, применяемого при штатных испытаниях	1 – функциональный; 0 – аварийный
П4	Дополнительные проверки	Число проверок, порождаемых штатной операцией	1 – нет; 0 – есть
П5	Соблюдение времён	Соответствие времён ТО, АО и АБО подтверждённым значениям	1 – да; 0 – нет

Источник: разработано автором

Индекс соответствия барьерной философии вычисляется как среднее арифметическое значений пяти показателей и принимает значения от 0 до 1. Равные весовые коэффициенты показателей и трёхуровневая шкала приняты автором как допущение: нормативные документы весов не устанавливают. Индекс является порядковой оценкой и не представляет собой вероятностную меру отказа.

Результаты апробации

Апробация выполнена на схеме управления нижней колонной для спуска подводного заканчивания. В исходной схеме линия 2 обслуживает функции «закрытие верхнего шарнирного клапана / открытие стравливающего клапана», линия 3 – функции «открытие верхнего шарнирного клапана / блокировка защёлки / закрытие стравливающего клапана». Модернизированный вариант предусматривает две обособленные линии управления VOV при сохранении механической компоновки. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты оценки схем управления колонной для спуска

Показатель	Исходная схема	Модернизированная схема
П1	0 (линии совмещены)	1 (обособленные линии стравливающего клапана)
П2	0 (два пути: линии 2 и 3)	1 (пути отсутствуют)
П3	0 (применяются шаровый клапан и нижний шарнирный клапан)	1 (применяется верхний шарнирный клапан)
П4	0 (испытание стравливающего клапана после каждой операции)	1 (дополнительные проверки не требуются)
П5	1 (64 и 97 с)	1 (64 и 97 с; срабатывание стравливающего клапана 9,1 и 9,0 с)
Индекс соответствия	0,2	1,0

Источник: разработано автором

Значения показателя П5 приняты по результатам гидравлического расчёта и данным испытаний интегрированной системы: время срабатывания стравливающего клапана составляет 9,1 с при открытии и 9,0 с при закрытии, суммарные времена последовательностей АО и АБО – 64 и 97 с соответственно; модернизация этих значений не изменяет, поскольку диаметр и длина управляющих линий, а также способ управления сохранены.

Обсуждение

Различие индексов обусловлено топологией контуров управления при неизменных механической компоновке и составе клапанов, что подтверждает роль схемы управления как самостоятельного фактора соблюдения барьерной философии, не учитываемого при поэлементной проверке барьеров.

Ограничения методики. Показатели имеют порядковый характер, весовые коэффициенты приняты равными, что является допущением. Методика не учитывает локальные риски, вносимые увеличением числа гидравлических линий: утечки, загрязнение и ошибки монтажа; их оценка выполняется отдельно методом FMEA. Показатель П3 определяется по фактической эксплуатационной практике, для документирования которой требуется статистика испытаний; при её отсутствии значение показателя устанавливается экспертно. Подтверждение методики на объектах других конфигураций не выполнялась.

Заключение

1. Действующие нормативные документы нормируют состав и испытываемость барьеров, но не устанавливают требований к независимости контуров гидравлического управления, вследствие чего схема управления может формально соответствовать требованиям и одновременно исключать независимое использование функционального и аварийного клапанов.

2. Предложена методика оценки, включающая пять показателей и индекс соответствия барьерной

философии, позволяющая сопоставлять проектные варианты схем управления при неизменном составе оборудования.

3. Апробация на схеме управления верхним шарнирным клапаном и стравливающим клапаном дала индекс 0,2 для исходной схемы и 1,0 для схемы с обособленными линиями управления стравливающим клапаном при неизменных временах последовательностей АО и АБО, равных 64 и 97 с.

4. Методика применима при обосновании модернизации схем управления колонной для спуска и при формировании требований технического задания на отечественную систему заканчивания и ремонта скважины. Порядковый характер шкалы и равные веса показателей ограничивают применение результатов задачами сравнения вариантов.

Список использованной литературы:

1. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»: приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 534 [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012290079> (дата обращения: 03.09.2026).
2. Потенциал развития добычи на шельфе в России: проблемы и перспективы [Электронный ресурс]. 11.06.2024. URL: <https://pzem.ru/news/potentsial-razvitiya-dobychi-na-shelfe-v-rossii-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 03.09.2026).
3. API RP 17G. Recommended Practice for Design and Operation of Completion/Workover Riser Systems. 3rd ed. Washington: API, 2014. 148 p.
4. Intervention Workover Control Systems (IWOCs) [Электронный ресурс] // Oceaneering. URL: <https://www.oceaneering.com/workover-control-systems/iwocs/> (дата обращения: 03.09.2026).
5. ISO 13628-7:2005. Petroleum and natural gas industries – Design and operation of subsea production systems – Part 7: Completion/workover riser systems. Geneva: ISO, 2005. 196 p.
6. NORSOK D-010. Well integrity in drilling and well operations. Rev. 5. Oslo: Standards Norway, 2021. 232 p.

© Аминев В.Ф., 2026

УДК 62

Атаев Ю.,
Преподаватель,
Гайгысызова Дж.,
Студент,
Оразова Г.,
Студент,
Амангелдиева А.,
Студент,

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

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДОБЫЧИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗНОСА ОБОРУДОВАНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ И ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация

Статья посвящена исследованию перспектив и практического опыта внедрения технологии

цифровых двойников в процессы разведки, разработки месторождений и эксплуатации технологического оборудования добывающего комплекса.

Ключевые слова:

цифровой двойник, Digital Twin, оптимизация добычи, предиктивное обслуживание, Интернет вещей (IoT), предотвращение аварий.

Современный этап развития нефтегазовой и горнодобывающей отраслей характеризуется переходом к освоению сложнопостроенных, глубокозалегающих и истощенных запасов, что сопровождается ростом капитальных затрат и рисков возникновения аварийных ситуаций. В условиях высокой нестабильности мировых рынков углеводородов и твердых полезных ископаемых традиционные методы управления производством уступают место концепции «Индустрия 4.0». Центральным элементом цифровой трансформации добывающих предприятий становится создание цифровых двойников — многокомпонентных виртуальных аналогов физических объектов, функционирующих в режиме реального времени.

Цифровой двойник месторождения представляет собой интеграцию двух ключевых уровней: 1. Цифровой двойник пласта (подземной системы): Объединяет 3D-геологическую, гидродинамическую и геомеханическую модели. В отличие от статических проектных моделей, цифровой двойник непрерывно актуализируется на основе данных промыслово-геофизических исследований, гидродинамического каротажа и текущих показателей работы скважин (дебит, пластовое и забойное давление); 2. Цифровой двойник промысловой инфраструктуры (наземной системы): Включает математические модели скважинного оборудования (электроцентробежных насосов — ЭЦН, штанговых скважинных насосов), кустовых площадок, шлейфов, замерных установок и систем подготовки нефти и газа. Интеграция подземной и наземной частей в единую гидравлическую и термодинамическую модель позволяет рассчитывать согласованные режимы работы системы «пласт — скважина — сбор — подготовка». Использование цифровых двойников позволяет решить фундаментальную задачу гидродинамики и промыслового инжиниринга — максимизацию текущей добычи и коэффициента извлечения нефти/газа (КИН/КИГ) при минимальных энергетических затратах: а) управление заводнением и вытеснением: Модель рассчитывает оптимальное распределение закачки воды или газа по нагнетательным скважинам для предотвращения преждевременного прорыва пластовых вод и выравнивания фронта вытеснения; б) автоматический выбор технологических режимов: Алгоритмы машинного обучения на основе виртуальной модели подбирают оптимальные штурцные режимы и частоту вращения приводов насосов, обеспечивая работу скважин в зоне максимального КПД без риска кавитации или солеотложения.

Отказ глубинно-насосного оборудования или разгерметизация трубопроводов сопровождаются длительными простоями и колоссальными финансовыми убытками. Цифровой двойник технологического оборудования реализует стратегию предиктивного обслуживания (Predictive Maintenance): 1. Мониторинг физико-химических параметров; 2. Анализ аномалий и деградационных моделей; 3. Раннее обнаружение дефектов; 4. Предотвращение аварийных ситуаций и обеспечение экологической безопасности.

За счет непрерывного моделирования нестационарных гидродинамических процессов цифровые двойники выступают главным инструментом противоаварийной защиты: 1) прогнозирование газонефтеводопроявлений (ГНВП); 2) контроль целостности трубопроводного транспорта.

Цифровые двойники представляют собой синергетический инструмент, объединяющий фундаментальные законы физики, гидродинамики и современные методы работы с большими данными (Big Data). Внедрение этой технологии позволяет добывающим компаниям повысить охват пластов выработкой, снизить операционные расходы на обслуживание оборудования на 15–25% и практически полностью исключить катастрофические аварии. Дальнейшее развитие направления связано с интеграцией цифровых двойников с беспилотными комплексами управления и роботизированными промыслами.

Список использованной литературы:

1. Григорьев В.А., Дмитриев С.В. Автоматизация и цифровизация процессов добычи нефти и газа. — М.: Недра, 2021. — 340 с.
2. Tao F., Zhang M., Nee A. Y. C. Digital Twin Driven Smart Manufacturing. — London: Academic Press, 2019. — 256 p.

© Атаев Ю., Гайгысызова Дж., Оразова Г., Амангелдиева А., 2026

УДК 62

Ашыров М., студент,
Машарипов Т., студент,
Хатамов М., студент,
Максадов А., студент,

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

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ ДАННЫХ В ЭКОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ: СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОСТРАНСТВЕННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ**Аннотация**

Статья посвящена интеграции геоинформационных систем (ГИС), методов пространственного анализа и современным технологиям науки о данных (Data Science) в контексте решения эколого-геохимических задач.

Ключевые слова:

геоинформационные системы (ГИС), пространственный анализ, геохимия ландшафтов, экогеохимия, геостатистика, кригинг, пространственные данные, картографирование, техногенное загрязнение.

Современные экологические и геохимические исследования оперируют колоссальными объемами пространственно-координированной информации. Оценка состояния экосистем, мониторинг техногенного загрязнения почв, вод и атмосферы, а также поисковая геохимия требуют не просто количественного анализа проб, но и точного понимания пространственно-временных закономерностей распределения химических элементов. В связи с этим геоинформационные системы (ГИС) превратились из простого инструмента визуализации и картографирования в мощную аналитическую среду, позволяющую объединять гетерогенные данные и моделировать сложные природно-техногенные процессы.

Интеграция ГИС-технологий и инструментов пространственного анализа данных позволяет эффективно решать комплекс фундаментальных и прикладных задач: 1. Базовое структурирование и хранение данных Создание пространственных баз данных (Spatial Databases) позволяет хранить результаты полевого опробования, лабораторных анализов (ICP-MS, XRF), данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и цифровых моделей рельефа (ЦМР) в единой координатной системе; 2. Пространственная интерполяция и геостатистика Поскольку опробование природных сред всегда носит дискретный (точечный) характер, воссоздание непрерывных геохимических полей требует применения интерполяционных алгоритмов: а) метод обратных расстояний (IDW): эффективен для экспресс-оценки

локальных изменений; б) ординарный и индикаторный кригинг: методы геостатистики, учитывающие пространственную автокорреляцию через функцию вариограммы, что позволяет не только строить карты концентраций, но и оценивать неопределенность (погрешность) прогноза; 3. Выявление техногенных и природных аномалий. Совмещение геохимических слоев с данными по рельефу, гидрографии, ветровому режиму и источникам выбросов позволяет дифференцировать природный геохимический фон и техногенные ореолы рассеяния. Использование пространственных оверлейных операций и мультиспектральных индексов дает возможность отслеживать динамику деградации растительного покрова под влиянием токсичных выбросов; 4. Оценка экологических рисков и зонирование на основе пространственного расчета интегральных показателей (например, суммарного показателя загрязнения Z_c) в ГИС осуществляется автоматическое зонирование территорий по уровню экологического неблагополучия, что критически важно для градостроительного планирования и рекультивации земель.

Современным трендом является интеграция ГИС с алгоритмами машинного обучения. Применение геопространственного анализа совместно с алгоритмами Random Forest, Gradient Boosting и искусственными нейронными сетями позволяет прогнозировать миграцию поллютантов с учетом множества некоррелированных факторов, что значительно повышает точность эколого-геохимического моделирования.

Геоинформационные системы и методы анализа пространственных данных представляют собой неразрывный комплекс, определяющий современный уровень экогеохимических исследований. Применение ГИС переводит эколого-геохимический мониторинг с описательного уровня на прогностический, обеспечивая научную базу для предотвращения экологических катастроф и обеспечения устойчивого развития регионов.

Список использованной литературы:

1. Касимов Н.С., Власов Д.В. Экогеохимия ландшафтов и математические методы анализа данных. — М.: ИП Сорокина Е.Д., 2018. — 192 с.
2. Берлянт А.М. Картография и ГИС. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 285 с.

© Ашыров М., Машарипов Т., Хатамов М., Максадов А., 2026

УДК 62

Бабаева Э., преподаватель,
Чарыев А., студент,
Чарыев Ш., студент,
Даянчев А., студент,

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

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НАУКИ О ДАННЫХ В ГЕОХИМИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, АЛГОРИТМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Аннотация

В статье рассматриваются ключевые аспекты интеграции методов науки о данных (Data Science), машинного обучения (Machine Learning) и искусственного интеллекта в геохимические исследования.

Ключевые слова:

геохимия, наука о данных, Data Science, машинное обучение, многомерный анализ, геохимические аномалии, классификация.

Современная геохимия переживает стремительный переход от традиционных методов обработки лабораторных анализов к концепции Data-Driven Science (науки, управляемой данными). Высокопроизводительные аналитические методы (ICP-MS, XRF, SIMS) генерируют гигантские объемы информации о многоэлементном составе горных пород, почв, донных отложений, поверхностных и подземных вод. Эффективная интерпретация таких массивов данных невозможна без привлечения математического аппарата науки о данных, алгоритмов машинного обучения и интеллектуального анализа данных (Data Mining). Основные направления применения Data Science в геохимии:

1. Обработка и нормирование многомерных геохимических данных Геохимические данные представляют собой так называемые композиционные данные (Compositional Data), где суммы концентраций компонентов ограничены 100% (или 106 г/т). Применение традиционной статистики без предварительных преобразований (например, логарифмических отношений центрированных данных — CLR/ALR) приводит к ложным корреляциям. Методы науки о данных предлагают специализированные алгоритмы предобработки, позволяющие избавиться от «эффекта закрытой суммы»; 2. Снижение размерности и визуализация. Для выявления скрытых трендов в многомерных массивах (включающих от 30 до 60 элементов для тысяч проб) применяются методы снижения размерности: а) Метод главных компонент (PCA): выделяет ассоциации химических элементов, отражающие специфические петрогенетические или рудообразующие процессы. б) Нелинейные методы (t-SNE, UMAP): эффективно визуализируют кластеры геохимических фаций и выделяют локальные неоднородности. 3. Выделение геохимических аномалий и поисковая геохимия Одна из важнейших задач при поиске месторождений полезных ископаемых — разделение фоновых концентраций и поисковых аномалий. Алгоритмы обучения с учителем и без учителя (Supervised and Unsupervised Learning) демонстрируют превосходные результаты: а) Random Forest (Случайный лес) и Gradient Boosting (XGBoost): используются для построения карт перспективности оруденения на основе комплексных геохимических признаков; б) Isolation Forest и Одноклассовый SVM (One-Class SVM): применяются для автоматического обнаружения редких и нетипичных геохимических аномалий в условиях отсутствия предварительной разметки. 4. Геостатистика и пространственное моделирование Интеграция пространственных данных с алгоритмами пространственного кригинга, Gaussian Process Regression и нейронными сетями позволяет строить трехмерные геохимические модели рудных тел и зон техногенного загрязнения с высокой точностью.

Несмотря на высокий потенциал, применение методов Data Science в геохимии сталкивается с рядом специфических трудностей: а) наличие цензурированных данных (концентрации ниже предела обнаружения приборов); б) пространственная автокорреляция и неравномерность опробования; в) Необходимость геологической и физико-химической валидации получаемых машинных моделей.

Внедрение методов науки о данных в геохимию существенно расширяет возможности интерпретации геохимических полей, повышает точность прогнозирования полезных ископаемых и ускоряет решение эколого-геохимических задач. Дальнейшее развитие данного направления связано с интеграцией физико-химических термодинамических моделей и глубокого обучения.

Список использованной литературы:

1. Самсонов Т.Е. Пространственное моделирование и геостатистика. — М.: Издательство Московского университета, 2021. — 280 с.
2. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии (в 2-х книгах). — М.: Недра, 1990. — 744 с.

© Бабаева Э., Чарыев А., Чарыев Ш., Даянчев А., 2026

УДК 62

Бегенджова Г.,
Преподаватель,
Гылыджова А.,
Преподаватель,
Оразгельдиев С.,
Преподаватель,
Ыбадуллаева А.
Преподаватель,

Туркменский государственный университет имени Махтумкули,
Ашхабад, Туркменистан

МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗИ ФИЗИКИ И ИНЖЕНЕРИИ НА ОСНОВЕ STEM-ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ТЕОРИИ МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР

Аннотация

В статье рассматривается методика преподавания темы металл-полупроводниковых структур на основе STEM-подхода, объединяющего естественные науки, современные технологии, инженерию и математику.

Ключевые слова:

STEM-подход, металл-полупроводниковые структуры, барьер Шоттки, омический контакт, физика полупроводников, инженерное.

Современная микроэлектроника развивается стремительными темпами, и подготовка специалистов в этой области требует обновленных методологических решений. Долгое время фундаментальная физика и инженерное дело преподавались обособленно: на занятиях по физике студенты изучали концептуальные законы поведения электронов и энергетические диаграммы, а на специальных инженерных дисциплинах — готовые схемы и приборы. В результате начинающим специалистам бывает трудно связать фундаментальные явления в материалах с реальным функционированием микросхем и транзисторов.

Для решения этой проблемы применяется STEM-подход, который интегрирует науку, технологии, инженерию и математику в единый процесс обучения. Тема «Металл-полупроводниковые структуры» идеально подходит для демонстрации этой связи, поскольку свойства контакта между металлом и полупроводником лежат в основе работы практически всех современных полупроводниковых приборов.

В основе взаимодействия металла и полупроводника лежат два основных типа контакта, выполняющих принципиально разные задачи в электронике:

Выпрямляющий контакт (барьер Шоттки): пропускает электрический ток преимущественно в одном направлении и используется в создании быстродействующих диодов и транзисторов.

Омический контакт: обеспечивают беспрепятственный проход тока в обоих направлениях с минимальным сопротивлением, связывая внутренние элементы микросхемы с внешними выводами.

В рамках STEM-подхода изучение этих структур делится на четыре взаимосвязанных направления:

Естественные науки (Физика): Понимание фундаментальных процессов — как различаются энергетические уровни электронов в металле и полупроводнике, как при их соединении возникает внутреннее электрическое поле и как образуется потенциальный барьер, препятствующий движению зарядов.

Технологии: Изучение методов производства — как наносятся тонкие металлические пленки на

кремниевые пластины, как очищается поверхность полупроводника от оксидов и как термическая обработка меняет структуру контакта.

Инженерия: Проектирование приборов — подбор комбинаций материалов под конкретные задачи, расчет надежности элементов, организация охлаждения и защита от электрического пробоя.

Математика: Количественный анализ — графическое построение вольт-амперных и емкостных характеристик, аппроксимация полученных данных и расчет ключевых параметров прибора по экспериментальным точкам.

Методика STEM-обучения строится в виде непрерывной цепочки: от теории к моделированию, затем к реальному эксперименту и инженерному выводу. 1. Виртуальное моделирование; 2. Лабораторное исследование; 3. Инженерно-аналитическая обработка.

Использование STEM-подхода при изучении металл-полупроводниковых структур дает ощутимые преимущества: 1) формирование целостного мышления; 2) практическая подготовка; 3) междисциплинарные навыки: Закрепляются умения работать с современным измерительным оборудованием, аналитическим софтом и методиками обработки данных.

Методика преподавания теории металл-полупроводниковых структур на основе STEM-подхода позволяет успешно объединить физику и инженерию в образовательном процессе. Переход от пассивного изучения теоретических законов к сквозному циклу «моделирование — эксперимент — анализ — проектирование» обеспечивает высокую готовность выпускников к исследовательской и производственной деятельности в сфере электронной промышленности.

Список использованной литературы:

1. Лебедев А. А. Физика полупроводниковых структур и приборов. — СПб.: Издательство ЛЭТИ, 2016. — 224 с.
 2. Викулин И. М., Стафеев В. И. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Радио и связь, 1990. — 264 с.
- © Бегенджова Г., Гылыджова А., Оразгельдиев С., Ыбадуллаева А., 2026

УДК 004.85:339.138

Евдокимов М.А.,

Head of Data Science, Insight AI,
г. Москва, РФ

КАСКАДНАЯ СИСТЕМА УДЕРЖАНИЯ КЛИЕНТОВ: ПРОГНОЗ ОТТОКА, МНГОВАРИАНТНОЕ UPLIFT-МОДЕЛИРОВАНИЕ И БЮДЖЕТНО-ОГРАНИЧЕННЫЙ ВЫБОР СТИМУЛИРУЮЩЕЙ МЕХАНИКИ

Аннотация

Актуальность. Массовые скидки в кампаниях удержания разрушают маржу: издержки несут и те, кто вернулся бы без стимула. Цель — выбирать каждому клиенту механику с наибольшей чистой отдачей. Метод: каскад «прогноз оттока — многовариантный uplift — задача о ранце»; сопоставлены 16 оценщиков эффекта, включая нейросетевые. Результат: на 600 тыс. клиентов каскад даёт +7,3 % маржи против +5,2 % у одномеханичной политики и +0,5 % у таргетинга по риску. Вывод: выбор механики важнее точности прогноза оттока.

Ключевые слова:

uplift-моделирование, отток клиентов, условный средний эффект воздействия, нейросетевая оценка эффекта, оптимизация маркетингового бюджета, задача о ранце, офлайн-оценка политик.

Evdokimov M. A.Head of Data Science, Insight AI,
Moscow, Russia**A CASCADE CUSTOMER RETENTION SYSTEM: CHURN PREDICTION, MULTI-TREATMENT UPLIFT MODELING
AND BUDGET-CONSTRAINED INCENTIVE ASSIGNMENT****Abstract**

Relevance. Blanket discounts in retention campaigns destroy margin: the cost is borne by customers who would have returned anyway. Purpose: to select for every customer the incentive with the highest net return. Method: a cascade of churn scoring, multi-treatment uplift modeling and budget allocation stated as a knapsack problem; sixteen effect estimators are compared, neural architectures included. Result: on 600k customers the cascade yields +7.3 % of baseline margin against +5.2 % for a single-treatment uplift policy and +0.5 % for risk-based targeting. Conclusion: choosing the right incentive matters more than the accuracy of the churn model.

Keywords:

uplift modeling, customer churn, conditional average treatment effect, neural effect estimation, marketing budget optimization, knapsack problem, off-policy evaluation.

1. Введение

Удержание клиентов остаётся одной из немногих областей прикладной аналитики, где точность предсказания и денежный результат расходятся систематически. Отраслевая практика сложилась вокруг простой схемы: обучить классификатор оттока, отобрать верхние децили по риску и разослать им скидку. Схема выглядит логичной, легко объясняется бизнесу и почти всегда показывает рост удержания в отобранном сегменте. Однако рост удержания и рост прибыли — разные величины, и вторая может падать, пока первая растёт.

Причина в структуре издержек. Скидку получает каждый клиент, который вернулся с промокодом, включая тех, кто вернулся бы и без него. Прирост же возвратов создаёт лишь часть аудитории. Если доля тех, кого стимул действительно переубедил, мала, кампания оплачивает поведение, которое и так состоялось бы. Эффект усиливается тем, что верхние децили риска заполнены клиентами, которых удержать уже нельзя: расход на них максимален, а отзывчивость минимальна. Э. Аскарза показала на полевых экспериментах, что таргетинг по риску оттока систематически проигрывает таргетингу по отзывчивости [1, с. 82]; А. Лемменс и С. Гупта пришли к тому же выводу для задачи максимизации прибыли [21, с. 957].

Вторая, менее обсуждаемая проблема — выбор самой механики. У современного ритейлера их обычно от пяти до пятнадцати: push-уведомление, бонусные баллы, умеренная скидка, глубокая скидка, подарок к заказу, бесплатная доставка, персональная подборка. Они различаются не только силой воздействия, но и структурой издержек: одни стоят долю чека, другие — фиксированную величину. Литература по uplift-моделированию в подавляющем большинстве работ рассматривает одно воздействие и бинарный отклик [12, с. 5; 7, с. 20], оставляя выбор механики за пределами модели.

Методический аппарат оценки инкрементального эффекта развит хорошо. Специализированные деревья с расщеплением по разности откликов предложены Н. Рэдклиффом и П. Сурри [26, с. 11] и обобщены П. Жепаковским и С. Ярошевичем на случай нескольких воздействий [28, с. 310]. Параллельная линия — причинные леса с честным расщеплением выборки [2, с. 7355; 34, с. 1230] и их обобщённая формулировка [3, с. 1152]. Для многовариантной постановки предложены как расширения деревьев [36, с. 590], так и схемы с оптимизацией издержек [37, с. 424]; промышленные решения с бюджетным ограничением описаны для задач динамических промоакций [11, с. 488]. Получены и теоретические

гарантии обобщающей способности uplift-моделей [4, с. 57]. Глубокие латентные модели применяются к оценке эффекта при наличии скрытых смешивающих факторов [22, с. 6448]. Со стороны задачи оттока накоплена обширная литература по точности прогноза [23, с. 205] и по прибылеориентированным критериям отбора [33, с. 213]. Настоящая работа отличается тем, что соединяет эти линии в одну производственную схему и сравнивает подходы по денежному критерию, а не по метрикам ранжирования.

Настоящая работа объединяет три уровня решения в одну систему и проверяет вклад каждого. Оцениваются: риск оттока, условный эффект каждой механики и распределение ограниченного бюджета между клиентами и механиками. Вклад работы состоит в следующем. Во-первых, задача назначения сформулирована как многовыборная задача о ранце, критерием которой служит чистая инкрементальная маржа, а не число удержанных клиентов. Во-вторых, выведено и численно подтверждено условие, при котором механика с пропорциональными издержками уступает механике с фиксированными, и показано, что выбор глубины скидки и выбор типа механики подчиняются разным правилам. В-третьих, проведено сравнение шестнадцати оценщиков условного эффекта — от линейных моделей до архитектур с общим представлением и энкодера истории событий на механизме внимания — по единому денежному критерию, а не только по статистическим метрикам.

2. Постановка задачи

Пусть каждому клиенту сопоставлен вектор признаков $X \in \mathbb{R}^p$ и назначается ровно одна механика из множества $A = \{0, 1, \dots, K\}$, где 0 — отсутствие воздействия. Отклик $Y \in \{0, 1\}$ равен единице, если клиент совершил хотя бы одну покупку в горизонте H после кампании. В рамках модели потенциальных исходов каждому клиенту отвечает набор $Y(0), \dots, Y(K)$, из которых наблюдается ровно один [14, с. 11]. Условный средний эффект механики a равен

$$ta(x) = E[Y(a) - Y(0) \mid X = x], \quad pa(x) = p0(x) + ta(x), \quad (1)$$

а базовая вероятность возврата без воздействия равна $p0(x) = E[Y(0) \mid X = x]$; риск оттока есть $1 - p0(x)$. Идентифицируемость обеспечивается стандартными допущениями [27, с. 43]: устойчивостью единичного воздействия, условной независимостью и перекрытием:

$$(Y(0), \dots, Y(K)) \perp A \mid X, \quad 0 < ea(x) < 1 \text{ для всех } a \in A, \quad (2)$$

где $ea(x) = P(A = a \mid X = x)$ — вероятность назначения механики. В рандомизированном пилоте она известна по построению; на наблюдательных данных её приходится оценивать, и качество оценки становится источником смещения (раздел 6.10).

Экономика задачи описывается тремя величинами. Ценность удержания $V(x)$ — валовая маржа, которую клиент принесёт в горизонте H , если вернётся:

$$V(x) = h(x) \cdot m(x) \cdot r(x), \quad (3)$$

где $h(x)$ — ожидаемое число заказов, $m(x)$ — средний чек, $r(x)$ — маржинальность корзины. Издержки механики складываются из стоимости коммуникации fa , которая расходуется на всех адресатов, и переменной части $ka(x)$, которая расходуется только при отклике:

$$ca(x) = pa(x) \cdot ka(x) + fa, \quad c0(x) \equiv 0. \quad (4)$$

Ключевая асимметрия постановки заключена именно в формуле (4): переменные издержки умножаются на полную вероятность отклика $pa(x)$, а не на её прирост $ta(x)$. Скидку получает каждый вернувшийся клиент, в том числе тот, кто вернулся бы и без неё. Чистая инкрементальная маржа механики равна

$$\Delta a(x) = ta(x) \cdot V(x) - ca(x). \quad (5)$$

Пусть B — бюджет кампании в расчёте на всю базу, $z_{ia} \in \{0, 1\}$ — индикатор назначения клиенту i механики a . Задача назначения принимает вид многовыборной задачи о ранце [17, с. 317]:

$$\max \sum_i \sum_a z_{ia} \Delta a(x_i) \text{ при } \sum_i \sum_a z_{ia} ca(x_i) \leq B, \quad \sum_a z_{ia} = 1. \quad (6)$$

Эта формулировка отличает предлагаемую постановку от привычной задачи ранжирования:

оптимизируется не число удержанных клиентов и не суммарный uplift, а денежный результат при ограниченном бюджете, причём каждому клиенту выбирается ровно один вариант из $K + 1$ взаимоисключающих.

3. Метод

Система состоит из трёх модельных слоёв и связывающего их экономического слоя. Общая схема приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Архитектура каскадной системы удержания

3.1. Слой 1: риск оттока и ценность удержания

Первый слой оценивает $p_0(x)$ по контрольной группе и служит двум целям: он даёт базовую вероятность возврата, входящую в формулу (4) через $ra(x)$, и приоритезирует сегменты для содержательного анализа. Принципиально, что от этого слоя требуется калиброванность, а не только разделяющая способность: величина $ra(x)$ входит в оценку издержек мультипликативно, и систематический сдвиг вероятности переносится в бюджет кампании один к одному. Поэтому сырой выход модели пропускается через изотоническую регрессию, обученную на отложенной части контрольной группы [35, с. 696].

Ценность удержания $V(x)$ вычисляется по формуле (3) из наблюдаемой истории и не требует отдельной модели причинного вывода: $h(x)$, $m(x)$ и $r(x)$ — обычные регрессионные величины, а горизонт H задаётся бизнесом. Это осознанное упрощение: работа сосредоточена на инкрементальной части, а не на прогнозе пожизненной ценности, для которого существуют самостоятельные вероятностные модели [10, с. 276].

3.2. Слой 2: многовариантная оценка условного эффекта

Второй слой оценивает $\tau_a(x)$ отдельно для каждой из K механик. В работе сопоставлены четыре семейства оценщиков; их полный перечень и результаты приведены в разделе 5.

Мета-обучатели строят оценку эффекта из вспомогательных моделей исхода $\mu_a(x) = E[Y \mid X = x, A = a]$. S-learner обучает одну модель с механикой в качестве признака, T-learner — по модели на каждую руку, X-learner совмещает импутированные эффекты на обработанных и контрольных наблюдениях [20, с. 4158]. DR-learner опирается на дважды устойчивый псевдоотклик, который регрессируется на признаки:

$$\psi a = \mu_a(x) - \mu_0(x) + 1\{A = a\}(Y - \mu_a(x)) / ea(x) - 1\{A = 0\}(Y - \mu_0(x)) / e0(x), \quad (7)$$

R-learner использует остаточную параметризацию Робинсона: при $m(x) = E[Y \mid X = x]$ оценка эффекта получается минимизацией [25, с. 302]

$$\sum [(Y - m(x)) - (1\{A = a\} - ea(x)) \cdot \tau_a(x)]^2. \quad (8)$$

Вспомогательные модели в (7) и (8) строятся с кросс-фиттингом, чтобы исключить переобучение на собственных остатках [6, с. C5].

Преобразование отклика переводит задачу причинного вывода в обычную регрессию. Для пары «контроль — механика a » при доле обработанных $ra = ea / (ea + e0)$ и индикаторе T целевая переменная

$$Y^* = Y \cdot (T - pa) / (pa(1 - pa)) \quad (9)$$

несмещённо оценивает $ta(x)$ в условном среднем. Подход привлекателен тем, что поверх него работает любой регрессор, но платой служит высокая дисперсия псевдоотклика.

Нейросетевые архитектуры используют общее представление $\Phi(x)$ и отдельную выходную голову на каждую механику. Базовый вариант — TARNet, в котором общий ствол обучается на всей выборке, а голова механики обновляется только на её наблюдениях [29, с. 3079]. DragonNet добавляет к представлению голову пропенсити и таргетированную регуляризацию, сдвигающую прогноз в сторону, оптимальную для оценки эффекта, а не для предсказания отклика [30, с. 2510]. CFRNet штрафует расхождение распределений представления между группами, добиваясь их сбалансированности. Общая функция потерь имеет вид

$$L = LBCE + \alpha \cdot L_{prop} + \beta \cdot L_{marg} + \gamma \cdot IPM(\Phi \mid A = a, \Phi \mid A = 0), \quad (10)$$

где отдельные слагаемые включаются в зависимости от архитектуры.

Энкодер истории событий отказывается от витрины агрегатов и работает с последовательностью последних заказов напрямую. Каждое событие описывается давностью, суммой, признаком скидки и категорией; после проекции в пространство размерности d и сложения с позиционным вектором последовательность проходит блок самовнимания [32, с. 6000]

$$Att = softmax(QK^T / \sqrt{d} + M) \cdot V, \quad \Phi_{posl} = \sum_t att \cdot z_t, \quad (11)$$

где M — маска заполнителей, а α получается вниманием по времени. Полученное представление конкатенируется с табличным и подаётся в ту же многоголовую конструкцию. Архитектура заимствована из рекомендательных систем, где самовнимание над историей взаимодействий давно вытеснило агрегаты [15, с. 199]; в задаче uplift она применяется заметно реже.

3.3. Экономический слой и условие выбора механики

Экономический слой переводит вероятностные оценки в деньги по формуле (5). Здесь возникает содержательный результат, объясняющий структуру получаемых решений.

Рассмотрим две механики: a с пропорциональными чеку издержками $ka(x) = \gamma_a m(x)$ (скидка глубины γ_a) и b с фиксированными издержками $kb(x) = kb$ (подарок, товар по символической цене). При равной стоимости коммуникации и $V(x)$ по формуле (3) разность чистых марж равна

$$\Delta a - \Delta b = m(x) \cdot [(ta - tb) h(x) r(x) - pa \gamma_a] + pb kb. \quad (12)$$

Если выражение в квадратных скобках отрицательно, то есть прирост отклика на предельную единицу чека не окупает глубину скидки, механика со скидкой выгоднее подарка только для клиентов с чеком ниже критического:

$$m^*(x) = pb kb / [pa \gamma_a - (ta - tb) h(x) r(x)]. \quad (13)$$

Для пары механик с пропорциональными издержками разной глубины (скидка 10 % против скидки 30 %) множитель $m(x)$ выносится за скобки целиком, и знак разности от размера чека не зависит вовсе: выбор глубины скидки определяется отношением приращения чувствительности к приращению глубины, а не ценностью клиента. Отсюда практический вывод: вопросы «скидка или подарок» и «10 % или 30 %» имеют разную природу, и объединять их в один скор нельзя. Численная проверка утверждения приведена в разделе 6.5.

3.4. Слой 3: назначение при бюджетном ограничении

Задача (6) NP-трудна в общем виде, но её лагранжева релаксация распадается на n независимых задач выбора. Лагранжиан имеет вид $L(z, \lambda) = \sum zia[\Delta a(xi) - \lambda ca(xi)] + \lambda B$, откуда правило назначения записывается покомпонентно:

$$a^*(x; \lambda) = \arg \max_{a \in A} [ta(x) V(x) - (1 + \lambda) ca(x)]. \quad (14)$$

Множитель $\lambda \geq 0$ имеет прозрачный смысл теневой цены бюджета: при $\lambda = 0$ назначается любая механика с положительной чистой маржой, при росте λ отсеиваются сначала дорогие механики с умеренным эффектом, затем дешёвые. Суммарные издержки монотонно не возрастают по λ , поэтому λ^*

находится бисекцией из условия $\sum sa^*(x; \lambda)(x_i) = B$. Решение лагранжевой релаксации отличается от точного не более чем на стоимость одного назначения на клиента, что при размере базы в сотни тысяч записей пренебрежимо.

4. Данные и протокол эксперимента

4.1. Генератор данных

Оценка системы требует доступа к потенциальным исходам при всех механиках одновременно, чего ни один производственный журнал не содержит, а открытые наборы для uplift-моделирования содержат одно или два воздействия [8, с. 2; 13]. Поэтому эксперимент выполнен на полусинтетическом генераторе, воспроизводящем структуру розничной базы: четыре латентных сегмента (лояльные, чувствительные к цене, охотники за скидками, потерянные), двенадцать наблюдаемых признаков поведения и явно заданные потенциальные исходы по шести механикам. Такой выбор позволяет измерить разрыв до оптимума, недостижимый на реальных данных, и перенести на практику следует соотношения между политиками, а не абсолютные значения.

Дополнительно генератор формирует историю последних 16 заказов каждого клиента с давностью, суммой, признаком скидки и категорией. В историю заложена скрытая переменная — концентрация скидочных покупок в недавнем периоде, — которая влияет на отзывчивость к скидочным механикам, но не восстанавливается из агрегатов вроде доли заказов со скидкой. Это сделано намеренно, чтобы проверить, извлекает ли последовательностная модель сигнал, недоступный витрине признаков; выигрыш такой модели следует читать как верхнюю оценку.

Объём выборки — 600 тыс. клиентов. Базовая доля оттока в горизонте составляет 48,9 %, наблюдаемая доля возвратов — 56,7 %. Механика назначается случайно: контроль получает 30 % базы, каждая из пяти механик — по 14 %.

4.2. Механики стимулирования

Набор механик и структура их издержек приведены в таблице 1. Все денежные величины выражены в долях среднего чека по базе, результаты кампаний — в процентах базовой валовой маржи; абсолютные значения не приводятся, поскольку не несут дополнительной информации и не переносятся между компаниями.

Таблица 1

Механики стимулирования и структура их издержек

Код	Механика	Переменные издержки	Коммуникация	Доля базы, где оптимальна, %
a0	контроль	—	—	45,3
a1	push-уведомление	0,48 % среднего чека (издержки раздражения)	0,02 %	11,3
a2	бонусные баллы	7,4 % среднего чека (номинал 10,5 %, списание 70 %)	0,02 %	6,5
a3	скидка 10 %	10 % своего чека, не более 20 % среднего	0,02 %	21,4
a4	скидка 30 %	30 % своего чека, не более 48 % среднего	0,02 %	7,7
a5	подарок к заказу	19,2 % среднего чека (себестоимость)	0,02 %	7,8

Последний столбец получен подстановкой истинных $\Delta a(x)$ и показывает, что ни одна механика не доминирует: каждая оптимальна на содержательной доле базы, а почти половине клиентов не подходит ни одна.

4.3. Протокол и метрики

Выборка разделена на три непересекающиеся части: 240 тыс. записей для обучения, 60 тыс. для отбора модели и настройки гиперпараметров, 300 тыс. для итоговой оценки. Ни одна метрика итоговой таблицы не участвовала в выборе модели.

Качество оценки эффекта измеряется тремя метриками. РЕНЕ — корень из среднего квадрата отклонения оценки от истинного эффекта, доступный только на синтетике. Нормированный коэффициент

Qini — площадь между кривой Qini и случайным ранжированием, делённая на ту же площадь при идеальном ранжировании; метрика вычисляется по наблюдаемым данным и применима в производстве [26, с. 9]. Доля верно выбранной механики — согласие с оракулом. Итоговый критерий — ценность политики: средняя чистая инкрементальная маржа в процентах базовой валовой маржи базы.

5. Сравнимые модели

Раздел отвечает на вопрос, какие алгоритмы имеет смысл ставить в каждый слой. Сопоставление проведено в единых условиях: одна и та же выборка, одна и та же витрина признаков, один и тот же экономический слой.

5.1. Слой 1

Для оценки риска оттока сопоставлены четыре алгоритма: логистическая регрессия со стандартизацией признаков, случайный лес [5, с. 7], градиентный бустинг на гистограммах [16] и многослойный перцептрон с двумя скрытыми слоями. Отдельно измерен вклад изотонической калибровки.

5.2. Слой 2

Сопоставлены шестнадцать оценщиков условного эффекта, сгруппированных в четыре семейства. Первое — мета-обучатели: S-, T-, X-, DR- и R-learner. Чтобы отделить вклад схемы обучения от вклада базового алгоритма, T-learner построен на четырёх разных базовых моделях — логистической регрессии, случайном лесе, градиентном бустинге и перцептроне. Второе семейство — преобразование отклика по формуле (9) с линейной моделью, случайным лесом и бустингом поверх. Третье — нейросетевые архитектуры: TARNet, DragonNet и CFRNet, а также энкодер истории событий на самовнимании. Четвёртое — ансамбль трёх лучших по валидации оценок, усреднённых после стандартизации.

Нейросетевые модели реализованы напрямую, без использования фреймворков дифференцирования; корректность градиентов подтверждена численным дифференцированием с максимальной относительной ошибкой порядка 10^{-6} . Общий ствол — два скрытых слоя (128 и 64 нейрона) с выпрямленной линейной активацией, голова механики — один скрытый слой из 32 нейронов. Энкодер истории использует пространство размерности 24, один блок самовнимания и внимание при агрегировании по времени. Обучение — алгоритмом Adam [18] с шагом $2,5 \cdot 10^{-3}$, размером пакета 4096 (2048 для энкодера) и регуляризацией весов 10^{-5} . Гиперпараметры α , β и γ в формуле (10) выставлены в единицу без дополнительного подбора, чтобы сравнение оставалось сопоставимым по объёму настройки.

6. Результаты

6.1. Слой 1: риск оттока

Результаты приведены в таблице 2. Разделяющая способность у всех четырёх алгоритмов практически одинакова: разброс AUC укладывается в 3,1 тысячных. Различия проявляются в калибровке: у логистической регрессии ожидаемая ошибка калибровки почти вдвое выше, чем у древесных методов.

Таблица 2

Модели слоя 1 (оценка риска оттока)

Модель	AUC	PR-AUC	Brier	ECE	Log-loss	Время, с
Логистическая регрессия	0,8709	0,8634	0,1447	0,0230	0,4450	< 1
Случайный лес	0,8712	0,8644	0,1433	0,0124	0,4412	15,0
Градиентный бустинг	0,8732	0,8672	0,1420	0,0119	0,4364	1,5
Многослойный перцептрон	0,8740	0,8681	0,1415	0,0149	0,4360	2,3

Лучшей по AUC оказалась нейросетевая модель (0,8740), она и использована далее. Изотоническая калибровка снижает ожидаемую ошибку с 0,0149 до 0,0081, то есть на 45 %, почти не меняя оценку Брайера. Для ранжирования это безразлично, для подстановки в формулу (4) — нет: смещение вероятности отклика переносится в прогноз бюджета пропорционально. Калибровочная диаграмма и сравнение моделей приведены на рисунке 2.

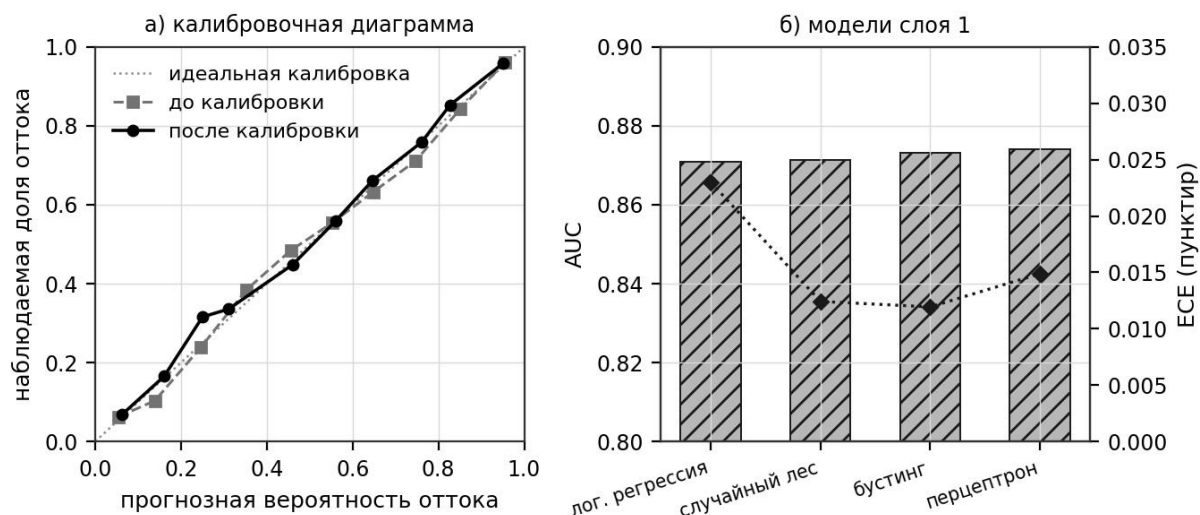


Рисунок 2 – Калибровка (а) и сравнение алгоритмов слоя 1 (б)

6.2. Риск оттока не равен отзывчивости

Рисунок 3 сопоставляет прогнозный риск оттока с истинным приростом удержания по децилям. Картина объясняет, почему классическая схема даёт слабый денежный результат. Максимум отзывчивости приходится на средние децили; в десятом дециле, куда обычно и направлена кампания удержания, эффект всех механик заметно ниже — этих клиентов уже нельзя вернуть. У push-уведомления эффект отрицателен для 62 % базы: лишняя коммуникация ускоряет уход тех, кто и так был близок к решению. Доля клиентов, для которых ни одна из пяти механик не окупается, составляет 45 %.

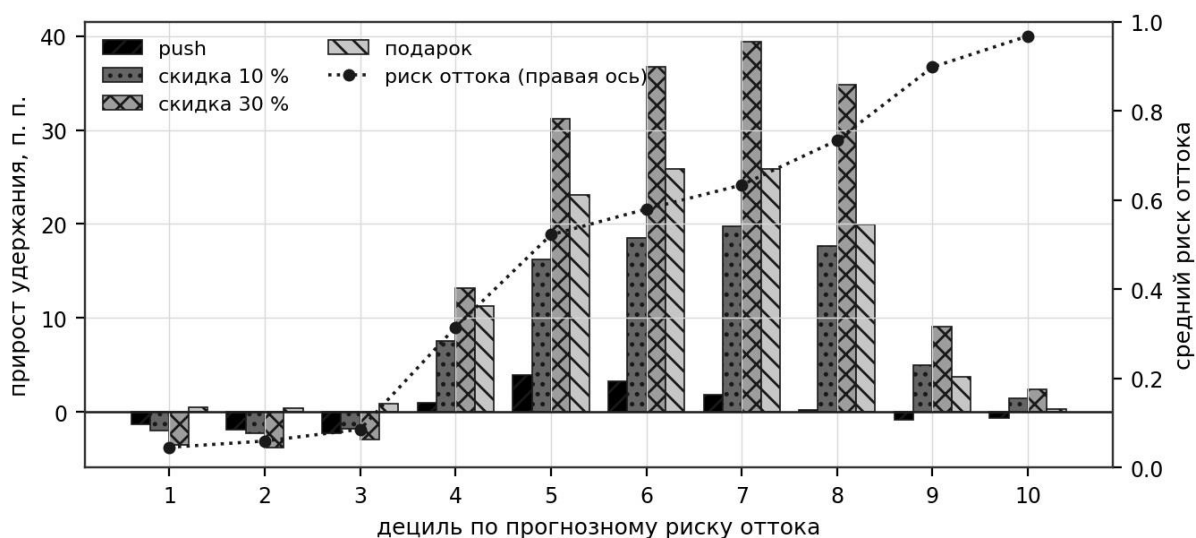


Рисунок 3 – Прирост удержания по механикам и риск оттока по децилям

6.3. Качество оценки условного эффекта

Сводные результаты шестнадцати оценщиков приведены в таблице 3, упорядоченной по итоговому денежному критерию. Столбец «Qini (вал.)» — единственная метрика, по которой производился отбор; остальные вычислены на отложенной выборке.

Таблица 3

Сравнение оценщиков условного эффекта воздействия

Оценщик	РЕНЕ	Qini (вал.)	Qini (тест)	Верных механик, %	Маржа, %	Время, с
Ансамбль трёх лучших	0,0545	0,873	0,863	67,4	7,69	—
Энкодер истории событий (self-attention)	0,0578	0,856	0,827	68,0	7,65	236
T-learner, логистическая регрессия	0,0623	0,841	0,839	65,7	7,63	< 1
S-learner, градиентный бустинг	0,0596	0,813	0,832	68,2	7,59	21
X-learner, градиентный бустинг	0,0601	0,798	0,809	61,0	7,24	17
CFRNet, баланс представлений	0,0678	0,770	0,803	64,7	7,23	40
T-learner, перцептрон	0,0746	0,721	0,809	55,9	7,17	18
T-learner, случайный лес	0,0726	0,644	0,711	58,4	7,02	65
T-learner, градиентный бустинг	0,0749	0,685	0,757	58,4	6,94	18
TARNet, многоголовая сеть	0,0692	0,700	0,754	59,3	6,85	37
R-learner, кросс-фиттинг	0,0635	0,766	0,762	56,4	6,85	15
DR-learner, кросс-фиттинг	0,0640	0,728	0,774	54,2	6,75	17
DragonNet	0,0712	0,678	0,761	57,1	6,75	39
Преобразованный отклик, линейная модель	0,0791	0,730	0,737	53,7	6,38	< 1
Преобразованный отклик, бустинг	0,0793	0,634	0,680	44,1	4,88	4
Преобразованный отклик, случайный лес	0,0876	0,661	0,641	42,4	4,76	165

Из таблицы следуют четыре наблюдения. Первое: разброс денежного результата между лучшим и худшим оценщиком составляет 1,62 раза при разбросе РЕНЕ лишь в 1,61 раза — статистическая точность переводится в деньги нелинейно. Второе: семейство преобразования отклика уступает всем остальным, что согласуется с известной проблемой дисперсии псевдоотклика; примечательно, что линейная модель поверх преобразования оказывается лучше леса и бустинга — сильный регрессор подстраивается под шум. Третье: энкодер истории событий — лучший одиночный оценщик, он снижает РЕНЕ относительно лучшей табличной модели на 23 % по сравнению с T-learner на бустинге. Это прямое следствие заложенной в генератор скрытой переменной и одновременно указание на то, где искать выигрыш в производстве: в истории событий, а не в дополнительной настройке табличной модели. Четвёртое: простые схемы держатся неожиданно хорошо — T-learner на логистической регрессии входит в тройку лучших, поскольку поверхность эффекта в логит-шкале близка к аддитивной, а линейная модель не тратит степени свободы на шум.

Отбор по валидации выбрал ансамбль трёх лучших оценок; он же оказался лучшим и на тесте, что подтверждает пригодность нормированного Qini как производственного критерия отбора при недоступности РЕНЕ. Кривые Qini для двух скидочных механик приведены на рисунке 4.

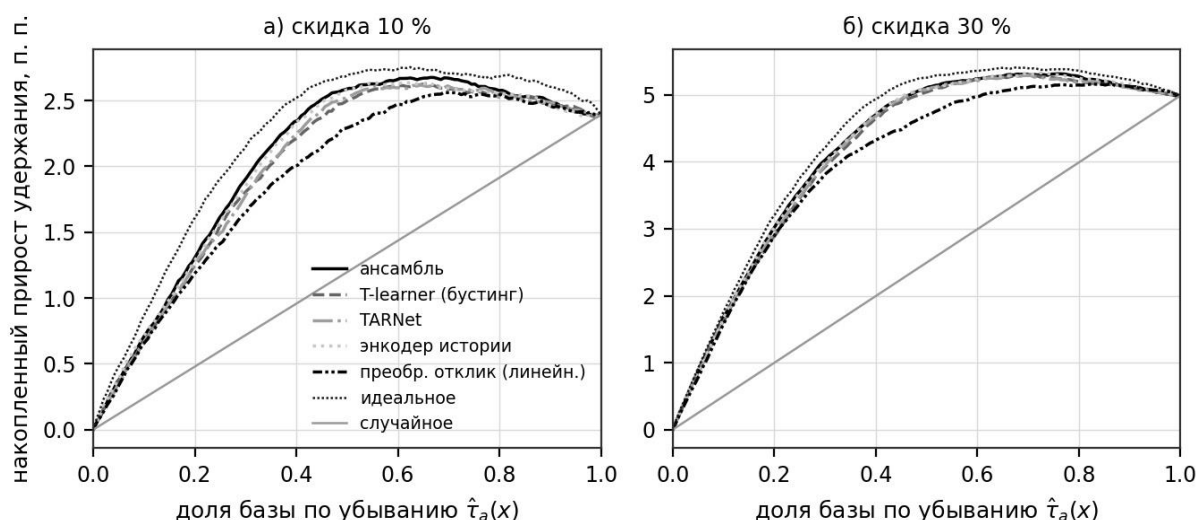


Рисунок 4 – Кривые Qini для скидки 10 % (а) и скидки 30 % (б)

Для глубокой скидки (панель б) все оценщики идут почти вплотную к идеальному ранжированию: эффект велик и хорошо отделяется. Для умеренной скидки (панель а) разброс заметен. Практический смысл в том, что именно слабые механики требуют качественной модели, а сильные различимы и грубыми методами — при этом, как показано далее, основная экономия достигается как раз на слабых и дешёвых механиках. Рисунок 5 сводит оба критерия вместе и показывает, что упорядочение по РЕНЕ и по деньгам совпадает лишь частично.

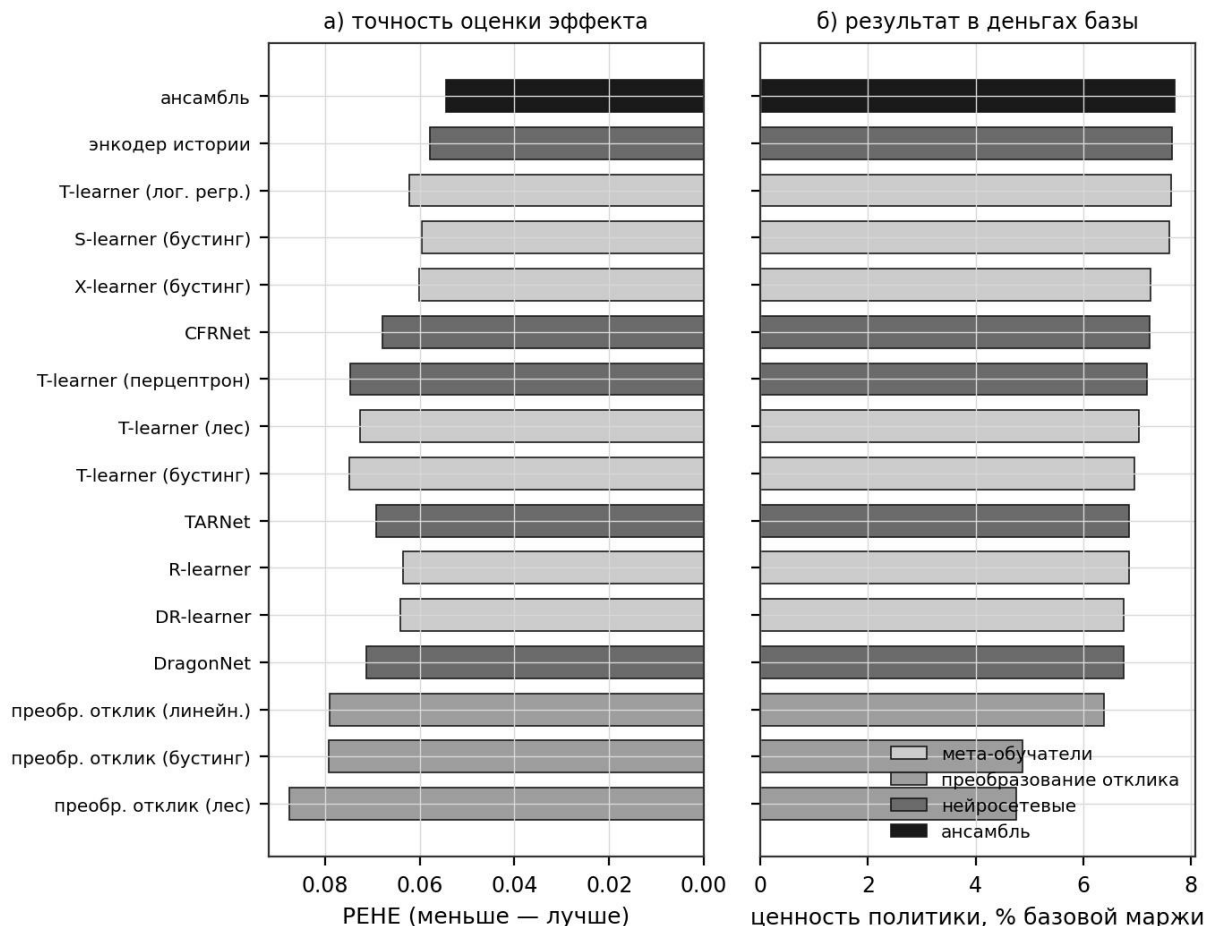


Рисунок 5 – Оценщики эффекта: точность (а) и денежный результат (б)

6.4. Сравнение политик назначения

Основной результат работы представлен в таблице 4. Бюджет во всех политиках, где он задаётся, равен 4 % базовой валовой маржи.

Таблица 4

Сравнение политик назначения при равном бюджете

Политика	Охват, %	Бюджет, %	Δ удержания, п. п.	Чистая маржа, % [95 % ДИ]	ROI
П0. Без воздействия	0,0	0,00	0,00	0,00	—
П1. Скидка 30 % всей базе	100,0	35,94	15,65	-18,23 [-18,38; -18,09]	-0,51
П2. Push всей базе	100,0	0,45	0,31	-0,77	-1,72
П3. Топ-30 % по риску оттока + скидка 30 %	30,0	4,14	4,63	0,45 [0,41; 0,49]	0,11
П4. Топ-30 % по риску оттока + скидка 10 %	30,0	1,08	2,41	1,24 [1,21; 1,26]	1,15
П5. Uplift, одна механика (скидка 10 %)	53,8	4,00	7,24	5,21 [5,17; 5,26]	1,30
П6. Каскад без учёта издержек	83,4	23,34	16,82	-2,84	-0,12
П7. Каскад (предлагаемый)	49,1	4,00	7,17	7,27 [7,19; 7,35]	1,82
П8. Оракул при том же бюджете	47,5	4,00	8,41	8,67 [8,61; 8,75]	2,17

Сплошная скидка 30 % повышает долю удержанных на 15,7 процентных пункта, что статистически значимо, и при этом уносит 18,2 % базовой маржи. Это прямое следствие асимметрии (4): скидку получают все вернувшиеся, а прирост возвратов даёт лишь меньшинство.

Классическая производственная схема — отобрать верхние 30 % по риску и выслать им скидку — оказывается на грани окупаемости: при почти том же бюджете она даёт 0,45 % против 7,27 % у каскада. Замена глубокой скидки на умеренную улучшает результат почти вдвое, но остаётся далеко позади: сама логика отбора по риску отправляет стимулы клиентам из последних децилей, где, как показано на рисунке 3, эффект уже исчез.

Политика П6 — каскад, максимизирующий $ta(x)V(x)$ без учёта издержек, — заслуживает отдельного внимания. Она даёт наибольший прирост удержания среди всех рассмотренных (16,82 п. п., больше, чем у оракула) и при этом отрицательную маржу -2,84 %. Это контрпример к распространённой практике оценивать систему удержания по числу спасённых клиентов.

Сопоставление П5 и П7 изолирует вклад именно многовариантности. Обе политики используют одну и ту же uplift-модель и один и тот же бюджет; различие только в том, что П5 располагает единственной механикой, а П7 выбирает из пяти. Прирост маржи составляет 2,05 процентного пункта при стандартной ошибке 0,02, то есть 39 % относительно П5. Примечательно, что число удержанных клиентов при этом почти не меняется (7,24 против 7,17 п. п.): каскад удерживает не больше клиентов, а других — более ценных и более дешёво. Каскад достигает 84 % от результата оракула, то есть оставшийся резерв улучшения моделей составляет 16,2 %.

6.5. Структура принимаемых решений

Рисунок 6а показывает, как каскад распределяет механики по децилям риска оттока. Картина резко расходится с отраслевой практикой. В первых децилях система почти никого не трогает, в средних назначает полный набор механик, а в последних снова сокращает воздействие, оставляя преимущественно дешёвые варианты. Панель б показывает распределение прибыли: практически весь результат создаётся средними децилями, тогда как десятый дециль, на который обычно и направлена кампания удержания, приносит около нуля.

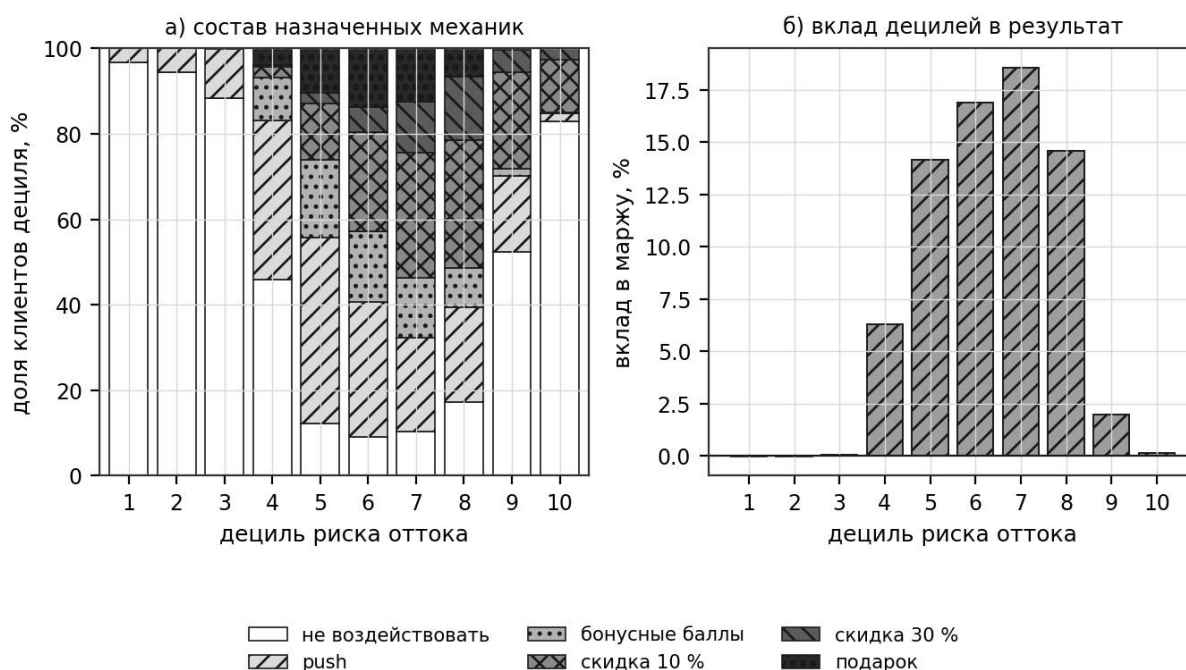


Рисунок 6 – Состав назначенных механик (а) и вклад децилей риска (б)

Итоговый состав кампании таков: 50,9 % базы не получают ничего, 19,7 % — push, 7,0 % — баллы, 13,3 % — скидку 10 %, 4,3 % — скидку 30 % и 4,8 % — подарок. Распределение бюджета устроено иначе, чем распределение адресатов: на подарок уходит 28 % денег при доле адресатов менее десятой части, а push при доле адресатов почти в пятую часть базы потребляет 2,2 % бюджета. Теневая цена бюджета равна $\lambda^* = 0,425$, то есть каждая единица ограничения обходится примерно в 43 сотых упущенной маржи.

Численная проверка утверждения раздела 3.3 даёт следующее. Среди клиентов, которым оракул назначает скидку, 73 % достаточно умеренной глубины и лишь 27 % требуют глубокой, причём это соотношение по децилям чека практически не меняется. Напротив, среди клиентов, выбирающих между глубокой скидкой и подарком, доля подарка растёт с ростом чека монотонно. Это в точности соответствует формулам (12) и (13): выбор глубины скидки не зависит от размера чека, а выбор между пропорциональной и фиксированной механикой зависит от него критически.

6.6. Зависимость от бюджета

Рисунок 7 показывает результат политик как функцию бюджета. Кривая каскада монотонно возрастает и выходит на плато: при снятии ограничения система сама перестает тратить, поскольку дальнейшие назначения имеют отрицательную чистую маржу. Кривые таргетинга по риску ведут себя иначе — они достигают максимума при малом бюджете и затем убывают, уходя в отрицательную область.

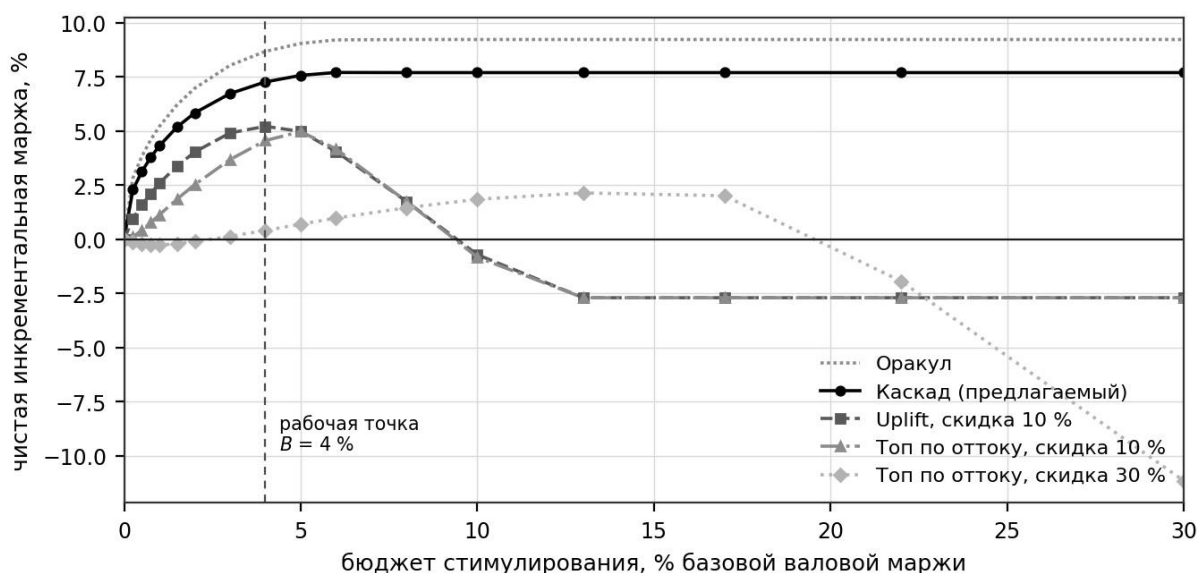


Рисунок 7 – Чистая маржа политик в зависимости от бюджета

Практически важен горизонтальный срез графика. Результата, который одномеханичная политика показывает при бюджете 4 %, каскад достигает при 1,52 %, то есть при бюджете в 2,6 раза меньшем. В терминах планирования это означает, что многовариантность конвертируется либо в прирост маржи при том же бюджете, либо в сокращение бюджета при том же результате.

6.7. Проверка офлайн-оценки политик

В производстве истинная ценность политики недоступна, и решение о запуске принимается по офлайн-оценке на данных предыдущего пилота [19, с. 142]. Помимо оценки с обратными весами применяется её самонормированный вариант, снижающий дисперсию [31, с. 3234]. Дважды устойчивая оценка ценности политики π строится как

$$\hat{VDR}(\pi) = (1/n) \sum [\hat{m}\pi(x)(x) + 1\{A = \pi(x)\} (R - \hat{m}A(x)) / eA(x)], \quad (15)$$

где R — реализованный экономический результат наблюдения, а $\hat{m}a(x)$ — его модельный прогноз [9, с. 1099]. Таблица 5 сопоставляет три оценщика с истинным значением.

Таблица 5

Офлайн-оценка ценности политик (в процентах базовой маржи)

Политика	IPS	SNIPS	DR	Истина	SE (IPS)	SE (DR)
П0. Без воздействия	99,63	99,86	100,07	100,17	0,57	0,33
П1. Скидка 30 % всем	82,44	81,89	81,79	81,94	0,73	0,33
П3. Топ-30 % + скидка 30 %	100,11	100,09	100,55	100,62	0,58	0,33
П5. Uplift, одна механика	104,96	105,08	105,35	105,38	0,63	0,36
П7. Каскад	106,88	107,09	107,27	107,43	0,66	0,36

Все три оценщика состоятельны, но различаются точностью: стандартная ошибка дважды устойчивой оценки примерно вдвое меньше, чем у оценки с обратными весами. Для каскада отклонение DR-оценки от истины составляет 0,16 п. п. при стандартной ошибке 0,36 — в пределах одной ошибки. Практический вывод: решение о запуске кампании можно принимать по DR-оценке, но выборка пилота должна быть достаточной, чтобы доверительный интервал не перекрывал разницу между сравниваемыми политиками. Сопоставление приведено на рисунке 8.

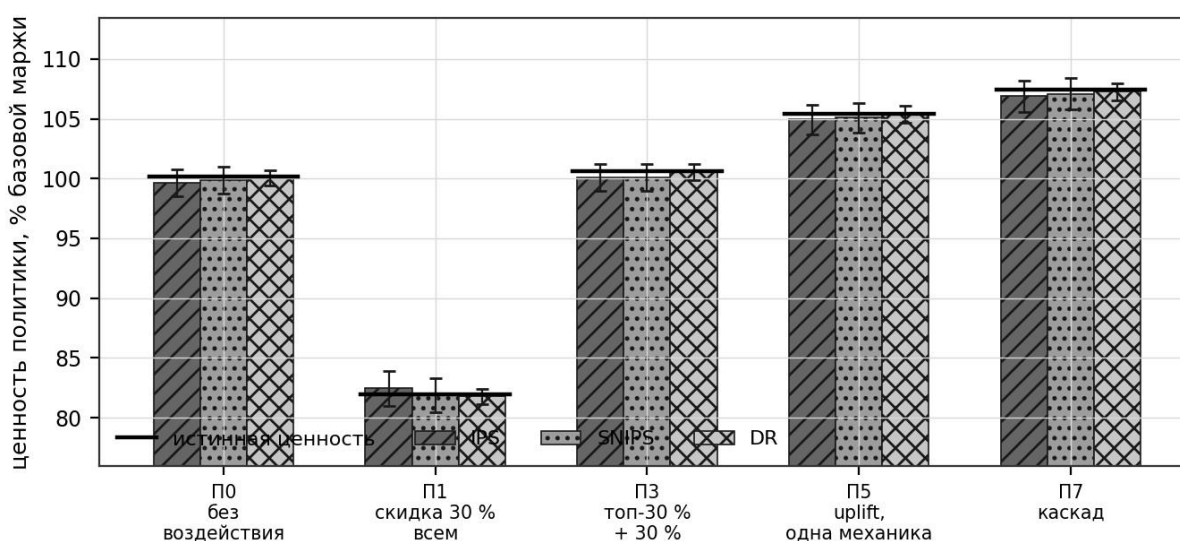


Рисунок 8 – Офлайн-оценки против истинной ценности политик

6.8. Требования к объёму пилота

Таблица 6 показывает, как деградирует система при сокращении рандомизированного пилота. Приведены усреднённые по двум повторам значения.

Таблица 6

Зависимость результата от объёма рандомизированного пилота

Доля пилота, %	Клиентов в обучении	На одну механику	РЕНЕ	Маржа, %
5	11992	1678	0,1959	4,21
10	23951	3353	0,1681	4,35
25	59897	8385	0,1153	4,80
50	119810	16773	0,0839	6,14
100	240000	33600	0,0749	6,54

Зависимость выражена резко: при сокращении пилота вчетверо результат падает примерно на четверть, а при сокращении в двадцать раз — более чем вдвое. Порядок величины, ниже которого многовариантная схема теряет смысл, — несколько тысяч наблюдений на механику. Это прямое ограничение на число одновременно тестируемых механик: расширение набора требует пропорционального роста экспериментального трафика.

6.9. Вклад отдельных компонентов

Таблица 7 показывает, что теряется при отключении каждого элемента системы.

Таблица 7

Вклад компонентов системы

Конфигурация	Чистая маржа, %	Потеря, п. п.
Полная система	7,27	—
Без бюджетного слоя	-2,84	10,11
Без учёта ценности клиента	4,52	2,75
Одна механика вместо пяти	5,21	2,05

Наибольший вклад даёт экономический слой: отказ от учёта издержек уводит результат в отрицательную область. Второй по величине — многовариантность. Третий — учёт ценности клиента: ранжирование по чистому uplift без умножения на $V(x)$ теряет 2,75 процентного пункта.

6.10. Устойчивость к неслучайному назначению

Рандомизированный пилот — идеальный, но не всегда доступный источник данных. Воспроизведён второй сценарий: та же популяция, но механика назначается исторической эвристикой маркетинга, зависящей от риска оттока и склонности к скидкам. Средний риск оттока в контрольной группе составляет 0,20 против 0,68 в группе глубокой скидки — сильное смещение. Перекрытие сохранено, пропенсити оценивается бустингом со средней абсолютной ошибкой 0,0162.

Таблица 8

Устойчивость оценщиков к неслучайному назначению механик

Оценщик	РЕНЕ (А)	РЕНЕ (В)	Смещение (В)	Маржа (А), %	Маржа (В), %
T-learner, градиентный бустинг	0,0749	0,0928	-0,0295	6,94	6,70
S-learner, градиентный бустинг	0,0596	0,0769	-0,0353	7,59	6,93
X-learner, градиентный бустинг	0,0601	0,0748	-0,0282	7,24	6,94
DR-learner, кросс-фиттинг	0,0640	0,0803	-0,0275	6,75	6,49
DragonNet	0,0712	0,0781	0,0033	6,75	6,69

Примечание: А — рандомизированный пилот, В — наблюдательные данные.

Картина меняется качественно. Оценщики, игнорирующие пропенсити, теряют больше всех: у S-learner смещение оценки эффекта оказывается наибольшим по модулю. Архитектура DragonNet, в которой голова пропенсити встроена в общее представление, даёт смещение 0,0033 — на порядок меньше, чем у любого табличного оценщика, что подтверждает заявленное свойство архитектуры. По денежному критерию лучшим становится X-learner. Отсюда рекомендация: выбор оценщика следует делать не по публикациям, а по валидации в том режиме сбора данных, который реально используется, и при отсутствии полноценной рандомизации отдавать предпочтение методам, явно использующим пропенсити.

7. Обсуждение и ограничения

Полученные результаты позволяют упорядочить вклад отдельных компонентов системы. Наибольший прирост даёт переход от отбора по риску к отбору по инкрементальному эффекту с денежным критерием. Следующий по величине вклад — многовариантность. Точность самой uplift-модели оказывается наименее чувствительным фактором: шестнадцать оценщиков укладываются в диапазон, меньший, чем разрыв между каскадом и одномеханичной политикой. Управленческий вывод прямой — усилия разумнее вкладывать в расширение набора механик и корректную постановку критерия, а не в доводку модели. Исключение составляет источник данных: переход от агрегатов к истории событий дал больший выигрыш, чем любая смена алгоритма поверх той же витрины.

Работа имеет ряд ограничений. Во-первых, эксперимент выполнен на полусинтетических данных. Такой выбор необходим для измерения разрыва до оракула, но он означает, что численные значения отражают параметры генератора, а не конкретного бизнеса; переносить следует соотношения между политиками и структуру решений. Преимущество последовательностной модели дополнительно обусловлено тем, что скрытая переменная заложена в генератор сознательно, и на реальных данных её

следует считать верхней оценкой. Проверка возможна только через контролируемый эксперимент: открытые бенчмарки [8; 13] содержат одну или две механики и для многовариантной постановки недостаточны.

Во-вторых, допущение об отсутствии интерференции в маркетинговых кампаниях выполняется приближённо: клиенты обмениваются промокодами, а обученная на прошлых кампаниях база меняет поведение. В-третьих, горизонт оценки ограничен одной кампанией, тогда как систематическое поощрение скидками формирует привычку и снижает будущую готовность платить; корректный учёт этого требует перехода к многошаговой постановке. В-четвёртых, предполагается стационарность: при смене ассортимента или сезона оценки эффекта устаревают, поэтому часть трафика ϵ должна постоянно оставаться рандомизированной — это одновременно условие переобучения моделей и страховка от вырождения политики.

Отдельного упоминания заслуживает вопрос справедливости. Оптимизация по чистой марже систематически направляет лучшие предложения клиентам с высокой ценностью, что при длительной эксплуатации может восприниматься как дискриминация. Практический компромисс — ввести нижнюю границу охвата по сегментам как дополнительное ограничение в задаче (6); лагранжева схема допускает это без изменения структуры решения.

8. Заключение

Предложена и экспериментально проверена каскадная система удержания клиентов, в которой прогноз оттока, многовариантная оценка инкрементального эффекта и распределение ограниченного бюджета объединены единым денежным критерием. На выборке 600 тыс. клиентов система даёт 7,3 % базовой валовой маржи против 5,2 % у одномеханичной uplift-политики, 0,4 % у классического таргетинга по риску и -18,2 % у сплошной скидки, достигая 84 % от результата оракула.

Сопоставление шестнадцати оценщиков условного эффекта показало, что выбор архитектуры влияет на денежный результат слабее, чем постановка критерия и число доступных механик, но переход от агрегированных признаков к истории событий с механизмом внимания даёт заметный выигрыш в точности оценки. Выведенное условие выбора между пропорциональными и фиксированными по издержкам механиками объясняет структуру получаемых назначений и подтверждено численно. Дальнейшая работа предполагает перенос схемы на многошаговую постановку с накоплением эффекта привыкания и проверку на контролируемом эксперименте производственного масштаба.

Список использованной литературы:

1. Ascarza E. Retention futility: Targeting high-risk customers might be ineffective // *Journal of Marketing Research*. 2018. Vol. 55, № 1. P. 80–98.
2. Athey S., Imbens G. Recursive partitioning for heterogeneous causal effects // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2016. Vol. 113, № 27. P. 7353–7360.
3. Athey S., Tibshirani J., Wager S. Generalized random forests // *The Annals of Statistics*. 2019. Vol. 47, № 2. P. 1148–1178.
4. Betlei A., Diemert E., Amini M.-R. Uplift modeling with generalization guarantees // *Proceedings of the 27th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. New York: ACM, 2021. P. 55–65.
5. Breiman L. Random forests // *Machine Learning*. 2001. Vol. 45, № 1. P. 5–32.
6. Chernozhukov V., Chetverikov D., Demirer M. [и др.]. Double/debiased machine learning for treatment and structural parameters // *The Econometrics Journal*. 2018. Vol. 21, № 1. P. C1–C68.
7. Devriendt F., Moldovan D., Verbeke W. A literature survey and experimental evaluation of the state-of-the-art in uplift modeling // *Big Data*. 2018. Vol. 6, № 1. P. 13–41.
8. Diemert E., Betlei A., Renaudin C., Amini M.-R. A large scale benchmark for uplift modeling // *Proceedings of the AdKDD and TargetAd Workshop at KDD 2018*. London, 2018. 6 p.
9. Dudik M., Langford J., Li L. Doubly robust policy evaluation and learning // *Proceedings of the 28th*

International Conference on Machine Learning. Bellevue, 2011. P. 1097–1104.

10. Fader P.S., Hardie B.G.S., Lee K.L. «Counting your customers» the easy way: An alternative to the Pareto/NBD model // Marketing Science. 2005. Vol. 24, № 2. P. 275–284.

11. Goldenberg D., Albert J., Bernardi L., Estevez P. Free lunch! Retrospective uplift modeling for dynamic promotions recommendation within ROI constraints // Proceedings of the 14th ACM Conference on Recommender Systems. New York: ACM, 2020. P. 486–491.

12. Gutierrez P., Gerardy J.-Y. Causal inference and uplift modelling: A review of the literature // Proceedings of Machine Learning Research. 2017. Vol. 67. P. 1–13.

13. Hillstrom K. The MineThatData e-mail analytics and data mining challenge [Электронный ресурс]. 2008. Режим доступа: <https://blog.minethatdata.com/2008/03/minethatdata-e-mail-analytics-and-data.html> (дата обращения: 05.09.2026).

14. Imbens G.W., Rubin D.B. Causal inference for statistics, social, and biomedical sciences: An introduction. New York: Cambridge University Press, 2015. 625 p.

15. Kang W.-C., McAuley J. Self-attentive sequential recommendation // Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Data Mining. Washington: IEEE, 2018. P. 197–206.

16. Ke G., Meng Q., Finley T. [и др.]. LightGBM: A highly efficient gradient boosting decision tree // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30. P. 3146–3154.

17. Kellerer H., Pfersch U., Pisinger D. Knapsack problems. Berlin: Springer, 2004. 546 p.

18. Kingma D.P., Ba J. Adam: A method for stochastic optimization // Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations. San Diego, 2015. 15 p.

19. Kohavi R., Tang D., Xu Y. Trustworthy online controlled experiments: A practical guide to A/B testing. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. 274 p.

20. Künzel S.R., Sekhon J.S., Bickel P.J., Yu B. Metalearners for estimating heterogeneous treatment effects using machine learning // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2019. Vol. 116, № 10. P. 4156–4165.

21. Lemmens A., Gupta S. Managing churn to maximize profits // Marketing Science. 2020. Vol. 39, № 5. P. 956–973.

22. Louizos C., Shalit U., Mooij J. [и др.]. Causal effect inference with deep latent-variable models // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30. P. 6446–6456.

23. Neslin S.A., Gupta S., Kamakura W., Lu J., Mason C.H. Defection detection: Measuring and understanding the predictive accuracy of customer churn models // Journal of Marketing Research. 2006. Vol. 43, № 2. P. 204–211.

24. Niculescu-Mizil A., Caruana R. Predicting good probabilities with supervised learning // Proceedings of the 22nd International Conference on Machine Learning. New York: ACM, 2005. P. 625–632.

25. Nie X., Wager S. Quasi-oracle estimation of heterogeneous treatment effects // Biometrika. 2021. Vol. 108, № 2. P. 299–319.

26. Radcliffe N.J., Surry P.D. Real-world uplift modelling with significance-based uplift trees. Edinburgh: Stochastic Solutions, 2011. 33 p.

27. Rosenbaum P.R., Rubin D.B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects // Biometrika. 1983. Vol. 70, № 1. P. 41–55.

28. Rzepakowski P., Jaroszewicz S. Decision trees for uplift modeling with single and multiple treatments // Knowledge and Information Systems. 2012. Vol. 32, № 2. P. 303–327.

29. Shalit U., Johansson F.D., Sontag D. Estimating individual treatment effect: Generalization bounds and algorithms // Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning. Sydney, 2017. P. 3076–3085.

30. Shi C., Blei D.M., Veitch V. Adapting neural networks for the estimation of treatment effects // Advances in Neural Information Processing Systems. 2019. Vol. 32. P. 2507–2517.

31. Swaminathan A., Joachims T. The self-normalized estimator for counterfactual learning // Advances in Neural

Information Processing Systems. 2015. Vol. 28. P. 3231–3239.

32. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. [и др.]. Attention is all you need // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30. P. 5998–6008.

33. Verbeke W., Dejaeger K., Martens D., Hur J., Baesens B. New insights into churn prediction in the telecommunication sector: A profit driven data mining approach // European Journal of Operational Research. 2012. Vol. 218, № 1. P. 211–229.

34. Wager S., Athey S. Estimation and inference of heterogeneous treatment effects using random forests // Journal of the American Statistical Association. 2018. Vol. 113, № 523. P. 1228–1242.

35. Zadrozny B., Elkan C. Transforming classifier scores into accurate multiclass probability estimates // Proceedings of the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. New York: ACM, 2002. P. 694–699.

36. Zhao Y., Fang X., Simchi-Levi D. Uplift modeling with multiple treatments and general response types // Proceedings of the 2017 SIAM International Conference on Data Mining. Philadelphia: SIAM, 2017. P. 588–596.

37. Zhao Z., Harinen T. Uplift modeling for multiple treatments with cost optimization // Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics. Washington: IEEE, 2019. P. 422–431.

© Евдокимов М.А., 2026

УДК 622.24

Емашева Э.А.

магистрантка 2 курса УГНТУ,

г. Уфа, РФ

Научный руководитель: Сафрайдер А.И.

Кандидат технических наук, доцент кафедры БНГС, УГНТУ,

г. Уфа, РФ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ- И ТРЁХКОЛОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СКВАЖИН

Аннотация

В статье рассмотрена актуальность внедрения двухколонных (2КК) и трёхколонных (3КК) конструкций скважин в бурении. Приведены определения 2КК и 3КК, показаны их схемы и сравнительная таблица параметров реализации. Показано, что двухколонные конструкции применяются в простых геологических условиях, а 3КК – в сложных. Их использование сокращает сроки строительства на 25-30% за счёт исключения промежуточных колонн. Сделан вывод о востребованности таких конструкций в современной буровой практике.

Ключевые слова:

горизонтальное бурение, двухколонная конструкция скважины, трёхколонная конструкция скважины, 2КК, 3КК, промежуточная колонна, строительство скважин.

Активное развитие горизонтального бурения скважин в нефтегазовой отрасли началось с 1930-х годов. И на сегодняшний день направление горизонтального бурения – это одно из самых востребованных технологий в нефтегазовой промышленности. Анализ применимости существующих способов бурения горизонтальных скважин сводится к их технико-экономической оценке при строительстве скважин до

целевого пласта, а также сокращению рисков и удешевлению скважины конструкции в целом.

В данной работе рассматривается анализ эффективности бурения с внедрением технологии строительства скважин по типам двухколонных (2КК) и трёхколонных (3КК) конструкций.

Традиционный этап строительства горизонтальной скважины включает четыре или пять этапов, такие, как: направление, кондуктор, техническая колонна, эксплуатационная колонна и хвостовик. Последовательность спуска и цементирования каждого рейса обсадных колонн позволяют изолировать сложные и неустойчивые пласты, предотвращая перетоки. Такая многоколонная конструкция обеспечивает надежность стенки скважины, в том числе в местах перехода от вертикального участка бурения к набору угловых параметров на протяженном горизонтальном участке скважины. Но в современных условиях ценообразования, многоколонная конструкция существенно увеличивает капитальные затраты и сроки на строительство скважин, в связи с большим объемом бурения, крепления и цементирования каждого из участков обсадных колонн. Существующие высокие технические и экономические издержки вынуждают компании-недропользователи и сервисные компании проводить поиск альтернативных более оптимизированных решений [1].

Одним из успешных направлений стало внедрение двухколонных и трёхколонных конструкций скважины. Переход на новые производственные решения обусловлен стремлением снижать металлоемкость применяемого оборудования, сокращением сроков строительства скважин, и в дальнейшем оптимизированием капитальных затрат. Активное внедрение данных видов конструкций в нефтегазовой отрасли началось в 2010-2020 годах, достигнув своего пика использования с 2017 по 2020 год, особенно подмечается в районах Западной Сибири [2,3].

Конструкция 2КК представляет собой двухколонную конструкцию скважины, которая состоит из двух обсадных труб, чаще всего встречается следующая конфигурация – направление/кондуктор и эксплуатационная колонна с хвостовиком. В то же время, конструкция 3КК – это трёхколонная конструкция скважины, которая включает направление (или кондуктор), техническую и эксплуатационную колонны.

На рисунке 1 наглядно предоставлены конструкции скважин 2КК и 3КК, отличие которых заключается в количестве спускаемых в скважину обсадных труб для укрепления её стенок и изоляции пластов.

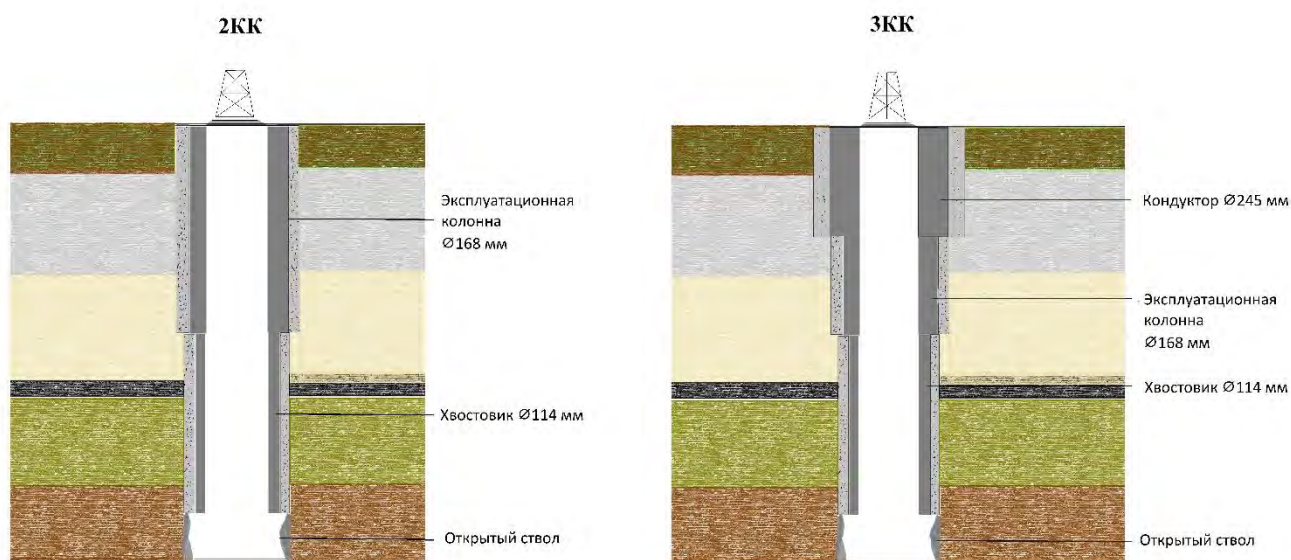


Рисунок 1 – Конструкции двухколонных (2КК) и трёхколонных (3КК) скважин

Сравнительная характеристика параметров строительства скважин с использованием конструкций 2КК и 3КК приведена в таблице 1. Данные параметры позволяют произвести оценку технологических

границ использования облегченных конструкций при наглядном сравнении с традиционным пяти колонным дизайном скважины.

Таблица 1

Параметры реализации конструкций 2КК и 3КК

Параметры реализации	Конструкция 2КК	Конструкция 3КК
Область и условия применения	Применяется в условиях бурения новых и традиционных месторождений на небольших глубинах с предсказуемыми горно-геологическими условиями – стабильные отложения без резких перепадов давления, поглощений и проявлений. Не применяется в зонах с неустойчивыми породами (аргиллиты, соли).	Применяется в сложных геологических условиях, с зонами обвалов и поглощений, на средних и больших глубинах, в пластах с аномально высоким пластовым давлением (АВПД), а также при проводке скважин с большим отходом от вертикали.
Скорость и трудоёмкость строительства	Высокая скорость проводки, меньшее количество спуско-подъёмных операций (СПО), исключён целый цикл бурения под промежуточную колонну, сокращение времени ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ).	Высокая скорость проводки, но требуется дополнительное время на спуск промежуточной (технической) колонны, необходимо дополнительное время на цементирование и ОЗЦ. Также необходимы частые промывки и проработки ствола из-за сложных условий.
Сроки строительства	Время строительства скважины сокращается на 20-30% за счёт исключения операций по спуску и цементированию некоторых элементов колонны, а также сокращения времени на сборку и разборку компоновки низа буровой колонны.	

По результатам сравнительного анализа (согласно таблице 1) можно сделать вывод о том, что двухколонная и трёхколонная конструкции скважин позволяют существенно оптимизировать этапы строительства скважины, произвести снижение себестоимости бурения и имеют способность использования в различных горно-геологических условиях. В сравнении с традиционной многосекционной схемой строительства скважины, значительно влияют на снижение затрат времени на проходку, особенно актуально при высокой стоимости суточного содержания бурового комплекса и инженерного состава. Таким образом, использование этих конструкций напрямую связано с ключевыми факторами капитальных вложений при строительстве скважин.

Кроме того, исключение промежуточных (технических) обсадных колонн снижает металлоёмкость на 15-20% по сравнению с традиционной многоколонной компоновкой. Также рассматриваемые конструкции позволяют использовать долота меньшего диаметра, тем самым снижая фактор износа бурового оборудования, что также может повлиять на снижение металлоёмкости конструкций [4].

Всё чаще крупные нефтегазовые корпорации делятся положительным опытом использования двухколонных и трёхколонных конструкций, подтверждая результаты численными значениями, выведенными статистиками и соотношениями, полученными на практике. Согласно профильным аналитическим изданиям, применение конструкции 2КК позволило сократить общий цикл строительства. Для конкретной скважины данный показатель сократился с 22,94 до 9,83 суток, что в процентном соотношении составит – 42,8%. Помимо выше указанного показателя, отмечено повышение механической скорости проходки. На секции с долотом диаметром 220,7 мм при бурении скважины двухколонной конструкции скорость проходки составила 73,6 м/ч, что, в сравнении с показателями при использовании традиционной конструкции значительно больше [5].

Применение двух- или трёхколонных компоновок стало инновационным решением, востребованным в современной буровой практике.

Список использованной литературы:

1. Соловьёв А.А. Проектирование скважин: учебное пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – 166 с. – ISBN 978-5-7831-2075-6.
2. Бакиров Д.Л., Фаттахов М.М., Патрушев Д.Я., Шириев А.К. Совершенствование технологий в области

заканчивания скважин при МЗГРП // Бурение & нефть. – 2024. – №11. – С.3-5.

3. Гиниатуллин Р.Р., Киреев В.В., Галимуллин Р.Р., Бравкова Н.Г., Двухколонная конструкция горизонтальных скважин // Нефтяное хозяйство. – 2017. – №11. – С.34-39. – DOI: 10.24887/0028-2448-2017-11-34-39.

4. Мазур Г.В., Абдрахманов Р.Р., Шаляпина А.Д. и др. Опыт и перспективы строительства на месторождениях Западной Сибири скважин с уменьшенным диаметром эксплуатационной колонны // Экспозиция Нефть Газ. – 2025. – №7. – С.107-111. – DOI: 10.24412/2076-6785-2025-7-107-111.

5. Рамазанов А.Г., Васильев В. Технологии Baker Hughes для сокращения цикла строительства горизонтальных скважин в Западной Сибири // Нефтегаз.ру, 2020. – №6.

© Емашева Э.А., 2026

УДК 621.438

Еричев Д.Ю.,

заместитель главного конструктора по конструкции

«ОКБ им. А. Люльки»

филиал ПАО «ОДК-УМПО»,

г. Москва, РФ

Кикоть Н.В.,

канд. техн. наук, ведущий конструктор, «ОКБ им. А. Люльки»

филиал ПАО «ОДК-УМПО»,

г. Москва, РФ

Кузьмин М.В.,

первый заместитель генерального конструктора, «ОКБ им. А. Люльки»

филиал ПАО «ОДК-УМПО»,

г. Москва, РФ

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТОРЦОВЫХ КОНТАКТНЫХ ГРАФИТОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация

Рассмотрены варианты конструктивного исполнения торцовых контактных графитовых уплотнений масляных полостей газотурбинных двигателей в целях повышения их ресурса за счет снижения степени износа графитовых колец.

Ключевые слова:

торцовое контактное графитовое уплотнение, шарикоподшипник, масляная и воздушная полости, марки графита, перепад давления на уплотнении, пара трения, газотурбинный двигатель.

Введение

Замена лабиринтных уплотнений контактными графитовыми уплотнениями связана с желанием на порядок улучшить герметичность масляной полости, уменьшить теплоперенос от подогретого воздуха наддува в масло, защитив таким образом масляные полости от перегрева и предотвратив окисление и выгорание масла, и уменьшить расход воздуха наддува, отбираемого из цикла двигателя. В настоящее время из всех типов контактных уплотнений вращающихся валов торцовые контактные уплотнения

обладают минимальной пропускной способностью и в газотурбинных двигателях (ГТД) являются наиболее нагруженными по линейной скорости уплотняемых поверхностей и термодинамическим параметрам окружающих сред. Поэтому надежность работы уплотнительных устройств зачастую определяет и надежность газотурбинного двигателя в целом.

На надежность и ресурс работы торцового контактного уплотнения (ТКУ) (или на его герметичность и износостойкость) влияют следующие факторы: форма и шероховатость поверхностей контакта, неравномерность удельной нагрузки по площади контакта, а самое главное - уровень нагруженности уплотнения как произведение удельного давления на разность скоростей контактирующих поверхностей.

У «дозвуковых» ГТД в конструкциях графитовые уплотнения выполнены из жаростойкого углеграфита марки АТГ. Этот материал работоспособен при температурах в зоне контакта трущихся поверхностей до 300°C. У ГТД для сверхзвуковых самолетов, где рабочие температуры в уплотнениях могут достигать 400°C, графитовые уплотнения изготавливают из пирографита марки ПГИ. Ответные детали (контртела) изготавливают из сталей 38ХМЮА или 13Х11Н2В2МФ с азотированием контактных поверхностей на глубину не менее 0,1 мм. А у наиболее теплонапряженных трущихся пар на них наносят хромомолибденовые покрытия [1].

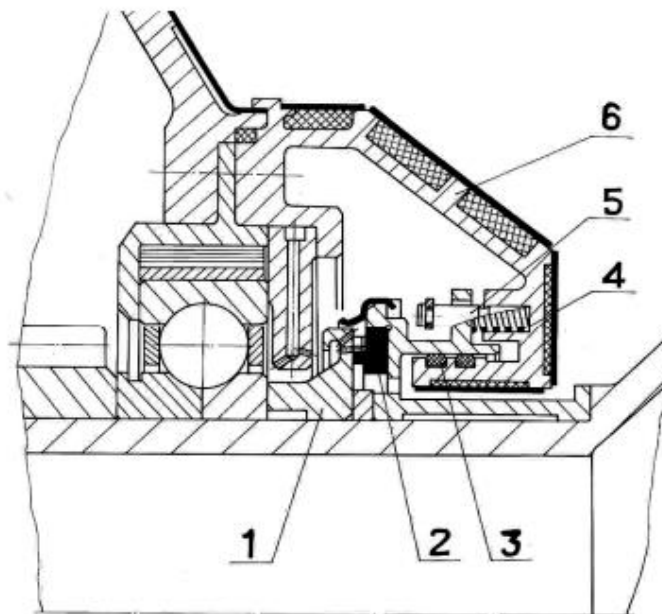


Рисунок 1 – Конструкция торцового контактного уплотнения

На рисунке 1 показана конструкция торцового контактного уплотнения, которое состоит из вращающейся втулки 1 (контртелo), графитового кольца 2, резиновых уплотнительных колец 3, пружин 4, штифтов 5, крышки опоры 6.

В ТКУ осевая сила, складывающаяся из усилий осевых пружин и перепада давлений на невращающихся элементах, прижимает аксиально подвижное уплотнительное графитовое кольцо ко втулке. При этом усилие от осевых пружин постоянно на всех режимах работы ГТД и настроено на режим минимальных перепадов давления, поэтому на больших перепадах давления происходит повышенный износ графитового уплотнения. Таким образом, герметичность уплотнения в основном зависит от надежности работы пары трения. При этом, как правило, охлаждение втулки осуществляется прокачкой масла.

Следует отметить, что для того, чтобы задать равномерное усилие прижатия графитовых секций к торцу прижимной втулки, требуется множество пружин с одинаковыми жесткостными характеристикам. Кроме того, данное уплотнение, ввиду наличия поверхностей, на которых реализуется перепад давления в ту или иную сторону, ограничено по максимальному перепаду давлений.

Новые конструктивные решения торцовых контактных уплотнений

Для исключения недостатков известного уплотнения разработаны несколько конструкций ТКУ.

На рисунках 2 и 3 ТКУ содержит установленный на валу 1 кольцевой элемент 2 с уплотнительными резиновыми кольцами 3, на наружной поверхности которого выполнен радиально сориентированный бурт 4, прижимную втулку 5, установленную на кольцевом элементе 2 с возможностью осевого перемещения, в которой установлено графитовое кольцо 6, контактирующее с корпусом 7 шарикоподшипника 8, также установленного на валу 1 ротора, причем между прижимной втулкой 5 и буртом 4 кольцевого элемента расположено пружинное кольцо 9 с поперечным разрезом, контактирующее с ними торцовыми поверхностями, при этом контактирующие торцовые поверхности прижимной втулки 5 и пружинного кольца 9 с поперечным разрезом выполнены коническими. В окружном направлении указанные элементы зафиксированы штифтом. Также на валу ротора установлены регулировочное кольцо 10 и втулка 11, причем первое установлено между внутренним кольцом 12 шарикоподшипника 8 и кольцевым элементом 2. В регулировочном кольце 10 выполнены маслоподводящие каналы 13, по которым масло под действием центробежных сил поступает из вала 1 ротора на стечу корпуса 7. Со стороны внешней поверхности кольцевого элемента 2 и внутренних поверхностей прижимной втулки 5 и пружинного кольца 9 с поперечным разрезом в них выполнены радиальные глухие отверстия, образующие единую цилиндрическую полость, в которой установлен штифт 14. Осевое положение ротора относительно шарикоподшипника определяется втулкой 11 [2].

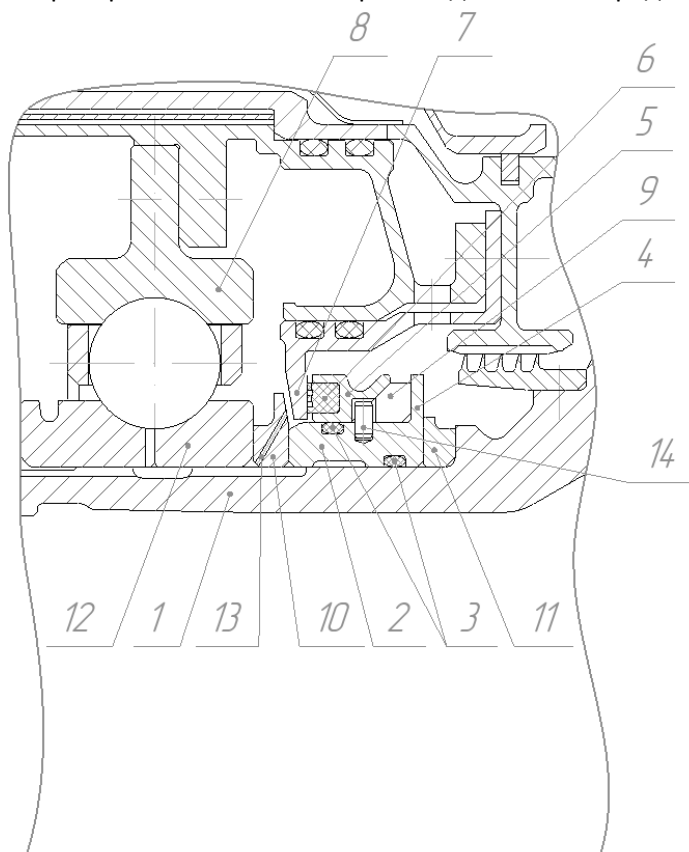


Рисунок 2 – Торцовое контактное уплотнение

При увеличении частоты вращения ротора под действием центробежных сил, увеличивается нагрузка на прижимную втулку, в которой установлено графитовое кольцо, пружинным кольцом с поперечным разрезом по коническим поверхностям. При этом радиальная нагрузка пружинного кольца с поперечным разрезом будет равномерно формировать усилие прижатия графитового кольца. На пониженных режимах снижается центробежная нагрузка на прижимную втулку и, соответственно, на графитовое кольцо, что снижает трение и повышает срок службы и ресурс уплотнения в целом. Отсутствие

осевых пружин (как на рис. 1) упрощает конструкцию уплотнения, а наличие радиального сориентированного бурта позволяет уплотнению работать при любых перепадах давлений.

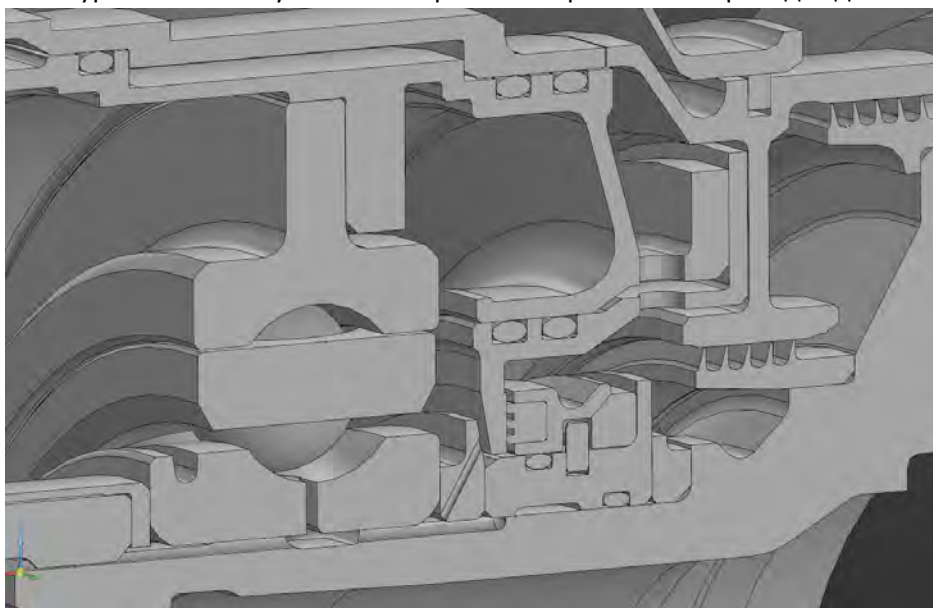


Рисунок 3 – Торцовое контактное уплотнение

Следующее уплотнение, конструкция которого снижает степень износа графитового кольца ТКУ и не зависит от перепада на нем давлений представлено на рисунках 4 и 5. Уплотнение содержит втулку 1, установленную на валу 2 и зафиксированную в осевом и окружном направлении, дополнительную втулку 3, жестко соединенную со статором 4, графитовое кольцо 5, установленное в дополнительной втулке 3 и контактирующее одним из своих торцов в ее радиальной стенкой, осевую пружину 6. Причем на участке наружной поверхности графитового кольца 5, контактирующей с внутренней поверхностью дополнительной втулки 3, выполнена кольцевая канавка, в которой установлено уплотнительное кольцо 7 [3].

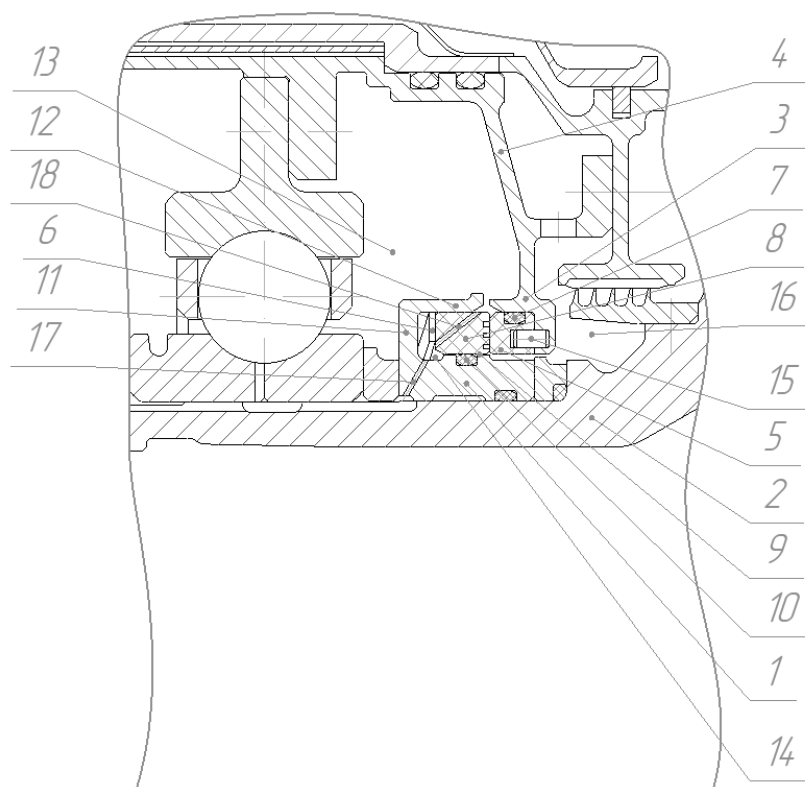


Рисунок 4 – Торцовое контактное уплотнение

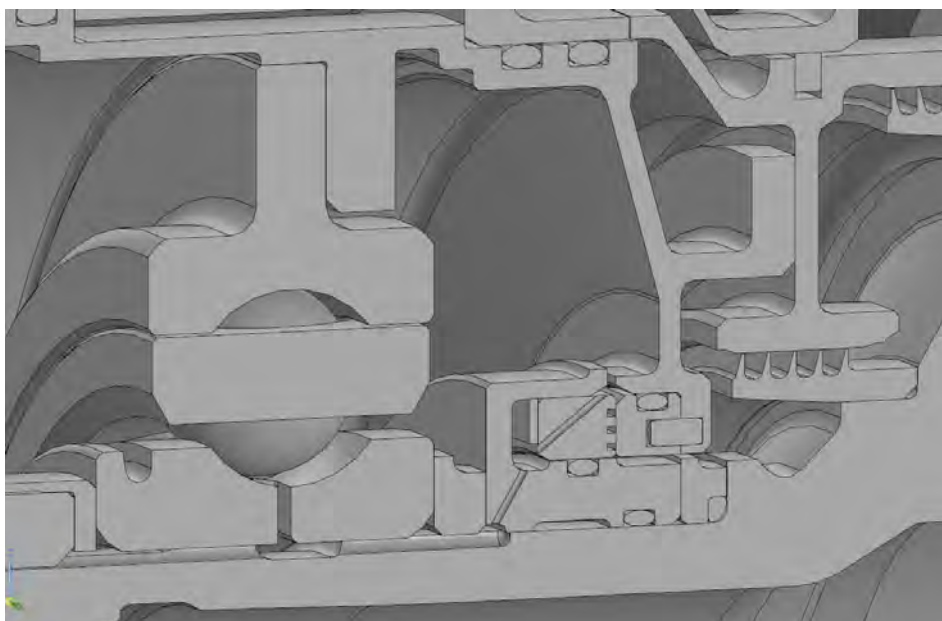


Рисунок 5 – Торцовое контактное уплотнение

Также уплотнение содержит дополнительное графитовое кольцо 8, установленное на бурте 9, выполненном на наружной поверхности втулки 1, и контактирующее с графитовых кольцом 5 по их близлежащим торцам, причем на участке наружной поверхности бурта 9 выполнена кольцевая канавка, в которой установлено уплотнительное кольцо 10. ТКУ имеет дополнительный бурт 11, выполненный на наружной поверхности втулки 1, кольцевой элемент 12, выполненный зацело с дополнительным буртом 12 и контактирующий участком своей внутренней поверхности с участком наружной поверхности дополнительного графитового кольца 8. Дополнительный бурт 11 и кольцевой элемент 12 размещены со стороны масляной полости 13 (фактически в ней).

Между дополнительным графитовым кольцом 8 и дополнительным буртом 11 образована кольцевая полость 14, в которой установлена упомянутая осевая (например, тарельчатая или S-образная) пружина 6. При этом графитовое кольцо 5 зафиксировано от проворота относительно дополнительной втулки 3 посредством штифтов 15, а внутренние диаметры графитового кольца 5, дополнительного кольца 8, а также упомянутой радиальной стенки дополнительной втулки 3 расположены на одном уровне, с образованием осевого кольцевого зазора, с одной стороны сообщенного с воздушной полостью 16, а с другой – ограниченного торцом бурта 9.

Кроме того, во втулке 1 выполнены маслоподводящие каналы 17, в дополнительном графитовом кольце 8 – отверстия 18, сообщающие масляную полость 13 с кольцевой полостью 14 и нагнетающей масло подводящей магистралью соответственно.

При работе на малых режимах усилие прижатия дополнительного графитового кольца 8 к графитовому кольцу 5 определяется осевой пружиной 6. При увеличении частоты вращения ротора за счет увеличения давления масла в кольцевой полости 14 за счет центробежных сил создается дополнительное осевое воздействие, которое давит на дополнительное графитовое кольцо 8. Тем самым создается нужное осевое поджатие дополнительного графитового кольца 8, обеспечивающее работу уплотнения. Отверстия 19 в дополнительном графитовом кольце 8 предназначены для сбрасывания излишек масла и обновления его кольцевой полости 14 с осевой пружиной, а также для дополнительного охлаждения уплотнения.

Данное уплотнение не зависит от перепада давлений, за счет того, что давление воздуха в осевом направлении воздействует только на дополнительную втулку 3 статора 4 и на бурт 9.

Такие технические решения можно реализовать для уплотнения масляных полостей газотурбинных двигателей.

Список использованной литературы:

1. Трянов А.Е. Особенности конструкции узлов и систем авиационных двигателей и энергетических. - Самара, изд. СГАУ, 2011. стр. 118.
2. Патент №2525378. Торцевое уплотнение ротора турбомашин.
3. Патент №2634510. Торцевое контактное уплотнение ротора турбомашин.

© Еричев Д.Ю., Кикоть Н.В., Кузьмин М.В., 2026

УДК 62

Исмаилов С.,

Студент,

Илхамов И.,

Студент,

Сейитназаров Дж.,

Студент,

Пыхыев Л.,

Студент,

Научный руководитель: Гурбанова О.

Преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
И ПОИСКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Аннотация

В статье приведен систематический обзор современных методов прогнозирования и поиска месторождений твердых полезных ископаемых (руды) и углеводородов (нефти и газа).

Ключевые слова:

поисковая геохимия, сейсморазведка 3D/4D, бассейновое моделирование, машинное обучение, рудные месторождения, углеводороды, прогнозирование ресурсов, геоинформационные системы.

Истощение легко открываемых и приповерхностных месторождений полезных ископаемых ставит перед геологоразведочной отраслью задачу перехода к поискам «слепых», глубокозалегающих и нетрадиционных залежей как твердых полезных ископаемых (руд), так и углеводородов (нефти и газа). Традиционные эмпирические подходы к геологоразведке уступают место высокотехнологичным методам, основанным на детальном изучении физико-химических условий структуро- и рудообразования, флюидодинамики и пространственного анализа геоданных. Повышение точности прогнозирования требует комплексного сочетания геофизических, геохимических и цифровых аналитических методов.

Геофизические исследования остаются фундаментальной основой для локализации перспективных структур и подготовки поисковых объектов под бурение.

В области поиска нефти и газа: определяющую роль играет развитие сейсморазведки формата 3D и 4D (периодический мониторинг разработки залежей). Применение технологий полноволновой инверсии (Full Waveform Inversion — FWI) и анализа AVO (Amplitude Versus Offset) позволяет с высокой детализацией

восстанавливать скоростные модели среды, выделять литологические экраны, прямые признаки наличия углеводородов (DHI) и отслеживать динамику насыщения пластов-коллекторов.

В области поиска рудных месторождений: наибольшую эффективность показывают аэрогеофизические съемки с высоким разрешением (гравиразведка, магниторазведка, магнитотеллурическое зондирование — МТЗ). Выявление глубинного строения рудоконтролирующих разломов и зон гидротермально-метасоматических изменений осуществляется за счет применения методов вызванной поляризации (ВП) и электроразведки в становлении поля (ЗСБ).

Геохимические методы ориентированы на обнаружение первичных и вторичных ореолов рассеяния элементов-индикаторов и следов миграции флюидов.

- Геохимия углеводородных систем: современный поиск нефти и газа опирается на бассейновое моделирование (Petroleum System Modeling), сочетающее палеогеографические, термические и гидродинамические реконструкции. Микросейсмический и микрогазовый мониторинг (измерение концентраций метана, гомологов C2–C5, изотопного состава углерода) позволяет выявлять вертикальную микроинфильтрацию газов над залежью.

- Рудная геохимия: внедрение высокоточных спектрометрических методов (ICP-MS, XRF, SIMS) дает возможность фиксировать сверхнизкие концентрации редких и рассеянных элементов. Изучение типоморфизма минералов-индикаторов, изотопного состава (S, O, C, Pb) и микрофлюидных включений позволяет точно определять физико-химические параметры рудоотложения и вектор миграции гидротермальных растворов.

Современный этап геологоразведочных работ характеризуется интеграцией глубинного геофизического зондирования, высокочувствительного геохимического анализа и цифрового пространственно-временного моделирования. Системное комплексное использование этих методов снижает стоимость открытий, сокращает сухие скважины и обеспечивает устойчивое восполнение минерально-сырьевой базы высоколиквидных полезных ископаемых.

Список использованной литературы:

1. Гаврилов В. П. Поиски и разведка месторождений нефти и газа. — М.: Недра, 2012. - 367 с.
2. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные основы поисков и разведки. - М.: Книга по Требованию, 2012. — 318 с.

© Исмаилов С., Илхамов И., Сейитназаров Дж., Пыхиев Л., 2026

УДК 621.438; 629.735

Лебедев О.В.

Кандидат технических наук

ПАО «ОДК-Сатурн»

г. Рыбинск, РФ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ СХЕМ РОТОРОВ АВИАЦИОННЫХ ГТД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОСТИЖЕНИЯ БАЛАНСА СИЛ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация

В данной статье предлагается подход к проектированию конструктивно-силовой схемы ротора авиационного ГТД, позволяющий сбалансировать напряжения в детали, возникающие в силовой схеме ротора создавая им силы противодействия за счет центробежных сил, тепловых перемещений и так далее

Ключевые слова:

силовая схема, ротор ГТД, баланс сил, сила противодействия.

В настоящее время процесс проектирования роторов авиационных двигателей производится на основе имеющегося опыта предыдущих поколений, а также с использованием современных информационных систем и программных продуктов, способных быстро произвести расчет на прочность и тепловое состояние всех деталей. Принятые на этом этапе технические решения определяют 70% стоимости всего проекта [1]. За частую, далеко не всегда результаты таких расчётов используются рациональным образом. Обычно, расчет носит проверочный характер – соответствует конструкция нормам прочности или нет? Необходимо не останавливаться на достигнутом.

В процессе работы двигателя возникает множество сил, действующих на детали ротора такие как: центробежные силы, газовые силы, силы от разности давлений в полостях, силы от тепловых перемещений. Каждая из этих сил имеет свою природу возникновения и вектор направления. Под природой силы понимается причина её возникновения и принцип её возрастания или убывания при изменении режимов работы двигателя. Создание адекватной реакции на действующие силы является одной из функций конструкции ротора. На рисунке 1 показан пример системы сил, приложенных к ступени лопаточной машины. 1 - аэродинамическая сила от газового потока, 2 – центробежная сила, приложенная к лопатке, 3 – сила раскрытия замка, 4 – центробежная сила, приложенная к голове диска, 5 – сила, возникающая от разницы давлений перед и за ступенью, 6 – центробежная сила, действующая на проставки между дисками, 7– реакции дисков предыдущей, настоящей и следующей ступени.

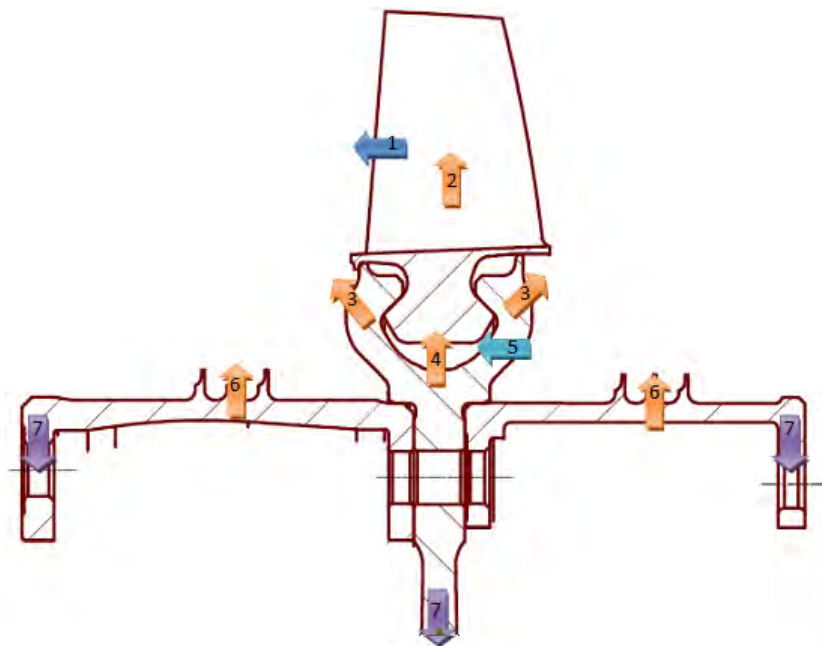


Рисунок 1 – Схема приложения сил к ступени лопаточной машины

Кратко опишем последовательность разработки конструктивной схемы ротора ГТД. В результате основных термогазодинамических расчётов становятся известными основные габариты проточной части ГТД и все вышеперечисленные силы. Исходя из определённой проточной части, разрабатывается 2D эскиз ротора. На эскиз нанесём направления сил, возникающих в процессе работы двигателя и выполняем прочностные расчёты в 1D постановке. Это определит основные нагрузки, действующие на детали ротора. Кроме того, ротор всегда взаимодействует с другими деталями двигателя. Это условие влечёт за собой его определённую конструктивную схему, зависящую, от условий собираемости, аэродинамической части двигателя – проходными площадями проточной части (что определяет диаметры расположения лопаток)

и предоставленных габаритных размеров. После уточнения эскиза приступаем к тепловым расчетам. Накладываем тепловые условия на прочностную схему и увидим, как взаимодействуют детали ротора. Пример расчета нагруженного состояния деталей ротора компрессора с применением программного продукта ANSYS представлен на рисунке 2. Все выше перечисленные расчеты в условия наличия современных программных продуктов легко выполнимы.

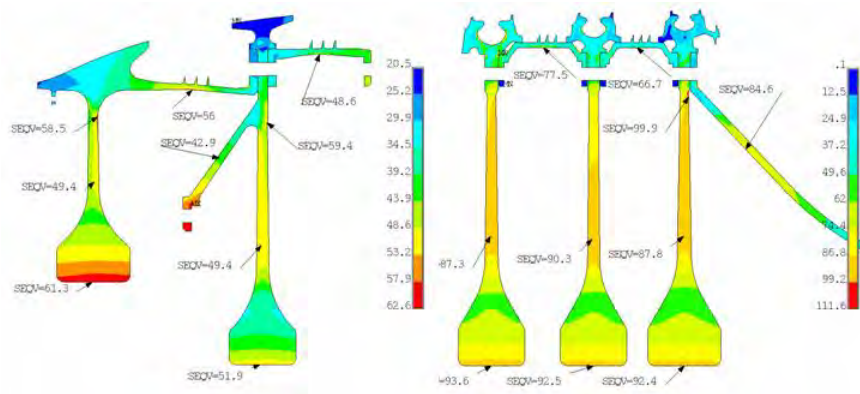


Рисунок 2 – Нагруженное состояние деталей ротора компрессора

Дальнейшее проектирования роторов, как правило, направлено на усиление слабых мест конструкции, например, с использованием многокритериальной оптимизации [2]. Это не всегда рационально.

Обратимся к известным логичным приёмам: Выполнив отверстие в ободе вращающегося диска, мы обязательно сделаем такое же на противоположной стороне или навесим на диск массу вырезанного материала рядом с отверстием, чтобы не нарушить балансировку. Хорошо если всё так наглядно. Но, бывает, что значительные силы, возникающие при работе двигателя не так явны. После расчёта может быть так, что силовая схема неудачна и не продержится весь необходимый ресурс.

Подход, предлагаемый в данной статье, состоит в том, чтобы правильно сбалансировать усилия, возникающие в силовой схеме ротора уменьшая их или создавая им силу противодействия за счет центробежных сил, тепловых перемещений и так далее. Во многих случаях это эффективно. Такой подход к проектированию является логическим продолжением классического подхода. При этом он не подменяет многокритериальную оптимизацию узлов ротора ГТД, так как оптимизация применяется к уже выбранной конструктивно-силовой схеме и решает свои задачи в ограниченном интервале изменения конструктивных параметров.

Попробуем формализовать предлагаемый подход к проектированию. Необходимая последовательность действий видится так:

1. Правильно определить источник «вредной» силы.
2. Определить какими конструктивными элементами воспринимается нагрузка от этой силы.
3. Снизить нагрузку за счет возможного уменьшения действующей силы за счет следующих действий:
 - уменьшения массы нагружающих деталей конструкции, находящихся на максимальном удалении от оси вращения (в случае центробежных сил),
 - уменьшения площади деталей, находящихся в полостях с высоким давлением, сохраняя общую пневматическую схему, влияющую на осевую силу, воспринимаемую шарикоподшипниками,
 - уменьшения плеча прилагаемой силы введением конусных элементов конструкции и осевой сдвижкой силовых элементов деталей (смещение полотна диска под центр тяжести лопатки),
 - поиска оптимального диаметрального расположения болтовых соединений.
4. Конструктивным путём создать силу, противодействующую имеющимся «вредным» силам:

- путём постановки противовесов,
- подбором материалов с необходимой разницей в коэффициенте теплового расширения,
- созданием силовых развязок в нужном направлении.

Рассмотрим предложенные действия на примерах.

Типичная схема ротора авиационного ГТД как правило состоит из передней цапфы, набора дисков с первой по последнюю ступень и задней цапфы. С целью снижения осевого габарита и, как следствие, массы двигателя, совершаются попытки задвинуть опоры внутрь ротора, порождая навесные ступени, которые могут располагаться как спереди, так и сзади компрессора. Данный путь ведёт к определённым проблемам с силовой схемой конкретного ротора. Пример навесной ступени ротора компрессора представлен на рисунке 3.

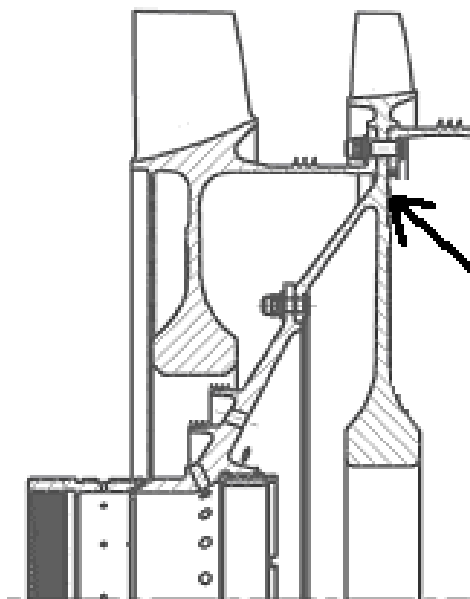


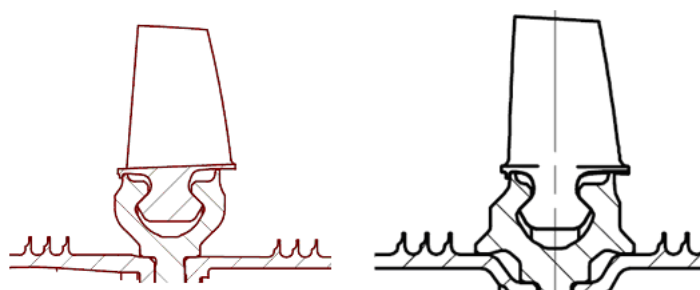
Рисунок 3 – Навесная ступень ротора компрессора

В связи с наличием навесных ступеней, опорные цапфы ротора крепятся в стыке между 1-й и 2-й ступенью или между 2-й и 3-й ступенью компрессора. Также возможно спроектировать фланец в составе диска 2-й (как показано на рисунке 3) или 3-й ступени. Такая схема, для возможности сборки, подразумевает болтовой стык на диске 2-й или 3-й ступени соответственно при этом возникают проблемы с прочностью диска (указан стрелкой на рисунке 3), который принимает на себя нагрузку от болтов и изгибающих сил прилегающих фланцев. Также необходимо учитывать другие факторы проектирования, такие как: осевая сила (создаваемая разностью давлений в полостях и аэродинамических сил, действующих на лопатки), собираемость, уплотнительные элементы между ступенями. В результате ослабленный болтовыми отверстиями диск изгибается в сторону приложения результирующей силы. Ему нужна или большая жёсткость, что приведёт к увеличению массы диска, или дополнительная сила, которая будет противодействовать результирующей силе, изгибающей диск. Как показывает практика современного проектирования деталей с использованием 3D расчётов, всегда находится способ создать нужную силу. В данном случае подобран материал цапфы с высоким коэффициентом теплового расширения и выполнено высокое по радиусу расположение болтового стыка. В результате создана сила толкающая фланец диска вверх изгибает диск в противоположную сторону. Нагрузки выравниваются, наращивать толщину диска нет необходимости.

Рассмотрим ещё один пример из практики проектирования дисков – известную и высоко технологичную конструкцию диска с кольцевым пазом типа «ласточкин хвост». Конструкция удобна в изготовлении. Все поверхности выполняются точением токарным путём. Как правило, в таких случаях

лопатка имеет развитую полку, формирующую втулку проточной части, что неизбежно приводит к повышенной массе лопатки. Центробежная сила, пытаясь вытащить лопатку из паза диска, старается раскрыть «объятия паза».

Чтобы усилить «объятия паза», надо добавить на максимальном диаметре диска дополнительную массу материала, которая не снизит напряжения в уголках паза, а просто увеличит запас его прочности. Причём, в процессе увеличения скорости вращения ротора, сила раскрывающая паз растёт, а запас прочности паза остаётся прежним, плюс наращенная масса всё больше паразитирует, создавая дополнительную нагрузку на полотно диска. В данном случае напрашивается следующий логический ход. Раз паз раскрывается с ростом центробежных сил, то необходимо организовать условия, при которых возникнут силы, стремящиеся его закрыть. Массу меньше чем планировали использовать для усиления «объятий» паза диска превращаем в небольшие противовесы по сторонам диска и в результате: с ростом скорости вращения, центробежная сила тянет противовесы от центра диска и паз подобно ножницам стремится закрыться. Соответствующая модификация конструкции представлена на рисунке 4.



Было

Стало

Рисунок 4 – Мероприятие, способствующее противодействию раскрытия паза центробежными силами

Надо отметить, что разместив противовесы фиксированной массы, получаем ответный эффект который, также как и вредоносная сила, растёт по мере увеличения скорости вращения ротора, а значит на всех режимах работы ГТД паз надёжно закрыт.

Выводы:

1. Предложен подход к проектированию конструктивно-силовой схемы ротора авиационного ГТД с использованием балансировки усилий, возникающих в силовой схеме за счет создания сил противодействия (центробежных сил, тепловых перемещений и так далее).
2. Необходимо систематизировать типовые ситуации при проектировании конструктивно-силовой схемы ротора на стадии компоновки, допускающие предложенный подход.
3. Не во всех случаях данный подход может быть применен, однако там, где это возможно, он может существенно помочь в достижении оптимальной конструкции, имеющей малый вес и достаточный уровень прочности.

Список использованной литературы:

1. Сапожников А.Ю. Кривошеев И.А., Зрелов В.А., Проданов М.А., Цой А.Ю., Миронов А.С. Применение системы поддержки принятия решений для выбора конструктивно-силовой схемы авиационного ГТД на этапе эскизного проектирования: Вестник УГАТУ, 2010. – Т. 14. – №4 (39). – С.11–20.
2. Сальников, А.В. Конструктивно-прочностная многокритериальная оптимизация узлов рабочих колес ГТД: Авиационно-космическая техника и технология, 2013. – №9 (106). – С. 101–109.

© Лебедев О.В., 2026

УДК 62

Мухаммедова Б.,
Старший преподаватель,
Байрамова А.,
Старший преподаватель,
Нурлыев Б.,
Преподаватель,
Агагельдиев А.,
Студент,

Научный руководитель: Ораздурдыев Д.

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

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗОТОПНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ПУТЕЙ ИХ МИГРАЦИИ И ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Аннотация

Статья посвящена эволюции и современному состоянию изотопно-гидрогеологических методов исследований, применяемых для решения фундаментальных и прикладных задач подземной гидросферы.

Ключевые слова:

изотопная гидрогеология, стабильные изотопы, радиоактивные изотопы,
датирование подземных вод, тритий, радиоуглерод,

Определение генезиса, условий формирования, возраста и динамики подземных вод является ключевой задачей гидрогеологии. Традиционные гидродинамические и гидрохимические методы часто сталкиваются с неопределенностью при анализе сложнопостроенных водоносных систем, зон с застойным режимом фильтрации и глубокозалегающих горизонтах. Использование природной изотопной метки — молекул воды и растворенных веществ, содержащих различные изотопы элементов, — позволило перейти от косвенных гипотез к прямому трассированию процессов водно-обменного цикла. Стабильные изотопы водорода (дейтерий, 2H или D) и кислорода (18O) входят в состав самой молекулы воды (H_2O), что делает их идеальными консервативными трассерами. Глобальная линия метеорных вод (ГЛМВ): Соотношение $\delta 2\text{H}$ и $\delta 18\text{O}$ в атмосферных осадках подчиняется линейной зависимости, описанной Г. Гармоном ($\delta 2\text{H} = 8 \times \delta 18\text{O} + 10$). Отклонения фактических проб подземных вод от ГЛМВ позволяют диагностировать физико-химические процессы: испарительное концентрирование, высотные и температурные эффекты при питании, испарение в зоне аэрации или испарительное изотопное фракционирование в замкнутых бассейнах. Идентификация источников питания: Изотопные подписи атмосферных осадков меняются в зависимости от сезона, широты, абсолютной высоты местности и удаленности от океана. Это позволяет с высокой точностью определять области и высотные гипсометрические уровни инфильтрационного питания водоносных горизонтов, а также дифференцировать подземный сток, сформированный за счет смешения с поверхностными водотоками или речными водами.

Датирование (определение «возраста» или времени пребывания воды в изолированном состоянии от атмосферы) базируется на законе радиоактивного распада и использовании радиоактивных нуклидов с различными периодами полураспада ($T_{1/2}$): 1. Молодые воды (до 50–70 лет): Тритий (3H , $T_{1/2} = 12,32$

года): Используется для обнаружения «техногенных» или современных инфильтрационных вод, обогащенных тритием в результате термоядерных испытаний середины XX века. Соотношение $3\text{H}/3\text{He}$: Позволяет с точностью до 1–2 лет определять среднее время транзита воды в зоне активного водообмена. 2. Воды среднего возраста (от сотен до 40 000 лет): Радиоуглерод (^{14}C , $T_{1/2}=5730$ лет): Определяется по растворенному неорганическому углероду (DIC). Позволяет датировать воды глубоких артезианских бассейнов и реконструировать палеоклиматические условия инфильтрации в позднем плейстоцене и голоцене. Требуется коррекция с учетом изотопного состава стабильного углерода (^{13}C) из-за растворения карбонатных пород. 3. Древние и ультрадревние воды (от 50 тыс. до 1–1,5 млн лет): Хлор-36 (^{36}Cl , $T_{1/2}=301000$ лет) и Криптон-81 (^{81}Kr , $T_{1/2}=229000$ лет): Инновационные благородногазовые методы (ATOM — Atom Trap Trace Analysis) применяются для датирования глубокозалегающих рассолов, пластовых вод нефтегазовых месторождений и изолированных древних водоносных комплексов. Изотопный анализ позволяет устанавливать смешение вод из разных гидродинамических этажей. Изотопы стронция ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) и серы (^{34}S) в сульфатах выступают уникальными индикаторами выщелачивания вмещающих минеральных матриц, указывая конкретные литологические толщи, через которые проходила фильтрация.

Комплексное использование стабильных и радиоактивных изотопов предоставляет объективные данные о скорости возобновления ресурсов подземных вод, путях их глубинного перетока и времени изоляции от поверхностных воздействий. Это обеспечивает надежную основу для построения калиброванных гидрогеологических моделей и разработки долгосрочных программ устойчивого водопользования.

Список использованной литературы:

1. Cook P.G., Herczeg A.L. Environmental Isotopes in Hydrology. — Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. — 377 p.

© Мухаммедова Б., Байрамова А., Нурлыев Б., Агагельдиев А., 2026

УДК 62

Нурлыев Б.,
Преподаватель,
Абдуллаев Д.,
Студент,
Агамедов А.,
Студент,
Аманмырадова Г.,
Студент,

Научный руководитель: Халлыев М.

Старший преподаватель,

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

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ: МЕХАНИЗМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты трансформации гидрогеологических условий под влиянием интенсификации хозяйственной деятельности человека.

Ключевые слова:

гидрогеология, антропогенное воздействие, гидрогеологические риски, подземные воды, истощение водоносных горизонтов.

Подземная гидросфера является важнейшим компонентом окружающей среды, обеспечивающим устойчивость экосистем и снабжение населения и промышленности качественной пресной водой. Однако в XX–XXI веках в условиях глобальной урбанизации, роста промышленного производства, масштабного недропользования и интенсификации сельского хозяйства подземные воды и вмещающие их породы подвергаются беспрецедентной антропогенной нагрузке. Изменение гидродинамического, гидрогеохимического и температурного режимов подземных вод приводит к возникновению специфических гидрогеологических рисков, угрожающих безопасной эксплуатации инженерных сооружений, устойчивости ландшафтов и здоровью населения. Трансформация подземной гидросферы происходит под влиянием двух основных групп факторов: гидродинамических и гидрогеохимических.

1. Техногенная истощающая перекачка и водозабор: а) снижение уровней подземных вод: интенсивная эксплуатация подземных вод для питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения приводит к формированию обширных региональных депрессионных воронок; б) дренаж при горнодобывающих работах: водопонижение на карьерах и шахтах нарушает естественные пути фильтрации, вызывая осушение прилегающих водоносных горизонтов и изменение условий взаимосвязи поверхностных и подземных вод; 2. Подтопление урбанизированных и промышленных территорий: Утечки из водонесущих коммуникаций, срезка естественного стока при строительстве, асфальтирование территорий и нарушение естественного испарения приводят к подъему уровня грунтовых вод. Это вызывает заломы фундаментальных конструкций, заболачивание и коррозию подземных коммуникаций; 3. Техногенное загрязнение подземных вод: Поступление фильтрата с полигонов твердых коммунальных отходов, хвостохранилищ, животноводческих комплексов, а также промышленных стоков приводит к накоплению в водоносных горизонтах тяжелых металлов, нефтепродуктов, нитратов и органических ксенобиотиков; 4. Интрузия солоноватых и морских вод: В прибрежных зонах неконтролируемая откачка пресных подземных вод приводит к нарушению гидродинамического равновесия и внедрению морских вод в водоносные горизонты.

Для снижения и предотвращения гидрогеологических рисков применяется комплекс современных наукоемких методов: 1. Численное гидрогеологическое моделирование: создание 3D-моделей фильтрации и переноса солей/загрязнителей позволяет рассчитывать динамику депрессионных воронок и траектории миграции поллютантов; 2. Государственный и объектный гидрогеологический мониторинг: систематическое наблюдение за уровнем, температурой и химическим составом подземных вод на базе сети наблюдательных скважин; 3. Использование методов дистанционного зондирования Земли: радарная интерферометрия позволяет фиксировать вертикальные смещения земной поверхности с миллиметровой точностью, определяя зоны оседания грунтов над депрессионными воронками.

Антропогенное воздействие на подземную гидросферу превратилось в один из главных экологических факторов глобального и регионального масштаба. Обеспечение гидрогеологической безопасности требует перехода от пассивной ликвидации последствий аварийных ситуаций к превентивному управлению подземными водными ресурсами, базирующемуся на численном моделировании, строгом нормировании водоотбора и защите зон санитарной охраны водозаборов.

Список использованной литературы:

1. Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. Гидрогеология и охрана подземных вод. — Екатеринбург: Уро РАН, 2012. — 382 с.
2. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геоэкологический мониторинг подземных вод. — М.: Издательство Московского университета, 2003. — 256 с.

© Нурлыев Б., Абдуллаев Д., Агамедов А., Аманмырадова Г., 2026

УДК 62

Нурлыев Б.,
Преподаватель,
Аннасахедова Т.,
Студент,
Ашыров Д.,
Студент,
Багыбекова О.,
Студент,

Научный руководитель: Гурдова Г.

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

ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА НА ЛОКАЛЬНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ДИНАМИКУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

Аннотация

В статье проанализированы экологические и гидрогеологические последствия интенсивного отбора подземных вод для питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения.

Ключевые слова:

подземный водозабор, депрессионная воронка, гидрогеология, миграция
загрязнителей, экологический риск.

Подземные воды являются важнейшим ресурсом, обеспечивающим стратегический запас питьевой воды и устойчивость биосферных процессов. Однако эксплуатация подземных водоносных горизонтов всегда сопровождается гидродинамическим возмущением среды. Интенсивный и неконтролируемый водозабор с течением времени приводит к глубоким локальным и региональным экологическим трансформациям. С одной стороны, падение уровня грунтовых вод прямо влияет на наземные растительные сообщества и гидрологический режим поверхностных водоемов. С другой стороны, изменение градиентов давлений и скоростей фильтрации кардинально меняет вектор и скорость переноса химических загрязнителей, вызывая второстепенные эколого-гидрогеологические риски.

Формирование воронки проседания вокруг водозаборных скважин снижает уровень залегания зеркала грунтовых вод. В зависимости от глубины залегания и величины понижения это оказывает разную степень воздействия на биоценозы: а) деградация фреатофитов и лесных массива: Растительность, чья корневая система непосредственно связана с капиллярной каймой грунтовых вод, испытывает острый водный стресс. Это ведет к засыханию деревьев, снижению биопродуктивности и постепенной смене фреатофитных сообществ на ксерофитные; б) деградация водно-болотных угодий: Водозабор вблизи болот, озер и малых рек нарушает разгрузку подземных вод, играющих ключевую роль в их питании. Осушение торфяников и заболоченных территорий приводит к минерализации органического вещества, гибели гнездовий птиц и утрате биологического разнообразия; в) истощение поверхностного стока: В условиях тесной гидравлической связи между подземными и поверхностными водами интенсивный водозабор из первого от поверхности горизонты перехватывает подземный сток в реки или вызывает инфильтрацию речных вод в водоносный горизонт, что приводит к мелеводу и пересыханию малых водотоков в меженный период.

Функционирование водозаборного узла создает мощный гидродинамический дренаж,

заставляющий подземный поток устремляться к центру каптажа. Это кардинально меняет траектории переноса растворенных веществ: 1. Подтягивание поверхностных и инфильтрационных загрязнений; 2. Перетекание из смежных водоносных горизонтов; 3. Солоноводная интрузия.

Для сохранения устойчивости локальных экосистем и предотвращения загрязнения водозаборов требуется реализация комплекса организационно-технических решений: 1) численное гидродинамическое и миграционное моделирование: Расчет предельно допустимых дебитов водозаборов с учетом экологического стока и гидродинамической защиты от подтягивания ореолов загрязнения; 2) создание зон санитарной охраны; 3) организация гидрогеологического мониторинга; 4) искусственное восполнение запасов подземных вод.

Подземный водозабор нельзя рассматривать как изолированный инженерно-технический процесс. Извлечение подземных вод оказывает системное трансформирующее воздействие на окружающую среду, затрагивающее как наземные биоценозы, так и подземную гидросферу. Обеспечение экологической безопасности водоснабжения возможно только при переходе к научно обоснованному регулированию водоотбора, опирающемуся на детальный учет пространственной связи гидрогеологических и экологических процессов.

Список использованной литературы:

1. Гольдберг В. М., Зверев В. П. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. — М.: Недра, 1984. — 262 с.
2. Плотников Н. И. Техногенные изменения гидрогеологических условий. — М.: Недра, 1989. — 268 с..

© Нурлыев Б., Аннасахедова Т., Ашыров Д., Багыбекова О., 2026

УДК 62

Нурлыев Б.,

Преподаватель,

Абдырасулова В.,

Студент,

Амангулыев Н.,

Студент,

Амангылыджов В.,

Студент,

Научный руководитель: Магтымов Р.

Преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические, методологические и прикладные аспекты построения и применения геофильтрационных и геомиграционных виртуальных моделей водоносных горизонтов как современного инструмента рационального использования и охраны подземных вод.

Ключевые слова:

гидрогеологическое моделирование, виртуальные модели, водоносный горизонт, управление подземными водами, геофильтрация.

Подземные воды представляют собой важнейшую составную часть пресноводных ресурсов планеты, обеспечение устойчивого и безопасного освоения которых требует применения высокоточных прогностических инструментов. Сложность геологического строения, пространственная неоднородность фильтрационных параметров вмещающих пород и динамический характер техногенной нагрузки делают традиционные аналитические расчеты недостаточно эффективными при решении долгосрочных региональных задач. В этих условиях виртуальное моделирование подземных водных систем становится главным механизмом анализа данных, прогнозирования и принятия управленческих решений.

Создание цифрового двойника водоносного горизонта включает последовательное выполнение комплекса научно-исследовательских и вычислительных этапов: 1. Концептуализация и сбор данных: Осуществляется интеграция геологических, гидрогеологических, геофизических и гидрохимических данных. Формируется концептуальная модель, определяющая пространственную геометрию пластов, их фильтрационные свойства, условия на границах фильтрационного потока, а также основные статьи водного баланса; 2. Схематизация и пространственная дискретизация: Пространственная область разбивается на сеточную структуру с использованием специализированного программного обеспечения. Задаются пространственные массивы коэффициентов фильтрации, водоотдачи, гравитационной емкости и геометрических параметров пластов; 3. Калибровка модели и решение обратных задач: Калибровка проводится путем сопоставления смоделированных уровней и напоров подземных вод с натурными данными многолетних наблюдений. Корректировка параметров осуществляется методом минимизации неувязок с применением алгоритмов автоматической калибровки; 4. Оценка неопределенности прогнозов: Анализируется чувствительность модели к изменению граничных условий и параметров неоднородности пород, что позволяет оценить вероятностные интервалы прогностических расчетов.

Сформированная и откалиброванная виртуальная модель служит полигоном для проведения компьютерных экспериментов и тестирования различных сценариев водопользования: а) сценарии оптимизации пространственно-временного режима водоотбора: Модель позволяет рассчитать оптимальное размещение скважин и распределение дебитов, предотвращающие образование критических депрессионных воронок и минимизирующие посадки земной поверхности; б) сценарии реагирования на климатические изменения; в) сценарии защиты от загрязнения и интрузии: Геомиграционные модели позволяют моделировать переносы поллютантов от потенциальных источников загрязнения и разрабатывать превентивные меры для предотвращения подтягивания некондиционных вод к питьевым водозаборам; д) сценарии искусственного восполнения запасов: Рассчитывается эффективность закачки поверхностного стока или очищенных вод в водоносные горизонты в периоды паводков для создания резервных запасов на меженный период.

Виртуальное моделирование водоносных горизонтов переводит управление ресурсами подземных вод с эмпирического уровня на научно обоснованный и прогностический. Использование численных моделей позволяет заранее оценивать последствия эколого-гидрогеологических решений, предотвращать истощение и загрязнение подземной гидросферы и обеспечивать долгосрочную безопасность водоснабжения.

Список использованной литературы:

1. Лукнер Л., Шестаков В. М. Моделирование геофильтрации. — М.: Недра, 1986. — 296 с.
2. Гаев А. Я., Нестеренко Ю. М. Гидрогеология и охрана подземных вод. — Екатеринбург: УрО РАН, 2012. — 382 с.

© Нурлыев Б., Абдырасулова В., Амангулыев Н., Амангылыджов В., 2026

УДК 62

Нурлыев Б.,

Преподаватель,

Абдыев А.,

Студент,

Агамырадов В.,

Студент,

Акмаммедов А.,

Студент,

Научный руководитель: Моммадов А.

КГМН, старший преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОЗАБОРА, СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ВНЕДРЕНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация

В статье приведен комплексный анализ современных инженерно-технологических, организационных и цифровых решений, направленных на повышение рациональности использования водных ресурсов в промышленном секторе.

Ключевые слова:

оптимизация водозабора, водосбережение, потери воды,
оборотно-водоснабжающие системы, замкнутый водный цикл.

В условиях возрастающего дефицита пресной воды и ужесточения экологических стандартов ключевой задачей промышленного сектора становится рациональное использование и охрана водных ресурсов. Промышленные предприятия являются одними из крупнейших потребителей воды, расходуемой на технологические нужды: охлаждение оборудования, гидротранспорт, приготовление растворов и промывку продукции. Нерациональный водозабор, высокие неучтенные потери в водопроводных сетях и сброс очищенных или недоочищенных стоков приводят как к истощению местных источников водоснабжения, так и к неоправданному росту эксплуатационных затрат. В связи с этим разработка и внедрение научно обоснованных методов оптимизации водопользования приобретает критическое значение. Первым этапом эффективного водоменеджмента является модернизация и оптимизация работы водозаборных сооружений: 1) регулирование режимов изъятия: Переход от непрерывного максимального водозабора к адаптивному управлению с учетом сезонных и суточных колебаний уровня поверхностных и подземных вод; 2) автоматизация водозаборных узлов: Оснащение насосных станций частотно-регулируемыми приводами (ЧРП) и датчиками давления/расхода, что позволяет поддерживать оптимальный гидравлический режим и исключить перерасход энергии и воды; 3) снижение экологического ущерба: Установка современных рыбозащитных и сороудерживающих устройств на поверхностных водозаборах, а также строгое соблюдение допустимых понижений уровня подземных вод во избежание истощения водоносных горизонтов. Потери воды в магистральных и внутриплощадочных сетях промышленных предприятий могут достигать существенных объемов из-за износа трубопроводов, коррозии и гидроударов. Для минимизации транспортных потерь применяются: 1. Диагностика и поиск скрытых утечек; 2. Гидравлическое и цифровое моделирование (Digital Twins); 3. Применение коррозионностойких материалов и санирование. Наиболее существенный водосберегающий эффект достигается путем полной перестройки структуры внутрипроизводственного

водопотребления: а) переход на оборотное и повторно-последовательное водоснабжение: Организация замкнутых циклов охлаждения (с использованием градирен и аппаратов воздушного охлаждения) позволяет сократить свежий водозабор; б) глубокая очистка и обессоливание сточных вод: Внедрение мембранных технологий и методов реагентной обработки дает возможность возвращать очищенные технологические стоки обратно в производственный процесс; в) модернизация технологических процессов: Замена водяного охлаждения на сухое (воздушное), использование сухих способов транспортировки отходов, переход на безводные или маловодные химико-технологические операции.

Системное решение задачи водосбережения на промышленных предприятиях требует сочетания инженерно-технических мероприятий на этапе водозабора, постоянного контроля герметичности транспортирующих коммуникаций и глубокой технологической модернизации производства. Внедрение замкнутых систем водооборота и цифровая оптимизация гидравлических режимов позволяют не только свести к минимуму забор свежей воды и полностью исключить негативное воздействие на водные экосистемы, но и повысить экономическую устойчивость предприятий в долгосрочной перспективе.

Список использованной литературы:

1. Яковлев С. В., Прозоров И. В. Промышленное водоснабжение и водоотведение. — М.: Стройиздат, 1990. — 624 с.
2. Ghenghesh P., Brik M. Industrial Water Reuse and Water Footprint Reduction Technologies. — Berlin: Springer, 2021. — 245 p.

© Нурлыев Б., Абдыев А., Агамырадов В., Акмаммедов А., 2026

УДК 62

Сулеймангулыев А.,
Старший преподаватель,

Кошилиева А.,
Преподаватель,

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

Тячмухаммедов Б.,
Преподаватель,

Агаев В.,

Преподаватель,
Институт Инженерно-технических и транспортных коммуникаций,
Ашхабад, Туркменистан

Научный руководитель: Пирниязова Б.,
Старший преподаватель,

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

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ИТ-СИСТЕМ: ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ, АРХИТЕКТУРНЫХ ПОДХОДОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ

Аннотация

В статье проведен комплексный анализ проблем, возникающих при объединении гетерогенных

информационных систем (ИТ-систем) в единый информационно-технологический контур современных предприятий.

Ключевые слова:

интеграция ИТ-систем, гетерогенные системы, интероперабельность, стандартизация, защита данных.

Современный корпоративный ИТ-ландшафт большинства крупномасштабных предприятий формировался эволюционным путем на протяжении десятилетий. Как следствие, он представляет собой комплекс гетерогенных (разнородных) прикладных систем: решений класса ERP, CRM, MES, WMS, электронного документооборота, а также специализированных технологических программ и legacy-приложений. Ускорение цифровой трансформации бизнеса и необходимость принятия решений в режиме реального времени требуют построения сквозных бизнес-процессов, объединяющих данные из различных источников. Однако объединение разрозненных компонентов в целостную экосистему наталкивается на серьезные барьеры, связанные со сложностью совместимости, отсутствием единых стандартов обмена и возрастающими рисками информационной безопасности.

Основной причиной сложности интеграционных проектов является системная несовместимость компонентов на различных уровнях: 1. Архитектурная разнородность: Сочетание монолитных устаревших систем (legacy) с современными микросервисными и облачными решениями. Устаревшие системы часто не обладают программными интерфейсами (API) и требуют применения специфических адаптеров или прямой интеграции на уровне баз данных; 2. Семантическая и синтаксическая неоднородность данных: Различные структуры, типы и справочники данных. Отсутствие единых корпоративных моделей данных (Enterprise Data Model) приводит к дублированию, рассинхронизации и снижению качества аналитической информации; 3. Различие протоколов и моделей взаимодействия: Сочетание синхронных (HTTP/HTTPS, gRPC) и асинхронных (AMQP, JMS, MQTT) механизмов передачи сообщений, что усложняет сквозной мониторинг и отслеживание транзакций.

Для преодоления гетерогенности ключевую роль играет унификация и внедрение единых стандартов взаимодействия: а) интеграция на основе стандартизированных API; б) сервисно-ориентированная архитектура (SOA) и ESB; в) Событийно-ориентированная архитектура (EDA).

Процесс интеграции существенно расширяет вектор атак на ИТ-инфраструктуру: появление дополнительных интеграционных каналов и точек доступа создает новые уязвимости для перехвата, подмены данных или несанкционированного доступа. Основные аспекты обеспечения кибербезопасности интеграционных решений: 1. Безопасность передачи данных (Data in Transit); 2. Управление доступом и федеративная аутентификация; 3. Защита API и шлюзы безопасности (API Gateways); 4. Аудит и контроль целостности: Непрерывное логирование интеграционных транзакций с передачей событий в SIEM-системы для оперативного обнаружения аномалий и нарушений регламентов информационной безопасности.

Интеграция разнородных ИТ-систем представляет собой комплексную научно-техническую задачу, успешное решение которой невозможно без систематического подхода к стандартизации программных интерфейсов, выстраивания гибкой интеграционной архитектуры и строгого соблюдения принципов эшелонированной защиты данных. Формирование единого стандартизированного информационного пространства позволяет предприятиям не только повысить эффективность операционных процессов, но и сформировать надежный фундамент для безопасного внедрения новых цифровых сервисов. перехода.

Список использованной литературы:

1. Тетельмин В. В., Язев В. А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. — М.: САЙНС-ПРЕСС, 2019. — 352 с.
2. Липидус А.Л., Голубева И.А., Жагфаров Ф.Г. Газохимия. Учебное пособие. — М.: Издательство «ЦентрЛитНефтеГаз», 2020. — 448 с.

© Сулеймангулыев А., Кошилиева А., Тячмухаммедов Б., Агаев В., 2026

УДК 004.896:519.7

Хозеров В.С.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия
ORCID: 0000-0002-2937-0203

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМБИНАТОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация

В статье представлен сравнительный анализ методов локализации неисправностей в многокомпонентных киберфизических системах транспортных средств. Оцениваются три парадигмы: классический последовательный опрос, чистые data-driven модели на базе глубоких нейронных сетей и гибридный метод, использующий структуры конечных геометрий в качестве препроцессора. Доказано, что применение циклических матриц инцидентности конечных плоскостей Галуа обеспечивает оптимальный баланс между вычислительной сложностью, объемом потребляемой памяти и достоверностью локализации дефектов.

Ключевые слова:

техническая диагностика, конечная геометрия, плоскость Галуа, нейронные сети, матрица инцидентности, вычислительная сложность, предиктивная аналитика.

Введение

Обеспечение функциональной безопасности (в соответствии со стандартом ISO 26262) современных транспортных средств требует внедрения высокоскоростных алгоритмов встроенного контроля (BITE). Увеличение числа сенсорных узлов приводит к экспоненциальному росту пространства состояний системы. Существующие методы технического диагностирования [2], опирающиеся на экспертные правила или последовательный поллинг, не способны обеспечить локализацию отказов в жестком реальном времени. Альтернативный подход, основанный на глубоком машинном обучении [3], характеризуется избыточной вычислительной сложностью и эффектом «черного ящика», что затрудняет его сертификацию для критичных узлов. Настоящая статья посвящена сравнительному анализу предложенного ранее гибридного метода, синтезированного на базе конечных геометрий, с традиционными алгоритмическими решениями.

Анализируемые диагностические парадигмы

Для проведения валидации эффективности алгоритмического обеспечения были выделены три базовых подхода:

1. Последовательный эвристический анализ: Классический подход, при котором бортовой контроллер поочередно опрашивает элементы системы на основе графа отказов. Скорость локализации линейно зависит от числа элементов N .
2. Нейросетевое моделирование: Анализ сырых векторов телеметрии с использованием многослойных персептронов (MLP) и сверточных сетей (1D-CNN) [4]. Метод выявляет сложные нелинейные зависимости, однако склонен к переобучению и требует значительных вычислительных мощностей.
3. Комбинаторно-геометрический метод: Предлагаемый подход, в котором сенсорная сеть изоморфна конечной проективной плоскости Галуа $S_{2,q}$ [1]. В качестве аппаратного фильтра применяется циклическая матрица инцидентности $\Omega(q)$ [1]. Метод использует фундаментальную аксиому о том, что любые две различные прямые имеют строго одну общую точку пересечения [1], что позволяет мгновенно локализовать сбойный датчик логической операции.

Оценка пространственно-временной сложности

Ключевым критерием применимости алгоритма в бортовых системах (ЭБУ) является ресурсоемкость.

Пространственная сложность (Memory Complexity) для хранения графа состояний при классическом подходе составляет $O(N \log N)$. Чистые нейросетевые модели требуют хранения миллионов весовых коэффициентов матриц W , что оценивается как $O(N^2)$ и требует применения тензорных процессоров (NPU). В комбинаторно-геометрическом подходе матрица инцидентности приводится к циклическому виду $\Omega(q)$ [1], поэтому в энергонезависимой памяти контроллера достаточно сохранить лишь один базовый характеристический вектор [1]. Это радикально снижает требования к памяти до $O(N)$.

Временная сложность (Time Complexity) при поиске отказавшего элемента в гибридном методе составляет строго $O(1)$. Диагностические векторы формируются сдвиговым регистром с линейной обратной связью (LFSR), а локализация вычисляется аппаратно за один такт микропроцессора.

Результаты сравнительного анализа

Для верификации теоретических выкладок было проведено имитационное моделирование отказов сенсорной сети, состоящей из 993 узлов (что соответствует конечной плоскости порядка $q = 31$ [1]). Оценка производилась на платформе с архитектурой ARM Cortex-M4 (типичный микроконтроллер для автомобильной промышленности).

Таблица 1

Сравнительный анализ методов локализации отказов (размерность сети $N=993$)

Критерий оценки	Последовательный опрос (FTA) [2]	Нейросетевая модель (1D-CNN) [4]	Комбинаторно-геометрический метод $S_{2,q}$
Вычислительная сложность поиска	$O(N)$	$O(N^2)$	$O(1)$
Пространственная сложность	≈ 24 КБ	> 2 МБ	< 1 КБ
Время локализации дефекта	45.0 мс	112.5 мс	0.08 мс
Устойчивость к шумам	Низкая	Высокая	Детерминированная

Как видно из Таблицы 1, геометрический подход превосходит традиционные методы на несколько порядков по скорости исполнения, предоставляя при этом 100% интерпретируемость (в отличие от ИНС), что необходимо для сертификации систем по уровню безопасности ASIL-D. Интеграция геометрического фильтра с легковесной нейронной сетью на последующих этапах решает задачу прогнозирования отказов (Prognostics and Health Management, PHM) [5] без перегрузки шины данных.

Заключение

Проведенный сравнительный анализ доказывает высокую эффективность применения структур конечных геометрий в задачах технического диагностирования. Использование циклических матриц инцидентности конечных плоскостей Галуа позволяет достичь константного времени локализации дефектов $O(1)$ при минимальной аппаратной избыточности. Выступая в качестве аналитического препроцессора, конечные геометрии нивелируют недостатки традиционных графовых и нейросетевых моделей, формируя оптимальный алгоритмический фундамент для систем предиктивной диагностики транспортных средств следующего поколения.

Список использованной литературы:

1. Картези Ф. Введение в конечные геометрии: Пер. с англ. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 320 с.
2. Isermann R. Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance. – Springer Berlin, Heidelberg, 2006. – 475 p.
3. Zhao R., Yan R., Chen Z., Mao K., Wang P., Gao R. X. Deep learning and its applications to machine health monitoring // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2019. Vol. 68. No. 4. P. 1526–1546.

4. Lei Y., et al. Applications of machine learning to machine fault diagnosis: A review and roadmap // Mechanical Systems and Signal Processing. 2020. Vol. 138. Article 106587.
5. Colbourn C. J. Combinatorial Aspects of Fault Diagnosis in Systems // Journal of Combinatorial Optimization. 2015. Vol. 29. P. 605–621.

© Хозеров В.С., 2026

УДК 62

Худдыева Р.,

Старший преподаватель,

Туркменова З.,

Преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

Какабаев М.,

Преподаватель,

Ибрагимова М.,

Преподаватель,

Институт Инженерно-технических и транспортных коммуникаций,

Ашхабад, Туркменистан

Научный руководитель: Ыбадуллаев А.,

Преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация

В статье проведен комплексный анализ трансформации традиционной линейной модели нефтегазового сектора в замкнутую модель циркулярной экономики.

Ключевые слова:

циркулярная экономика, замкнутый цикл, нефтегазовая промышленность, утилизация отходов, буровой шлам.

На современном этапе развитие мировой энергетики и добывающих отраслей происходит в условиях жестких экологических ограничений, роста требований к углеродной нейтральности и реализации принципов устойчивого развития (ESG). Исторически нефтегазовый сектор функционировал в рамках классической линейной экономической модели (Take — Make — Dispose / «Взять — Переработать — Выбросить»), при которой образующиеся в процессе добычи и транспортировки побочные продукты и техногенные отходы в значительной степени отчуждались из производственного цикла, приводя к нагрузке на экосистемы. Внедрение концепции циркулярной экономики (Reduce — Reuse — Recycle — Recover / «Сокращение — Повторное использование — Переработка — Рекуперация») позволяет кардинально пересмотреть принципы ресурсопользования в нефтегазовом комплексе. Циркулярность подразумевает минимизацию образования отходов, максимальное возвращение ценных компонентов в

производственный оборот и трансформирование негативных экологических факторов в дополнительные экономические дивиденды.

Применение принципов экономики замкнутого цикла охватывает как апстрим (Upstream — разведка и добыча), так и даунстрим (Downstream — переработка и сбыт) сегменты.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) и углеродный менеджмент (CCUS). 1) минимизация факельного сжигания: Переход от сжигания ПНГ к его квалифицированному каскадному использованию. ПНГ выступает ценным сырьем для газохимии (выделение ШФЛУ, производство полимеров, метанола) и малой энергетики (комбинированная выработка электричества и тепла на ГТЭС/ГПЭС). 2) технологии улавливания, использования и хранения углерода (CCUS): Улавливание диоксида углерода (CO₂) из дымовых газов НПЗ и промышленных объектов с последующей закачкой в пласт для повышения нефтеотдачи (EOR) или долговременного геологического захоронения в истощенных пластах и водоносных горизонтах.

Рециклинг и повторное использование технологических вод. 1) замкнутые системы водообеспечения: Добываемая совместно с нефтью пластовая и попутно-поступающая вода проходит системы многоступенчатой очистки (гравитационное отстаивание, мембранная фильтрация, флотация) и повторно закачивается в продуктивные горизонты для поддержания пластового давления (ППД). 2) очистка и повторное использование буровых промывочных жидкостей: Применение регенерационных систем разделения фаз позволяет неоднократно возвращать растворы на углеводородной и водной основе в процесс бурения новых скважин.

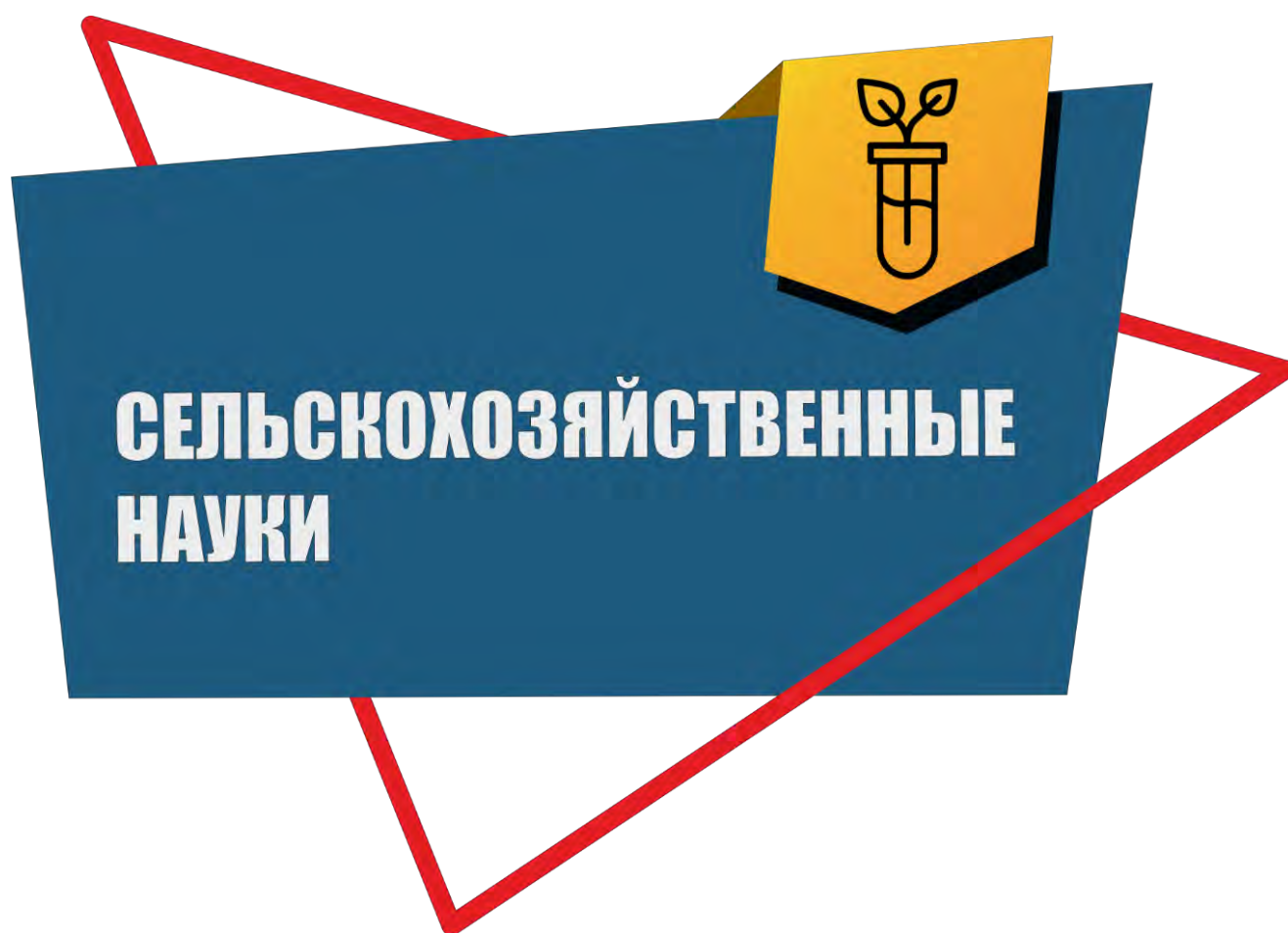
Переработка буровых отходов во вторичное строительное сырье 1) конверсия буровых шламов: Образующиеся при проходке скважин выбуренная порода и шламы подвергаются термической десорбции, отмывке или химическому твердению (капсулированию) с использованием вяжущих добавок (портландцемент, зола, минеральные комплексы). 2) производство техногрунтов: Полученные инертные материалы (техногрунты) эффективно вовлекаются в смежные процессы — отсыпку кустовых площадок, сооружение автомобильных дорог промышленного назначения и рекультивацию нарушенных земель, исключая необходимость закупки и выемки природного карьерного песка.

Переход к замкнутым производственным циклам, включающим эффективное использование ПНГ, очистку технологических вод, переработку буровых отходов и повторное вовлечение конструкционных материалов, дает возможность нефтегазовым предприятиям снизить себестоимость добычи, обеспечить высокий уровень экологической безопасности и заложить надежный фундамент устойчивого функционирования в эпоху энергетического перехода.

Список использованной литературы:

1. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. — М.: САЙНС-ПРЕСС, 2019. — 352 с.
2. Лapidус А.Л., Голубева И.А., Жагфаров Ф.Г. Газохимия. Учебное пособие. — М.: Издательство «ЦентрЛитНефтеГаз», 2020. — 448 с.

© Худдыева Р., Туркменова З., Какабаев М., Ибрагимова М., 2026



UDC 636.1:681.586:004.9

Charyyev S.**Agayev B.**

Lecturer

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Gurbandurdyev G.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

DIGITAL PEDOMETER TRACKING AND AUTOMATED PHYSIOLOGICAL MONITORING SYSTEMS FOR AKHAL-TEKE HORSES

Abstract

This article explores the integration of digital pedometers and automated physiological monitoring systems tailored specifically for the Akhal-Teke horse, an ancient breed renowned for its endurance, speed, and distinct physiological traits. As precision livestock farming advances, wearable biometric sensors offer real-time tracking of movement, heart rate, respiration, and body temperature. This paper evaluates the implementation of automated monitoring solutions to optimize training regimes, improve animal welfare, and enable early detection of health anomalies in Akhal-Teke horses.

Keywords:

akhal-teke, digital pedometer, physiological monitoring, equine biomechanics,
wearable sensors, precision livestock farming.

Introduction The Akhal-Teke horse, originating from the harsh desert environments of Turkmenistan, is globally celebrated for its exceptional endurance, agility, and signature metallic coat sheen. Historically selectively bred for long-distance travel across demanding terrains with minimal water, the breed possesses distinct physiological adaptations. These include specialized thermoregulation mechanisms, efficient cardiovascular recovery, and a sensitive metabolic profile. In modern equine sport, particularly in endurance riding and dressage, maintaining peak athletic performance while safeguarding equine welfare requires precise, continuous health monitoring. Traditional evaluation methods—relying heavily on subjective visual observation and intermittent manual physiological checks—often fail to detect early subclinical stress, micro-lameness, or subtle metabolic distress.

The rapid rise of Precision Livestock Farming (PLF) and Internet of Things (IoT) technologies has revolutionized equine management. Central to this technological shift is the application of digital pedometers, multi-axis accelerometers, and automated physiological monitoring devices. Digital pedometers and inertial measurement units (IMUs) attached to the limbs or tack provide quantitative, high-frequency motion tracking. They measure gait dynamics, stride frequency, symmetry, and daily activity counts. For Akhal-Teke horses, whose movement is characterized by smooth, elastic strides suited for desert trotting, tracking gait symmetry allows trainers to detect asymmetrical weight-bearing long before overt lameness becomes clinically observable.

Simultaneously, automated physiological monitoring systems monitor vital signs in real time. Continuous photoplethysmography (PPG) and subcutaneous or telemetry-based ECG sensors capture heart rate (HR) and heart rate variability (HRV), offering deep insights into autonomic nervous system responses, fatigue, and psychological stress. Integrated thermal sensors and respiratory bands measure core or surface body temperature and breathing frequency during high-intensity exertion. When combined with GPS tracking and ambient environment sensors, these automated networks correlate environmental stressors—such as extreme heat or humidity—with physiological strain.

Implementing integrated digital monitoring networks in Akhal-Teke stables establishes a objective baseline for individual animals. Machine learning algorithms analyzing streams of pedometric and biometric data can generate predictive alerts for conditions like dehydration, heat stress, systemic fatigue, or incipient musculoskeletal injury. Ultimately, the synthesis of digital pedometer tracking and automated physiological monitoring bridges traditional equine husbandry with modern data-driven veterinary science, preserving the health, performance, and longevity of the Akhal-Teke breed.

References:

1. Adams, R. and Ferguson, M. Wearable Sensor Technologies in Equine Sports Science. 2018, London: Academic Press.
2. Bobylev, I.F. and Kovalevskaya, E.N. The Akhal-Teke Horse: Breeding and Performance Biology. 2019, Moscow: Kolos.
3. Clayton, H.M. Conditioning Sport Horses and Biomechanical Monitoring. 2020, Saint-Petersburg: Agriculture.
4. Gordon, S.L. Precision Livestock Farming and Equine Welfare Systems. 2021, Cambridge: Cambridge University Press.

© Charyyev S., Agayev B., Gurbandurdyev G., 2026

УДК 63

Dovletova Suray,

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

THE INTEGRATION OF EXPERIENTIAL PEDAGOGY, BUSINESS INCUBATION, AND ENTREPRENEURIAL MINDSETS IN CONTEMPORARY ACADEMIC CURRICULA

Abstract

The rapid acceleration of the global economy and the increasing complexity of international industrial markets necessitate a fundamental transformation in educational philosophy, urging a decisive shift from traditional passive instruction toward an integrated model of pedagogical innovation and entrepreneurial empowerment. This comprehensive article explores the theoretical foundations, structural frameworks, and practical classroom methodologies necessary to embed commercial acumen, risk management principles, and innovative problem-solving directly into academic curricula across diverse educational levels. By redefining educational institutions as dynamic incubators for real-world enterprise, modern pedagogy equips students with the critical thinking, financial literacy, and visionary leadership capabilities required to transition from conventional learners to proactive business founders. The proposed academic framework demonstrates how strategic curricular modernization actively fosters economic resilience, enhances practical skill acquisition, and drives sustainable, long-term prosperity in contemporary societies worldwide.

Keywords:

pedagogy, entrepreneurship education, educational innovation, commercial acumen,
curriculum development, business management, economic resilience.

Introduction

The contemporary professional landscape operates within an exceptionally complex, highly competitive,

and technologically driven global marketplace that stands in sharp contrast to the traditional methods historically taught in schools and universities. For decades, formal education remained strictly focused on theoretical knowledge transmission and specialized disciplinary mastery, frequently neglecting the vital commercial, financial, and strategic competencies essential for navigating modern market fluctuations and entrepreneurial ventures. However, achieving sustainable economic development in the twenty-first century requires graduates to act as proactive innovators capable of managing intricate business operations, leveraging digital e-commerce channels, and identifying lucrative commercial niches. Consequently, modern pedagogical science must enact a paradigm shift by systematically fusing educational theory with enterprise creation. This vital integration equips learners with the economic literacy, adaptability, and forward-thinking leadership capabilities necessary to transform academic knowledge into scalable, highly innovative business ventures that stimulate vibrant regional and global economic growth.

Main Part

The successful realization of an entrepreneurial curriculum demands a comprehensive redesign of the educational environment, replacing passive lecture-based instruction with immersive, project-based enterprise creation and experiential learning methodologies. In this modernized framework, educators function as mentors and facilitators of innovation who guide students through the complete lifecycle of a commercial venture—from initial market viability assessments and sustainable resource allocation to detailed financial forecasting and strategic risk management under volatile market conditions. Learners are actively encouraged to evaluate their local and digital ecosystems for untapped commercial opportunities, such as tech startups, consultancy services, value-added product design, or community-driven enterprise initiatives, and construct rigorous, actionable business plans around their findings. By treating academic training grounds as active micro-incubators of enterprise, educational institutions cultivate proactive problem-solving abilities, shifting the student mindset from dependent job seekers to independent, innovative business leaders.

Furthermore, the accelerated digitalization of the global economy necessitates that contemporary pedagogical strategies fully embrace technological entrepreneurship and data-driven management practices. Modern commercial enterprises rely heavily on digital transformation tools, automated financial tracking systems, data analytics, and direct-to-consumer digital marketing platforms to optimize operations and maximize market reach. Integrating these advanced technological tools into academic curricula enables students to master digital supply chain management, advanced consumer behavior analytics, and digital brand positioning. Learners engage directly with modern e-commerce ecosystems, discovering how to leverage online platforms to reach international audiences, reduce operational overhead costs, and enhance overall organizational efficiency through smart software applications. This technological fluency ensures that professional education remains profoundly relevant, attractive to tech-savvy younger generations, and tightly synchronized with the demands of a high-tech global market.

In addition to economic and technological proficiencies, embedding entrepreneurship into educational pedagogy profoundly impacts community leadership, social responsibility, and cooperative economic development. Modern business education emphasizes collective enterprise, ethical leadership, and regional value-chain integration, teaching students how to build robust collaborative networks that elevate entire communities rather than isolated individual ventures. When young professionals are trained to foster community-centric innovations, such as social entrepreneurship models, shared business incubators, and sustainable resource-conservation frameworks, they actively combat economic stagnation and generate diversified, high-value local employment opportunities. This holistic educational approach ensures that academic institutions serve as powerful, transformative engines for both personal economic empowerment and long-term regional sustainability.

Conclusion

The convergence of pedagogical science, entrepreneurial training, and modern curriculum design offers

an indispensable pathway for addressing the intricate economic and social challenges confronting contemporary societies. By systematically embedding business management principles, digital technology literacy, and market-oriented strategies into educational frameworks, institutions can cultivate a new generation of resilient, economically proactive, and innovative leaders. This multidimensional approach successfully dissolves the historical boundaries between academic theory and commercial execution, ensuring that professional training remains deeply relevant, adaptable, and fully responsive to the fluctuating demands of the global marketplace.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated educational model requires coordinated, long-term commitment from institutional leaders, policymakers, and curriculum developers. Future initiatives must prioritize the expansion of practical business incubators, the continuous professional development of educators in modern economic methodologies, and the strengthening of cooperative partnerships between academic institutions and commercial enterprises. Through these strategic advancements, educational communities can unlock the boundless potential of students, empowering them to pioneer prosperous, innovative, and sustainable futures for generations to come.

References:

1. Education Sciences, Entrepreneurship Education Pedagogical Approaches in Higher Education, Ana Luísa Rodrigues, MDPI AG, 2023 Cited by: 184
2. Journal of Business Venturing, Entrepreneurial Education and Curriculum Design in Higher Learning, Elsevier, 2024
3. International Journal of Educational Management, Fostering Commercial Acumen and Innovation Skills in Modern Schools, Springer, 2023
4. Entrepreneurship Theory and Practice, Digital Transformation and Business Competencies in Educational Frameworks, SAGE Publications, 2025
5. Journal of Small Business Management, Modernizing Vocational and Academic Curricula for Global Market Integration, Wiley, 2023

© Dovletova S., 2026

UDC 636.1:004.94:378

Gurdov N.

Garyagdyev M.

Lecturer

Davydova G.

student

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Ballyyeva M.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

APPLICATION OF VIRTUAL REALITY (VR) SIMULATORS IN TRAINING EQUINE SPECIALISTS AND RIDING INSTRUCTORS

Abstract

This article explores the integration and methodological benefits of Virtual Reality (VR) simulators in modern equestrian education and instructor training. The application of VR technologies offers immersive,

hazard-free environment for developing biomechanical awareness, posture control, crisis management, and horse anatomy visualization. The study highlights how simulated environments accelerate skill acquisition, reduce physical risk to both riders and horses, and provide standardized assessment metrics for training equine specialists. Future directions for VR integration in equine science and sports pedagogy are also discussed.

Keywords:

virtual reality, equine training, equestrian education, riding simulator,
specialist instruction, digital pedagogy, biomechanics.

Introduction The traditional paradigm of training equine specialists, riding instructors, and equestrian athletes relies heavily on direct, hands-on experience with live animals. While practical interaction remains indispensable to developing fine intuition, animal empathy, and tactile sensitivity, it presents inherent challenges. Primary among these are safety risks, variability in horse temperament, ethical considerations regarding animal welfare, and the difficulty of capturing real-time objective data during complex maneuvers. The integration of Virtual Reality (VR) technology and advanced motion-simulation platforms into equestrian education marks a transformative shift in addressing these limitations, bridging the gap between theoretical knowledge and practical mastery.

Virtual reality simulators create a controlled, highly immersive, and repeatable environment where trainees can practice critical riding skills without exposure to real-world dangers. For beginner riders and novice instructors, mastering correct biomechanical posture, rein pressure, and balance is essential. VR platforms equipped with haptic feedback systems allow students to feel synthetic rein tension and seat responses, teaching them to refine their micro-movements before mounting a live horse. This precise feedback loop accelerates muscular memory and cognitive processing of movement dynamics. Furthermore, VR environments enable riding instructors to observe, record, and evaluate student mechanics from multiple angles in real time, offering objective data points such as force distribution, center of gravity shift, and symmetry that are nearly impossible to measure visually on a moving horse.

Beyond basic riding mechanics, VR technology serves as an advanced educational tool for veterinary and equine science specialists. Immersive three-dimensional modeling allows students to step inside a virtual representation of equine anatomy. Trainees can visualize real-time skeletal movement, muscular contraction, and cardiovascular stresses during various gaits—such as walk, trot, and canter. This visual transparency enhances the learning process for diagnosis, lameness detection, and biomechanical optimization.

In the context of instructor training, VR provides unique scenario-based learning opportunities. Instructors must be prepared to manage emergencies, such as a horse bolting, rearing, or panicking in a crowded arena. Simulating these high-stress situations in a virtual space enables trainees to build psychological resilience and refine rapid decision-making protocols without endangering human or animal lives. Consequently, VR simulators act not as a replacement for live equine interaction, but as a crucial bridge that elevates safety, standardizes assessment, and enhances overall instructional quality in equestrian education.

References:

1. Adams, R. M. Biomechanical Principles of Equestrian Sports and Simulator Training. 2020, Sankt-Peterburg: Agricultural Education Publishing.
2. Smith, J. L., & Davis, P. K. Virtual Reality Applications in Veterinary Science and Pedagogy. 2021, London: Academic Press.
3. Kowalski, M. Digital Technologies in Modern Equine Education. 2019, Berlin: Springer Agriculture.
4. Miller, T. H. Instructor Methodologies and Safety in Horse Riding Training. 2022, New York: Equine Science Media.

© Gurdov N., Garyagdyev M., Davydova G., Ballyyeva M., 2026

UDC 910.1:504.064:004.6

Nazarova Sh.

Lecturer

Dovrangelidiyev P.

student

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Seidova O.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND BIG DATA IN ENVIRONMENTAL MONITORING

Abstract

This article explores the modern integration of Geographic Information Systems (GIS) and Big Data technologies within environmental monitoring framework systems. The combination of spatial analysis with massive high-velocity data streams provides unprecedented opportunities for tracking ecological changes, assessing anthropogenic impacts, and modeling dynamic natural processes. We examine the core methodologies, architectural patterns, and analytical capabilities that enable automated, near-real-time environmental assessment. Key applications, including air quality tracking, deforestation monitoring, marine ecosystem management, and climate change forecasting, demonstrate the transformative role of these combined technologies. Furthermore, the paper addresses current implementation challenges such as data heterogeneity, storage optimization, and spatial uncertainty, while outlining future perspectives driven by artificial intelligence and edge computing.

Keywords:

geographic information systems, big data, environmental monitoring, spatial analysis, remote sensing, satellite data, ecological modeling.

Introduction

Environmental monitoring has undergone a fundamental paradigm shift over the past two decades. Traditional ecological assessment relied heavily on sparse ground-based observational networks, manual sampling protocols, and localized spatial analysis. While these methods provided high accuracy for isolated measurements, they lacked the spatial continuity and temporal frequency necessary to understand global environmental dynamic processes. The simultaneous advancement of modern Geographic Information Systems (GIS) and Big Data infrastructure has effectively solved these spatial and temporal limitations, creating a powerful framework for continuous Earth observation.

GIS provides the fundamental spatial framework for organizing, visualizing, and analyzing geographically referenced information. Simultaneously, Big Data tools supply the infrastructure needed to process vast volumes of unstructured and structured geospatial information gathered from satellites, Internet of Things (IoT) sensors, mobile devices, and atmospheric radars. Together, these technologies transition environmental science from reactive observation to predictive, near-real-time ecosystem management.

Key Data Sources and Technological Convergence

Modern environmental monitoring relies on a dense ecosystem of data sources generating heterogeneous spatial datasets at high velocity:

- **Satellite Remote Sensing:** High-resolution constellations (such as Sentinel, Landsat, and commercial satellite arrays) deliver continuous multispectral and hyperspectral images of the Earth's surface. These sensor

networks produce petabytes of imagery daily, detailing vegetation health, surface temperature, atmospheric gas compositions, and sea surface topography.

- **IoT and In-Situ Sensor Networks:** Ground-based station networks continuously report localized environmental metrics, including air quality indices ($PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2), soil moisture contents, water salinity, and acoustic biodiversity indicators.

- **Mobile Sensing and Crowdsourced Data:** Spatial data gathered from mobile phones, drone flights, and community science initiatives fill critical resolution gaps in densely populated urban microclimates and remote natural habitats.

The convergence of Geographic Information Systems and Big Data technologies represents a major leap forward in environmental science and resource management. By transforming vast streams of raw, unstructured spatial observations into actionable intelligence, these integrated systems empower scientists, policy makers, and conservationists to address critical environmental issues. As artificial intelligence and computational infrastructure continue to mature, the precision, scale, and predictive accuracy of planetary-scale environmental monitoring will play a central role in protecting global ecosystems.

References:

1. Bolstad, P. (2019). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems (6th ed.). White Bear Lake: Eider Press.
2. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Science and Systems (4th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
3. Cracknell, A. P. (2020). Introduction to Remote Sensing (3rd ed.). London: CRC Press.

© Nazarova Sh., Dovrangeldiyev P., Seidova O., 2026

UDC 004.89:504.06:551.583

Nazarova Sh.

Lecturer

Orazmyradov T.

student

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Gurbanmyradova G.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR FORECASTING ENVIRONMENTAL CHANGES AND CLIMATE RISK ASSESSMENT

Abstract

Climate change poses one of the most severe threats to human society, biodiversity, and global economic stability. Accurate forecasting of environmental transformations and climate-related risks is essential for formulating timely mitigation and adaptation strategies. Traditional deterministic climate models, while robust, often face computational bottlenecks and spatial resolution limitations when simulating high-dimensional non-

linear Earth systems. This article explores the application of machine learning (ML) algorithms—spanning supervised learning, deep learning, ensemble techniques, and spatial temporal networks—in predicting environmental trends and assessing localized climate risks. We examine model architectures such as Long Short-Term Memory (LSTM) networks for time-series meteorological prediction, Convolutional Neural Networks (CNNs) for remote sensing processing, and Random Forests for ecological hazard mapping. Furthermore, we discuss key challenges, including data heterogeneity, explainability, and integration with traditional atmospheric physics models, highlighting future directions for hybrid Earth-system AI models.

Keywords:

machine learning, climate change, risk assessment, environmental forecasting, deep learning, remote sensing, spatial-temporal modeling.

Introduction

The planetary system is undergoing rapid and unprecedented transformations driven by climate change. Intensifying global temperatures, shifting hydrological regimes, rising sea levels, and an increased frequency of extreme weather events present existential challenges to food security, urban infrastructure, and ecosystem integrity. Managing these impacts requires precise, timely, and high-resolution environmental predictions. Historically, climate forecasting has relied on numerical climate models, such as General Circulation Models (GCMs) and Earth System Models (ESMs), which utilize fundamental physical equations governing thermodynamics, fluid dynamics, and atmospheric chemistry. Although these physics-based models remain indispensable for multi-decadal global projections, they require substantial computational resources and frequently struggle with fine-scale, highly localized dynamic assessments.

To bridge this operational gap, data-driven approaches—specifically machine learning (ML)—have emerged as indispensable tools in modern climate science. Machine learning algorithms excel at capturing complex, non-linear relationships across massive, heterogeneous datasets without requiring explicit mathematical descriptions of every underlying physical mechanism. The explosion of Earth observation data, captured via high-resolution satellite imagery, IoT-enabled environmental sensor networks, and historical climate reanalysis datasets, provides an ideal ecosystem for training sophisticated computational models. By identifying subtle patterns within multi-dimensional Earth data, machine learning enhances predictive precision, accelerates processing speeds, and improves local risk mapping.

In conclusion, machine learning algorithms represent a powerful component in the climate risk assessment toolkit. While they do not replace fundamental earth-system physics, their integration into operational forecasting systems improves prediction speed, spatial resolution, and risk identification capabilities. As hybrid physics-informed neural networks mature, the synthesis of data science and Earth sciences will play a central role in strengthening global resilience against environmental hazards.

References:

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. Cambridge: MIT Press.
2. Bonaccorso, G. (2018). Machine Learning Algorithms. Birmingham: Packt Publishing.
3. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. New York: Springer.
4. Железняк, М.Н., & Попов, В.А. (2020). Моделирование климатических рисков и геоэкологический мониторинг. Санкт-Петербург: Наука.
5. Хайкин, С. (2019). Нейронные сети: полный курс. Москва: Вильямс.
6. Сергеев, И. В. (2021). Искусственный интеллект в экологическом прогнозировании. Санкт-Петербург: Политех-Пресс.

© Nazarova Sh., Orazmyradov T., Gurbanmyradova G., 2026

UDC: 791.83:004.93'1:621.38

Toyllyeva O.**Milyayev I.**

Lecturer

Charyyev M.

student

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Durdyyeva O.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

**THE CONVERGENCE OF SPATIAL COMPUTING, OPTICAL MOTION TRACKING, AUTOMATED AUDIO CONTROL,
AND PROJECTION MAPPING IN CONTEMPORARY CIRCUS ARTS TO CREATE
ADAPTIVE, REAL-TIME STAGE ENVIRONMENTS**

Abstract

Contemporary circus arts are undergoing a technological paradigm shift driven by the integration of digital light shows, real-time optical motion capture (MoCap), and automated sound control systems. Traditional circus performances relied heavily on static, pre-programmed visual and auditory cues executed manually by technical crews. Modern productions utilize integrated spatial tracking networks that link an artist's physical telemetry directly to stage architecture, dynamic projection mapping, and spatialized 3D audio engines. This article explores the architectural and technological framework of these synchronized systems, analyzing how dynamic tracking protocols (e.g., BlackTrax, OSC, DMX/Art-Net) process human kinetic motion to trigger instantaneous visual and acoustic responses. Furthermore, it evaluates the impact of real-time responsiveness on performer safety during high-risk acrobatic routines, the dramatic enhancement of audience immersion, and the technical challenges of latency reduction in ultra-fast stage environments. By examining the synthesis of digital arts and kinetic expression, this study highlights how automated show control systems redefine the boundary between live physical performance and interactive multimedia environments.

Keywords:

digital light shows, motion capture, automated sound control, circus tech, spatial audio, show control, real-time projection mapping, interactive stage, telemetry tracking.

Introduction

The modern circus has evolved from a traditional showcase of physical strength, animal training, and stationary theatrical lighting into a high-technology, multisensory discipline where human kinesiology interacts directly with real-time digital software. Historically, the visual and acoustic dynamics of a circus act were strictly deterministic. Lighting designers pre-programmed sequential light cues, sound engineers triggered static audio tracks manually, and performers were obligated to adapt their physical timing to rigid technical sequences. However, high-velocity aerial routines, dynamic acrobatic throws, and improvised clowning naturally exhibit micro-variations in speed, trajectory, and execution. When live human timing deviates from pre-rendered automation, the disconnect between visual graphics, sound effects, and physical movement disrupts theatrical immersion.

To bridge this gap, modern circus productions incorporate a triadic technology framework consisting of digital light projection mapping, high-speed optical motion capture, and spatially automated sound processing engines. At the core of this convergence is optical motion capture (MoCap)—a system utilizing retro-reflective active markers or markerless computer vision arrays installed around the circus arena. These camera rigs stream

real-time spatial coordinate data (x, y, z) of aerialists and acrobats to media servers at sub-millisecond latencies.

Instead of relying on a human spotlight operator to manually track a performer soaring across a 15-meter arena, automated tracking protocols convert spatial coordinates into DMX/Art-Net commands. Dynamic robotic spotlights auto-follow acrobats with mathematical precision, maintaining optimal illumination without blinding the artist during critical, high-risk maneuvers. Concurrently, high-lumen laser projectors use these exact spatial vectors to map dynamic visual graphics directly onto moving bodies, apparatuses (such as aerial silks or Cyr wheels), or the arena floor. The visual scenery actively reacts to the performer's physical momentum, expanding, morphing, or shattering upon impact.

Simultaneously, spatial audio systems utilize this motion data via Open Sound Control (OSC) protocols. Traditional stereo soundscapes are replaced with object-based 3D audio architectures. As an artist swings on a trapeze or vaults through the air, their sound footprint—whether an synthesized acoustic voice, a live instrument layer, or a physical effect—moves dynamically through an array of surround loudspeakers. Automated mixing software adjusts volume, pitch shift, spatial pan, and reverberation in direct proportion to the artist's velocity and height.

This synergy fundamentally shifts the performance dynamic: technology no longer dictates the pace of the act; instead, the acrobat's body becomes the master controller for the entire digital environment. Understanding the design, system integration, and operational safety of these interconnected technologies is essential for modern stage directors, media engineers, and scenographers shaping the future of live spatial entertainment.

References:

1. Huntington, J. (2020). *Show Control: Design and Technology for Live Entertainment*. New York: Focal Press.
2. Cadena, R. (2021). *Automated Lighting: The Art and Science of Moving Light in Theatre, Live Performance, and Events* (3rd ed.). London: Routledge.
3. Menache, A. (2011). *Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games* (2nd ed.). San Francisco: Morgan Kaufmann.

© Toylyyeva O., Milyayev I., Charyyev M., Durdyyeva O., 2026

UDC 004.9:631.15

Yaranov O.

Hajyyeva Z.

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Rejepova G.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL INNOVATIONS IN AGRICULTURE ON THE OCCASION OF THE GLORIOUS 35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE

Abstract

As Turkmenistan marks the glorious 35th anniversary of its Independence, the national economy continues to undergo significant modernizations driven by high technology and digitalization. Agriculture remains a key pillar of national food security, socio-economic resilience, and rural sustainability. This article explores strategic

directions for integrating digital innovations into the agricultural sector. It highlights advanced technologies such as precision farming, Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT) sensors, automated irrigation systems, and satellite remote sensing. By detailing the role of digital transformation in optimizing crop yields, conserving water resources, and improving resource efficiency, this work outlines a roadmap for achieving sustainable agrarian development aligned with state initiatives and modern technological standards.

Keywords:

digital agriculture, precision farming, internet of things, remote sensing, smart irrigation, agricultural economics, sustainable development.

Introduction The landmark occasion of the glorious 35th anniversary of Independence serves as an opportune moment to reflect on key structural transformations and outline futuristic strategies for the national economy. Over the past three and a half decades, the agrarian sector has served as a foundational driver of national self-sufficiency, public welfare, and rural prosperity. In the contemporary era, the global agricultural landscape faces a dual challenge: fulfilling growing food demands while navigating resource constraints, climate variability, and soil degradation. To address these multi-faceted challenges, the integration of digital innovations into farm management and agricultural supply chains has transitioned from an advantageous option to an absolute imperative.

Digitalization in agriculture, often referred to as Smart Agriculture or Agriculture 4.0, represents the synthesis of traditional agronomy with cutting-edge information and communication technologies. The deployment of the Internet of Things (IoT) allows for real-time monitoring of microclimates, soil moisture levels, and nutrient dynamics. Wireless sensor networks embedded across fields stream actionable data directly to farmers and agricultural managers, enabling precise decision-making that optimizes fertilizer usage and minimizes waste. Concurrently, satellite remote sensing and Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) provide macro-level spatial intelligence, detecting crop stress, pest infestations, and vegetation indices (such as NDVI) long before visible symptoms appear to the naked eye.

Water resource management constitutes another vital frontier for digital innovation, particularly in arid and semi-arid zones. Smart irrigation systems, guided by telemetry and automated control valves, adjust water delivery according to dynamic evapotranspiration rates and soil profile requirements. This precision reduces water losses significantly and prevents soil salinity buildup, safeguarding the long-term fertility of irrigated lands. Furthermore, the application of Artificial Intelligence and Machine Learning algorithms on farm data supports predictive modeling, assisting producers in optimizing harvesting schedules, yield forecasting, and market distribution strategies.

The success of digital agricultural innovation relies not only on technology deployment but also on building robust infrastructure, institutional frameworks, and human capital. Expanding high-speed rural connectivity, developing localized agricultural software, and offering targeted training programs for farmers are critical steps to foster digital literacy across the agrarian workforce. As the nation celebrates 35 years of sovereignty, accelerating digital adoption in agriculture will strengthen national food security, drive ecological sustainability, and position the agrarian sector as a competitive engine of the modern digital economy.

References:

1. Ivanov, V. P., & Sidorov, A. M. Digital Technologies in Modern Agriculture and Precision Farming. 2020, Saint Petersburg.
2. Smith, R. J. Smart Farming: IoT, Big Data, and Sensor Networks in Agriculture. 2021, London.
3. Petrov, K. L. Automation and Robotics in the Agro-Industrial Complex. 2022, Moscow.
4. Garcia, M. A., & Patel, N. Remote Sensing and GIS for Sustainable Crop Management. 2023, New York.

© Yaranov O., Hajyyeva Z., Rejepova G., 2026

UDC 004.9:621.31-52

Yazyyev K.

Lecturer

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Akmyradova A.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE: THE ROLE OF THE DIGITAL SYSTEM IN AUTOMATING INDUSTRIAL SECTORS

Abstract

This article examines the transformative impact of digital systems and automation technologies across modern industrial sectors, highlighting their strategic significance in celebrating the 35th anniversary of national independence. By integrating advanced digital frameworks—such as the Industrial Internet of Things (IIoT), artificial intelligence, and real-time supervisory control systems—nations establish robust, self-reliant economic foundations. The paper explores the key mechanisms driving the digital transition in manufacturing, energy, and resource management, analyzing how end-to-end automation optimizes operational efficiency, reduces resource losses, and fosters sustainable economic growth. Furthermore, the role of national state programs in developing digital infrastructure is discussed, illustrating how technological sovereignty serves as a primary pillar for modernizing core industrial assets and enhancing long-term global competitiveness.

Keywords:

digital economy, industrial automation, technological independence, industrial internet of things, smart manufacturing, process control systems, digital transformation.

Introduction

The celebration of the 35th anniversary of state independence serves as a momentous milestone to evaluate structural economic achievements, industrial maturity, and national technological self-reliance. Over the past three and a half decades, the global economic paradigm has undergone a fundamental shift from traditional, resource-heavy manufacturing models toward dynamic, data-driven digital economies. In this modern era, true sovereignty is no longer measured solely by territorial integrity or physical resource endowments; it is equally defined by technological independence and the capability to implement advanced digital systems across vital infrastructure. As countries mark thirty-five years of independent development, the digital transformation of core industrial sectors—including energy, heavy manufacturing, processing, and public utilities—stands out as both a primary driver of sustainable growth and a baseline prerequisite for national security.

The automation of industrial sectors represents far more than a simple upgrade of physical machinery or the introduction of computerized interfaces. It constitutes a comprehensive digital overhaul that links physical operations directly with intelligent software frameworks. At the heart of this evolution is the transition from localized, isolated control systems to fully integrated digital ecosystems powered by the Industrial Internet of Things (IIoT), cloud analytics, edge computing, and artificial intelligence algorithms. By embedding smart sensor networks and automated actuators deep within industrial workflows, enterprises gain real-time visibility into complex operational parameters. This granular level of oversight allows facilities to transition from reactive maintenance models to predictive maintenance protocols, thereby preventing catastrophic equipment failures, drastically reducing unplanned downtime, and extending the operational lifecycle of critical assets.

Furthermore, digital automation acts as a powerful catalyst for resource optimization and environmental

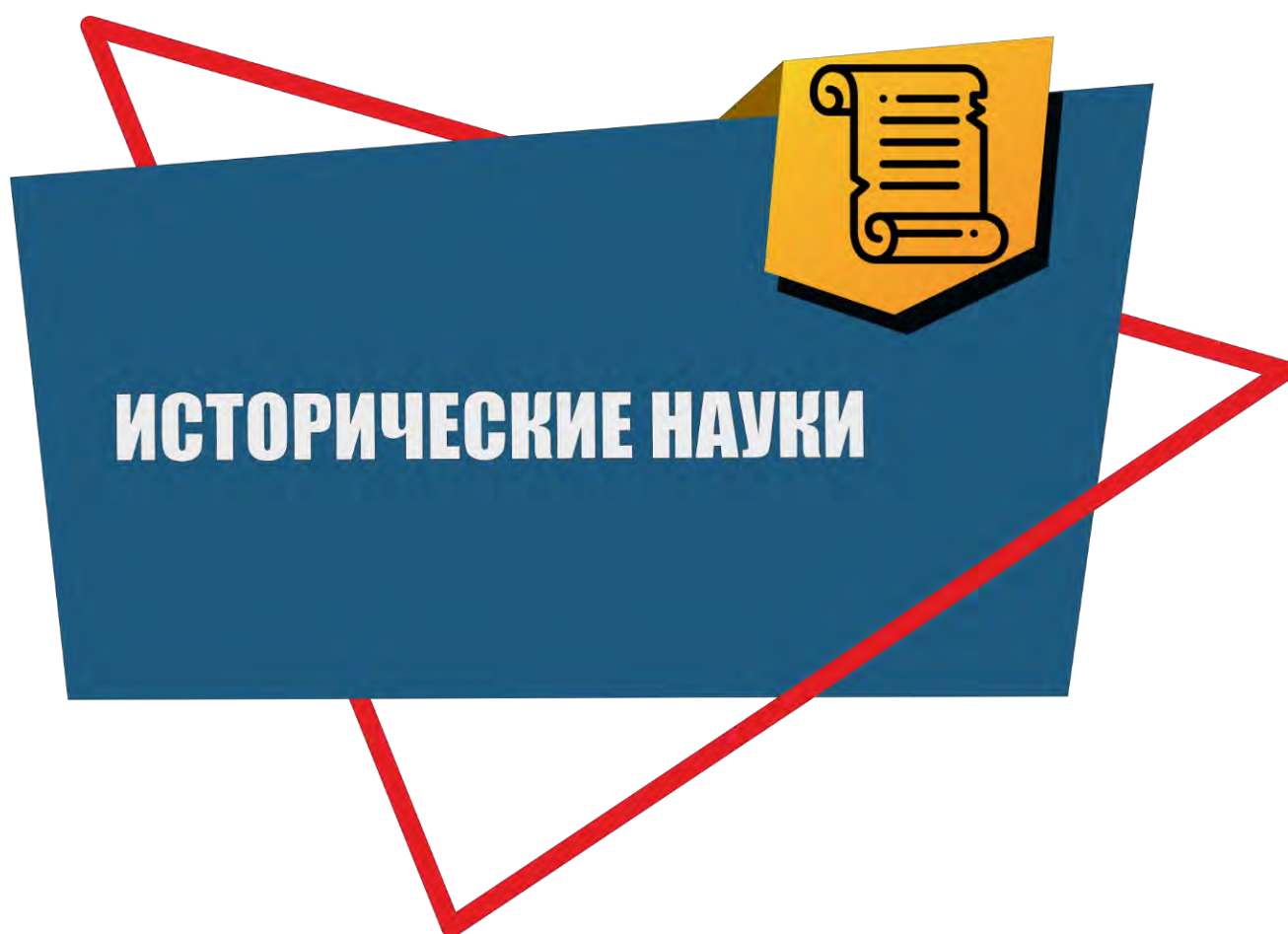
sustainability—two goals that are increasingly vital for modern industrial strategy. Advanced supervisory control and data acquisition (SCADA) systems, combined with distributed control architectures, permit precise monitoring of raw material usage, energy consumption, and emissions levels. In heavy industries such as metallurgy, chemical processing, and oil refining, automating thermal regimes and chemical reactions reduces input waste and guarantees consistent product quality. Beyond individual shop floors, digital supply chain management platform match production yields directly to market demands in real time, preventing overproduction and logistical bottlenecks. Thus, digital systems serve a dual function: they safeguard domestic market stability while sharpening the competitive edge of national exports on the international stage.

As nations reflect on 35 years of independent governance, the systematic digitalization of industry underscores the vital interplay between state policy and technological execution. National digital transformation strategies provide the necessary legal frameworks, telecommunications infrastructure, and educational initiatives to nurture a specialized workforce skilled in robotics, data science, and cybersecurity. Building domestic expertise in industrial automation ensures that critical control systems remain resilient against external cyber threats and geopolitical disruptions. Ultimately, the progressive integration of digital systems into the industrial framework represents a lasting legacy of the independence era—transforming legacy production facilities into flexible, highly efficient, and modern economic engines equipped to handle the demands of the twenty-first century.

References:

1. Andrews, M. V. (2018). *Industrial Automation and Digital Transformation Strategies*. London: Academic Press.
2. Belov, S. A., & Petrov, K. I. (2020). *Digital Systems in Modern Agriculture and Industry*. Sankt-Peterburg: Nauka Press.
3. Chen, H., & Zhang, L. (2021). *Smart Manufacturing: Industrial Internet of Things and SCADA Applications*. New York: Springer.

© Yazyyev K., Akmyradova A., 2026



UDC 336

Галимзянова Л.Р.

к. и. н., доцент, Заведующий кафедрой всемирного культурного наследия
Института международных отношений, истории и востоковедения
Казанского федерального университета, г. Казань РФ

Килькеев Р.Р.

Аспирант 1 курса
направления Теория и история культуры, искусств К(П)ФУ, г. Казань РФ

Овчинникова А.И.

студент магистратуры направления международный туризм, г. Казань РФ

ОТ БУМАЖНОГО ПУТЕВОДИТЕЛЯ К ЦИФРОВИЗАЦИИ: ЭВОЛЮЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ИСТОРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ТУРИСТАМ В XX–XXI ВЕКАХ

Аннотация

Туристский путеводитель – это не просто справочник, а ключевой элемент туристической индустрии и одновременно часть нашей печатной культуры. По сути, это особый способ коммуникации: через путеводитель территория «рассказывает» о себе, а читатель получает ориентиры для знакомства с новым местом. Если посмотреть на путеводитель с исторической точки зрения, он всегда был главным источником информации для путешественника. Сегодня его роль не исчезла, но заметно трансформировалась: теперь он должен соответствовать более гибким и разнообразным запросам аудитории. Путешественники ищут не просто список достопримечательностей, а решения под свои задачи — от быстрых подсказок до глубоких культурных контекстов. Многообразие подходов к классификации путеводителей позволяет точнее подбирать нужный инструмент под конкретную задачу. Интересно, что один и тот же путеводитель может выполнять сразу несколько ролей - и это делает его универсальным продуктом. Он способен быть моделью территории, справочником объектов, навигатором, продуктом туристической индустрии. Жанровые особенности путеводителя тоже важны: стиль, структура, тон подачи и даже оформление влияют на то, насколько удобно и приятно им пользоваться. В одних случаях уместна сухая справка, в других — яркие истории и личные рекомендации. В перспективе изучение путеводителей открывает много направлений для исследований: как меняется восприятие информации в зависимости от формата, как цифровые технологии влияют на структуру и содержание, как сохранить баланс между удобством и глубиной. Это не только вопрос профессиональной туристской литературы, но и отражение того, как мы вообще учимся узнавать новые места и строить маршруты в современном мире.

Ключевые слова:

путеводитель, история, турист, цифровые технологии, мобильные приложения, аудиогиды.

Galimzyanova L.R.

Cand. Sc. (History), Associate Professor,
Head of the Department of World Cultural Heritage, Institute of International Relations, History and
Oriental Studies, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

Kilkeev R.R.

1st-year postgraduate student
of the programme "Theory and History of Culture and Arts", Kazan (Volga Region) Federal University
Kazan, Russian Federation

Ovchinnikova A.I.

2nd-year master's student
of the programme "International Tourism", Kazan (Volga Region) Federal University
Kazan, Russian Federation

FROM A PAPER GUIDEBOOK TO DIGITALISATION: THE EVOLUTION OF WAYS OF TRANSMITTING HISTORICAL INFORMATION TO TOURISTS IN THE 20TH–21ST CENTURIES

Annotation

A tourist guidebook is not merely a reference book but a key element of the tourism industry and, at the same time, part of our print culture. Essentially, it is a special mode of communication: through a guidebook, a territory "narrates" itself, while the reader receives guidelines for exploring a new place. Viewed from a historical perspective, the guidebook has always been the primary source of information for a traveller. Today its role has not disappeared but has noticeably transformed: it must now meet more flexible and diverse demands of the audience. Travellers seek not just a list of attractions but solutions tailored to their needs — from quick tips to deep cultural contexts. The diversity of approaches to classifying guidebooks makes it possible to select the right tool for a specific task more precisely. Interestingly, one and the same guidebook can perform several roles at once — and this makes it a universal product. It is capable of being a model of a territory, a reference of objects, a navigator, and a product of the tourism industry. The genre characteristics of a guidebook are also important: the style, structure, tone of presentation, and even design influence how convenient and pleasant it is to use. In some cases, a dry reference is appropriate; in others, vivid stories and personal recommendations. In perspective, the study of guidebooks opens up many directions for research: how the perception of information changes depending on the format, how digital technologies affect structure and content, and how to maintain a balance between convenience and depth. This is not only a matter of professional tourism literature but also a reflection of how we generally learn to discover new places and build routes in the modern world.

Keywords:

guidebook, history, tourist, digital technologies, mobile applications, audio guides.

С самых ранних этапов истории туризма, ещё с античных времён, у каждого путешественника была важная потребность - иметь под рукой нужные сведения. Речь шла не только о данных про места, которые планировалось посетить, но и о практических деталях пребывания там, а ещё - о чём-то, что можно увезти с собой как воспоминание о поездке. Именно эти запросы и дали старт целой индустрии: стали появляться путеводители, справочники, карты и атласы - самые разные по стилю, содержанию и назначению.

История становления этой отрасли по-своему не менее увлекательна, чем общая история туризма и гостеприимства. Ассортимент путеводителей со временем становился всё богаче: появились издания для массового туриста и для узких категорий путешественников, для разных видов туризма, для гостей отелей, тематические и городские гиды, музейные справочники. Вспомним и культовый «Красный гид Michelin» для ценителей высокой кухни. Путеводители бывают самыми разными: объёмными и лаконичными, красочно оформленными или почти полностью текстовыми с редкими чёрно-белыми иллюстрациями — от миниатюрных карманных книжек до изданий, напоминающих всеобъемлющую энциклопедию.

Сегодня, в эпоху цифровых технологий и онлайн-сервисов, закономерно возникают вопросы: остаются ли такие справочники востребованными, есть ли у них своя аудитория, почему одни издатели успешно развиваются, а другие уходят с рынка? Сфера информационно-справочного обеспечения туризма и гостеприимства сейчас — это крупный самостоятельный сегмент отрасли со своими правилами, механизмами конкуренции, логистикой и ориентирами. Чтобы эффективно работать в этой области, важно понимать, как она формировалась, какие исторические факторы на неё повлияли.

В дореволюционной России путеводители представляли собой печатные издания, в которых практическая информация органично сочеталась с познавательным контентом. Их называли «бедекер» в честь создателя путеводителя. Они были созданы целенаправленно для трансляции образов пространства, отвечал на запросы нового потребителя территории. Идея путеводителя была скопирована у запада, но по близким канонам русской культуры. В целом путеводители изначально были созданы чтобы описывать туристическое пространство, которые было сформированным культурой для новых масс

досуговой практики. Однако русского туриста было сложно увлечь такими диковинами, и авторы таких «бедекеров» часто придумывали свои истории или убирали из верного текста, что, по их мнению, будет не интересно их читателю. Любой ценой увлекали начинающего туриста.

В начале XX века начали происходить изменения в путеводителях: сокращались приукрашенные тексты и обрели кратность и целенаправленность на человека русской культуры и православия. [1] В целом путешественники могли получить сведения о том где находятся объекты, маршрут, информацию о гостиницах и другой необходимой информацией для поездки, одновременно знакомясь с историей и достопримечательностями города и в целом гуманитарную информацию о месте пребывания.

Характерным примером такого издания является «Вся Москва на ладонке» (рис.1) 1857 года «Карманная книжка, служащая путеводством и справками для любознательных, особенно для приезжающих в столицу». Появление таких компактных изданий говорит о развитии представления о путеводителе как о практическом спутнике путешественника. В таких книжках было буквально все: от информации о достопримечательности и ресторанах, до информации где найти маскарадные костюмы. [2, 3]

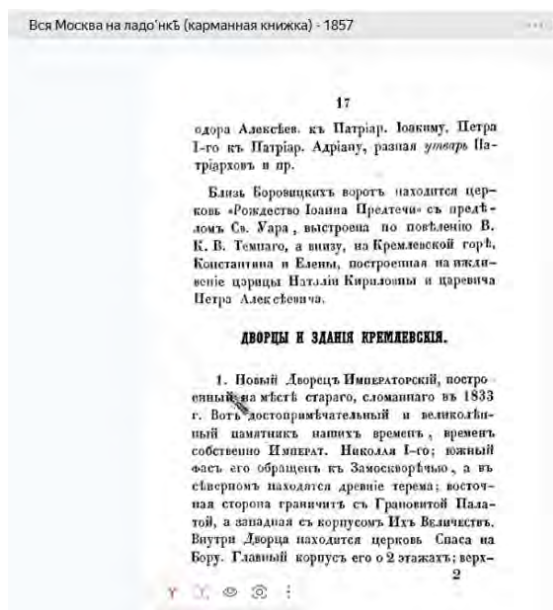


Рисунок 1 –«Вся Москва на ладонке» 1857 года [3]

Позже появляется «Путеводитель по Москве с ее древними и современными достопримечательностями и окрестностями» 1905, в котором в отличие от предыдущего издания имеет иллюстрирование. [4] В целом последующие издания увеличили количество картографического и иллюстрационного материала. Важно отметить, что в дореволюционный период исторические сведения туристу передавались в 3х формах: текст, карты и изображения. Путеводитель не был просто набором нейтрального перечня фактов. Объекты избирались изданиями в зависимости от цели издания. Поэтому путеводитель выполнял справочную, познавательную и культурно просветительскую деятельность. После революции туризм претерпел множество изменений. Если сравнивать дореволюционный и советский туризм, но можно заметить разницу в ЦА. До революции были богатые и средний класс, после революции появился массовый туризм. Путеводители уже из индивидуальности перешли на более широкую аудиторию.

К показательному примеру можно отнести «Справочник-путеводитель отпускника: Волга, Крым, Кавказ» 1933 года справочник содержит информацию о трех популярных туристических направлениях: по Волге, Крыму и Кавказу. Сочетание справочной и путеводительной информации демонстрирует практическую направленность издания. [5]

Во второй половине XX века советская литература получила дальнейшее развитие. В путеводителях

использовались фотографии, карты, схемы маршрутов и краткие исторические справки. Одним из примеров таких путеводителей является «Моя родина- СССР». Он содержит 4 главных раздела: «Памятные Ленинские места», «Ордена Родины на знаменах комсомола», «Отчизны верные сыны», «По городам памятникам». Такие путеводители помогали организаторам школьных и студенческих поездок и служили пособием для преподавателей и экскурсоводов. [6]

В советский период произошел переход из описательной модели к более структурной, в которой исторические сведения включались в определённый маршрут и тем самым предлагали посетить туристам. Выбор объектов и формулировка характеристик зависели от контекста эпохи. Поэтому путеводители в советское время были не просто средством туристической навигации, но и механизмом формирования определенного представления об историческом пространстве страны.

Основной принцип, что у дореволюционного и советского путеводителя в следующем: турист получает заранее подготовленную информацию в печатном виде и самостоятельно посещает объект. А тенденция изменения путеводителя выглядит так: во-первых: расширилась аудитория туристской литературы, т.е. от индивидуальности и самостоятельности к массовости и определенному маршруту. Во-вторых, увеличение количества визуальных материалов, от рисунков, схем и маршрутов, до фотографий и карт. В-третьих, историческая информация, стала теснее связана с организацией туристического маршрута как пример: «Памятные Ленинские места».

Важный этап развития путеводителей связан с изменением информационного пространства и эволюции передачи сведений. Этот период характеризуется переходом от печатного материала к цифровой среде. Особенно с распространением смартфонов в 2010-х. Сначала появились электронные версии, которые поначалу просто копировали бумажные, но потом обросли поиском, ссылками, обновляемыми данными. Дальше уже отдельные форматы: мобильные приложения и аудиогиды (izi.TRAVEL, гиды при музеях), интерактивные карты, а в последние годы исторические подкасты про конкретные города и памятники. Турист перестал зависеть от одной книги. Теперь он собирает информацию на ходу, из нескольких источников, и часто прямо у объекта достает телефон, чтобы уточнить, что перед ним.

Но поменялся не только носитель поменялась сама подача. Печатный текст предполагает чтение и определенную дистанцию между автором и читателем. Аудио, и особенно подкаст, эту дистанцию сокращает: историю рассказывают голосом, с интонацией, иногда в формате разговора двух ведущих или короткого сюжета. Слушать такое многим проще и интереснее, чем вычитывать сухую справку. По сути произошел сдвиг от чтения к слушанию, и мне он кажется одной из самых показательных черт всей этой эволюции - история превратилась в то, что рассказывают, а не только в то, что напечатано.

При этом старый бумажный путеводитель по-прежнему берут в дорогу хотя бы потому, что риск внезапного отключения питания исключен и не требует связи, а еще становится приятным памятным сувениром. Цифровые же форматы дали то, чего у книги не было: обновление данных, персональные маршруты, выбор языка, разную глубину рассказа, интерактивность. То есть речь не про замену одного другим, а про то, что вся система передачи исторической информации стала сложнее и шире.

Заключение

Если обобщить, развитие шло через накопление возможностей. Путеводитель отвечал за структуру и полноту, приложение добавило мобильность и обновляемость, подкаст сделал ставку на эмоцию и рассказ. Вместе с этим изменился и сам турист, он стал самостоятельнее, сам решает, где, как и сколько исторических сведений ему получить. И это вполне логичный итог цифровизации, которая затронула туризм ровно так же, как и другие сферы культуры. Эволюция российских путеводителей показывает, что изменение способов передачи исторической информации происходит постепенно. При этом развитие путеводителя нельзя рассматривать исключительно как изменение его материального носителя. Одновременно трансформировалась сама модель взаимодействия туриста с исторической информацией:

от чтения описания объекта к восприятию в составе туристического маршрута и в конце концов к имерсивной цифровизации.

Список использованной литературы:

1. И. И. Рутинская путеводитель как феномен массовой культуры <https://cyberleninka.ru/article/n/i-i-rutinskaya-putevoditel-kak-fenomen-massovoy-kultury/viewer>
2. Истории вещей: что можно найти в карманных путеводителях по Москве XIX и XX веков / Новости города / Сайт Москвы <https://www.mos.ru/news/item/42958073/>
3. Вся Москва на ладо'нкъ (карманная книжка) – 1857 <https://djvu.online/file/q1vVdT0fHYfXI>
4. Путеводитель по Москве с ее древними и современными достопримечательностями и окрестностями (1905) [000199_000009_003729923] https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003729923/?ysclid=mu4w5qqytm134366593
5. Справочник-путеводитель отпускника. Волга. Крым. Кавказ (1934) — книга автора И. И. Феденко | НЭБ [000200_000018_rc_2711597] https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_2711597/?ysclid=mu6q8gvdm6937576248
6. Владимир Галчиц. Моя родина СССР. Книга СССР, историческая литература — купить в интернет-магазине Магазин СССР в Орле на УВМ на Яндекс Маркете https://market.yandex.ru/card/vladimir-galchits-moya-rodina-sssr-kniga-sssr-istoricheskaya-literatura/6158948424?do-waremd5=IQpdvegrs22c3KsmC3_bzA&ysclid=mu6qdiya697262339

© Галимзянова Л.Р., Овчинникова А.И., Килькеев Р., 2026

UDC 94(575.4): 321.01

Hommadova G.

Nuryyeva A.

lecturer

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

GLORIOUS 35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE: PRINCIPLES OF NATIONAL STATEHOOD AND ACHIEVEMENTS

Abstract

This article examines the core principles of national statehood, political stability, and socio-economic achievements of modern Turkmenistan as it approaches the milestone of its 35th anniversary of independence. The study analyzes the historical trajectory of national sovereignty, highlighting the dynamic interplay between deep-rooted traditions and modern political institutions. Special emphasis is placed on the legal and philosophical foundations of the nation's permanent neutrality status, economic diversification strategies, large-scale infrastructure projects, and the implementation of futuristic urban development projects such as Arkadag City. The paper concludes that Turkmenistan's model of statehood successfully balances national heritage with innovative international cooperation, securing its place as a stable, prosperous actor on the global stage.

Keywords:

Turkmenistan, independence, national statehood, permanent neutrality, socio-economic development, arkadag city, foreign policy, sovereignty

Introduction

The celebration of the 35th anniversary of independence marks a defining historical epoch for Turkmenistan, symbolizing the maturation of its national statehood, socio-economic self-reliance, and international prestige. Since acquiring sovereignty, Turkmenistan has navigated a transformative path from a resource-dependent post-Soviet territory to a modern, self-sustaining nation-state governed by the principles of stability, peace, and sustainable development. The historical imperative of independence provided the nation with an unprecedented opportunity to revive its rich heritage, institutionalize traditional Turkmen governance values, and construct a socio-political architecture tailored specifically to the needs and aspirations of its people. Central to this evolutionary journey has been the strategic establishment of robust constitutional foundations, continuous institutional modernization, and a unwavering commitment to human-centric state policies.

At the heart of Turkmenistan's sovereign identity lies its constitutional commitment to permanent neutrality, a status recognized and reaffirmed by multiple United Nations General Assembly resolutions. This unique diplomatic paradigm has served not merely as a foreign policy tool, but as a foundational pillar of national statehood. It has enabled Turkmenistan to maintain constructive, balanced relations with global powers, foster regional stability across Central Asia, and position itself as an international hub for peaceful dialogue and mediation. Domestically, the philosophy of "The State is for Human Being!" has guided public investments toward public health, advanced education, social welfare, and comprehensive digital transformation, ensuring that the fruits of national sovereignty directly enhance the quality of life for all citizens.

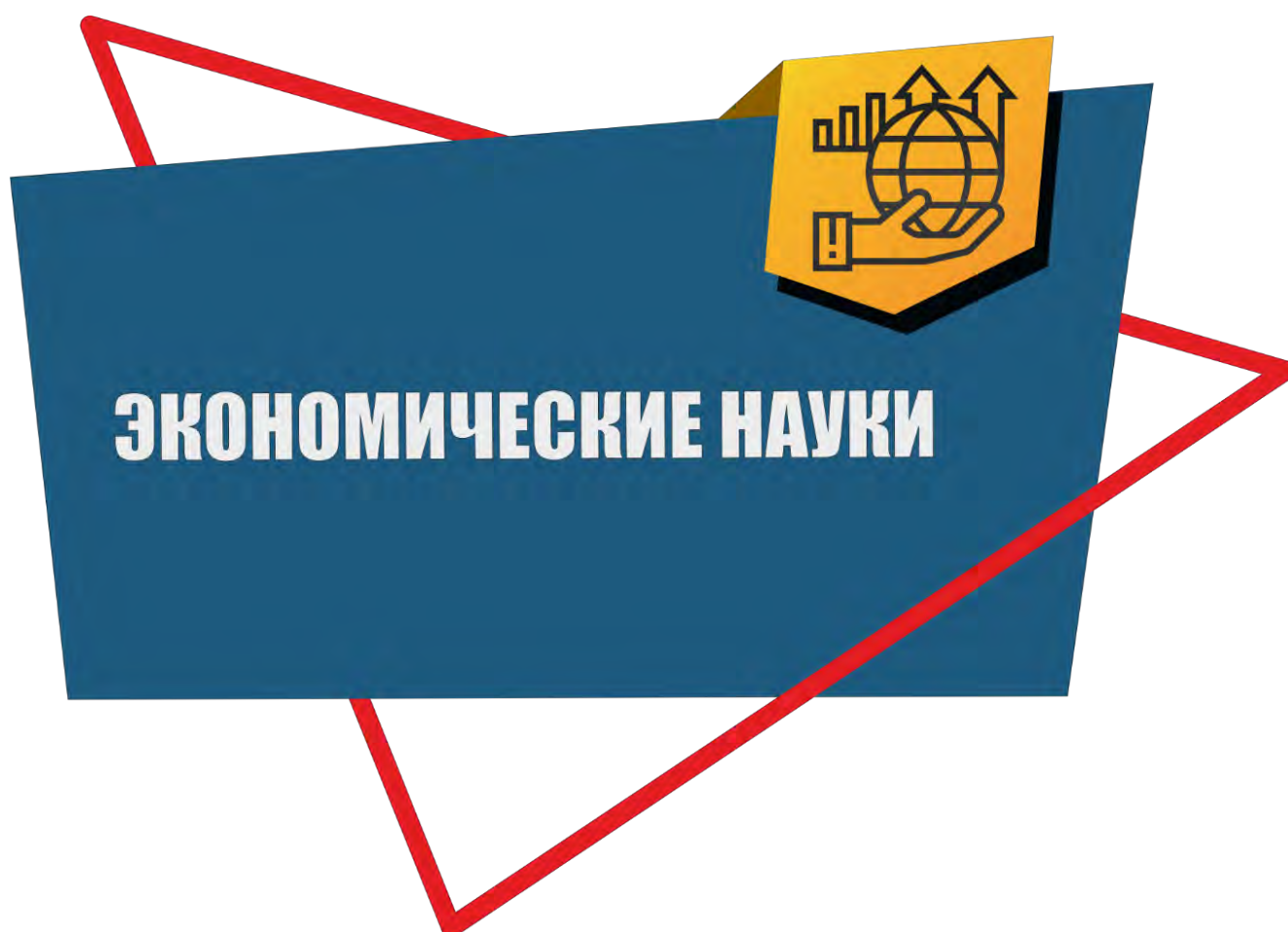
Economically, the past three and a half decades have witnessed a dramatic structural reallocation of the national economy. Moving beyond raw material extraction, Turkmenistan has strategically invested in high-value processing industries, petrochemical production, power generation, and advanced transport-logistics networks. Major infrastructure undertakings—such as international transit corridors, modern seaports, and cross-border energy pipelines—have transformed the nation into a vital crossroad of Eurasian connectivity. Simultaneously, urban construction and regional development programs have redefined the socio-spatial landscape of the country, epitomized by the creation of Arkadag City, a smart, ecologically sustainable urban center that demonstrates the integration of digital technology, green architecture, and national identity.

Looking forward, the 35th anniversary of independence serves both as a moment of national pride and an analytical vantage point to assess the future trajectory of Turkmen statehood. As global geopolitical and economic dynamics continue to shift, Turkmenistan's proven principles of sovereign neutrality, economic resilience, and historical continuity provide a resilient framework for future progress. Understanding this journey requires an examination of the legal-institutional mechanics, economic achievements, and international initiatives that collectively define modern Turkmen statehood on its glorious milestone.

References:

1. Berdimuhamedov, G. Turkmenistan on the Way to Achieving the Sustainable Development Goals. 2018. Ashgabat: Turkmen State Publishing Service.
2. Berdimuhamedov, S. Youth – the Wing of the Motherland. 2023. Ashgabat: Turkmen State Publishing Service.
3. Zhiltsov, S. S. Central Asia: Political and Socio-Economic Transformations. 2021. Moscow: Aspects Press.

© Hommadova G., Nuryyeva A., 2026



UDC 338.2:004(575.4)

Amandurdyev G.

Lecturer

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Hydyrmuhammedova O.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

**DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY IN INDEPENDENT TURKMENISTAN
AND ITS ROLE IN PUBLIC ADMINISTRATION****Abstract**

This article examines the strategic implementation of the digital economy in independent Turkmenistan and its transformative impact on the public administration sector. Driven by national development agendas such as the "Concept for the Development of the Digital Economy in Turkmenistan for 2019–2025," the country is systematically modernizing its governance infrastructure, industrial sectors, and public services. The study explores key components of state-led digitalization, including the integration of electronic government (e-government) portals, electronic document management systems (EDMS), and secure cloud infrastructure. Furthermore, it highlights the administrative efficiency, transparency, and data-driven decision-making achieved through digital platforms. By transitioning from traditional bureaucratic models to agile, ICT-based frameworks, Turkmenistan enhances its administrative capacity while facilitating sustainable socio-economic growth and regional integration.

Keywords:

digital economy, public administration, turkmenistan, e-government, electronic document management, information and communication technology, governance modernization.

Introduction

In the modern era, the rapid evolution of Information and Communication Technologies (ICT) has fundamentally reshaped global economic structures and administrative frameworks. For sovereign states aiming to enhance their national competitiveness, the transition toward a digital economy is no longer merely an option, but a strategic necessity. In independent Turkmenistan, the systematic adoption of digital technologies serves as a foundational pillar of comprehensive national modernization. Recognized as a critical catalyst for sustainable socio-economic development, the digital economy plays a transformative role in streamlining public administration, improving business environments, and optimizing public service delivery across all administrative tiers.

The political and legal foundations of Turkmenistan's digital transformation are anchored in long-term state programs, most notably the "Concept for the Development of the Digital Economy in Turkmenistan for 2019–2025." This strategy outlines a phased blueprint designed to modernize industrial infrastructure, foster innovation, reduce administrative overhead, and bridge the digital divide between urban and regional areas. A major objective within this framework is the complete modernization of public administration. Traditional bureaucratic systems, characterized by paper-heavy procedures and prolonged processing cycles, are systematically being replaced by integrated electronic government (e-government) architectures, secure cloud storage facilities, and automated administrative workflows.

The integration of digital platforms into public administration has yielded structural advantages across state institutions. Central to this evolution is the implementation of unified Electronic Document Management Systems (EDMS), which standardize inter-departmental communication, accelerate decision-making, and

significantly enhance operational transparency. State agencies now utilize centralized data centers to process public requests, manage regulatory registers, and collect statistical indicators in real time. Moreover, digital tools have transformed the interface between citizens and the state. Through centralized state service portals, citizens and commercial entities can access administrative permissions, tax filings, licensing services, and civic records digitally, reducing bureaucratic friction and operational costs.

Financially and industrially, digitalization underpins the optimization of Turkmenistan's core economic sectors, including energy, agriculture, logistics, and banking. Modern public administration leverages digital analytics to monitor state-funded projects, regulate trade flows, and manage national resource allocation with higher precision. Cybersecurity and data sovereignty also form a critical component of Turkmenistan's digital agenda, ensuring that public databases and municipal infrastructure remain resilient against external vulnerabilities. As the nation advances its digital footprint, the synthesis of digital economic strategies with public administrative reform continues to strengthen institutional efficiency, reinforce national sovereignty, and position Turkmenistan as an active participant in the regional digital landscape.

References:

1. Berdimuhamedov, G.M. Economic Strategy of Turkmenistan: Development Based on Innovations and Digitalization. 2019. Ashgabat: Turkmen State Publishing Service.
2. Kuliyeve, A.B., & Saparov, M.T. Fundamentals of the Digital Economy and Information Systems. 2021. Ashgabat: Ylym Publishing House.
3. Petrov, V. I. E-Government and Public Administration Transformation in Central Asia. 2020. Saint Petersburg: Nauka.

© Amandurdyev G., Hydyrmuhammedova O., 2026

УДК 33

Balakov Abdulla,

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

INNOVATING PEDAGOGICAL FRAMEWORKS FOR ENTREPRENEURIAL LEADERSHIP AND ENTERPRISE DEVELOPMENT

Abstract

The rapid transformation of the global economic landscape and the increasing volatility of modern commercial markets necessitate a fundamental structural overhaul of educational systems, urging a decisive shift from conventional passive instruction toward dynamic models of pedagogical innovation and entrepreneurial empowerment. This comprehensive article explores the theoretical foundations, institutional frameworks, and practical classroom methodologies required to seamlessly embed business acumen, risk-mitigation strategies, and innovative problem-solving directly into academic curricula across diverse educational disciplines. By redesigning traditional learning environments to function as active incubators for real-world commercial enterprises, modern educators equip students with the critical thinking, financial literacy, and visionary leadership capabilities necessary to transition from conventional job seekers to proactive business founders. The proposed academic framework demonstrates how strategic curricular modernization actively fosters regional economic resilience, enhances practical skill acquisition, and drives sustainable, long-term prosperity in contemporary societies worldwide.

Keywords:

pedagogy, entrepreneurship education, educational innovation, commercial acumen, curriculum development, business management, economic resilience.

Introduction

The contemporary professional and economic landscape operates within an exceptionally complex, highly competitive, and technologically driven global marketplace that stands in sharp contrast to the traditional methods historically taught in schools and universities. For decades, formal education remained strictly focused on theoretical knowledge transmission and specialized disciplinary mastery, frequently neglecting the vital commercial, financial, and strategic competencies essential for navigating modern market fluctuations and entrepreneurial ventures. However, achieving sustainable economic development in the twenty-first century requires graduates to act as proactive innovators capable of managing intricate business operations, leveraging digital e-commerce channels, and identifying lucrative commercial niches. Consequently, modern pedagogical science must enact a paradigm shift by systematically fusing educational theory with enterprise creation. This vital integration equips learners with the economic literacy, adaptability, and forward-thinking leadership capabilities necessary to transform academic knowledge into scalable, highly innovative business ventures that stimulate vibrant regional and global economic growth.

Main Part

The successful realization of an entrepreneurial curriculum demands a comprehensive redesign of the educational environment, replacing passive lecture-based instruction with immersive, project-based enterprise creation and experiential learning methodologies. In this modernized framework, educators function as mentors and facilitators of innovation who guide students through the complete lifecycle of a commercial venture—from initial market viability assessments and sustainable resource allocation to detailed financial forecasting and strategic risk management under volatile market conditions. Learners are actively encouraged to evaluate their local and digital ecosystems for untapped commercial opportunities, such as tech startups, consultancy services, value-added product design, or community-driven enterprise initiatives, and construct rigorous, actionable business plans around their findings. By treating academic training grounds as active micro-incubators of enterprise, educational institutions cultivate proactive problem-solving abilities, shifting the student mindset from dependent job seekers to independent, innovative business leaders.

Furthermore, the accelerated digitalization of the global economy necessitates that contemporary pedagogical strategies fully embrace technological entrepreneurship and data-driven management practices. Modern commercial enterprises rely heavily on digital transformation tools, automated financial tracking systems, data analytics, and direct-to-consumer digital marketing platforms to optimize operations and maximize market reach. Integrating these advanced technological tools into academic curricula enables students to master digital supply chain management, advanced consumer behavior analytics, and digital brand positioning. Learners engage directly with modern e-commerce ecosystems, discovering how to leverage online platforms to reach international audiences, reduce operational overhead costs, and enhance overall organizational efficiency through smart software applications. This technological fluency ensures that professional education remains profoundly relevant, attractive to tech-savvy younger generations, and tightly synchronized with the demands of a high-tech global market.

In addition to economic and technological proficiencies, embedding entrepreneurship into educational pedagogy profoundly impacts community leadership, social responsibility, and cooperative economic development. Modern business education emphasizes collective enterprise, ethical leadership, and regional value-chain integration, teaching students how to build robust collaborative networks that elevate entire communities rather than isolated individual ventures. When young professionals are trained to foster community-centric innovations, such as social entrepreneurship models, shared business incubators, and sustainable resource-conservation frameworks, they actively combat economic stagnation and generate diversified, high-value local employment opportunities. This holistic educational approach ensures that academic

institutions serve as powerful, transformative engines for both personal economic empowerment and long-term regional sustainability.

Conclusion

The convergence of pedagogical science, entrepreneurial training, and modern curriculum design offers an indispensable pathway for addressing the intricate economic and social challenges confronting contemporary societies. By systematically embedding business management principles, digital technology literacy, and market-oriented strategies into educational frameworks, institutions can cultivate a new generation of resilient, economically proactive, and innovative leaders. This multidimensional approach successfully dissolves the historical boundaries between academic theory and commercial execution, ensuring that professional training remains deeply relevant, adaptable, and fully responsive to the fluctuating demands of the global marketplace.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated, long-term commitment from institutional leaders, policymakers, and curriculum developers. Future initiatives must prioritize the expansion of practical business incubators, the continuous professional development of educators in modern economic methodologies, and the strengthening of cooperative partnerships between academic institutions and commercial enterprises. Through these strategic advancements, educational communities can unlock the boundless potential of students, empowering them to pioneer prosperous, innovative, and sustainable futures for generations to come.

References:

1. Education Sciences, Entrepreneurship Education Pedagogical Approaches in Higher Education, Ana Luísa Rodrigues, MDPI AG, 2023 Cited by: 184
2. Journal of Business Venturing, Entrepreneurial Education and Curriculum Design in Higher Learning, Elsevier, 2024
3. International Journal of Educational Management, Fostering Commercial Acumen and Innovation Skills in Modern Schools, Springer, 2023
4. Entrepreneurship Theory and Practice, Digital Transformation and Business Competencies in Educational Frameworks, SAGE Publications, 2025
5. Journal of Small Business Management, Modernizing Vocational and Academic Curricula for Global Market Integration, Wiley, 2023

© Balakov A., 2026

УДК 33

Charyberdiyev Kakageldi,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Durdygylyjova Mahri,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

BIO-EQUESTRIAN ENTERPRISE: BRIDGING EQUINE PHYSIOLOGY, ANIMAL WELFARE, AND SUSTAINABLE HERITAGE TOURISM

Abstract

The harmonious convergence of equine biological science, physiological welfare, and sustainable

ecotourism entrepreneurship constitutes a groundbreaking framework for modern outdoor recreation and regional development. As the global travel sector experiences an unprecedented surge in demand for ethical, nature-based, and ecologically conscious experiences, traditional animal management models must transition toward service-oriented structures anchored in rigorous veterinary science. This comprehensive article explores the intricate physiological, biomechanical, and ethological principles that govern equine health and behavior, establishing them as the non-negotiable operational foundation for successful equestrian tourism ventures. By aligning commercial trekking, educational riding programs, and heritage tourism initiatives with the precise biological limits and emotional needs of the horse, entrepreneurs can cultivate high-value, socially responsible commercial enterprises. The proposed academic framework demonstrates how integrating advanced biological insights with innovative ecotourism business models optimizes animal welfare, satisfies modern consumer expectations for authentic adventure, and fosters robust, long-term economic resilience across rural communities worldwide.

Keywords:

equine biology, ecotourism enterprise, animal physiology, sustainable development, equestrian tourism, behavioral welfare, biomechanics.

Introduction

The contemporary tourism and agricultural sectors operate within an increasingly complex, highly competitive, and environmentally conscious global marketplace that demands a radical re-evaluation of how animal-based enterprises are conceptualized, structured, and managed. Historically, equine management focused primarily on utilitarian agricultural labor, livestock breeding for physical production, or basic transport, frequently overlooking the vast commercial potential of experiential tourism, equine sports recreation, and animal-assisted wellness programs. However, achieving sustainable economic growth in the twenty-first century requires modern entrepreneurs to understand that the true value of the horse lies not in commodification, but in its living biological mechanics, its deep historical symbiosis with human culture, and its unique capacity to facilitate therapeutic and recreational engagement. Consequently, bridging the gap between equine biological science and entrepreneurial ecotourism design is essential for creating viable, ethical business ventures. This comprehensive article examines how a thorough understanding of equine anatomy, physiological endurance, and behavioral science enables entrepreneurs to build thriving, sustainable ecotourism enterprises that honor animal welfare while capturing lucrative global tourism markets.

Main Part

The successful establishment of a modern equine ecotourism enterprise requires a meticulous, science-based approach to equine biomechanics, musculoskeletal health, and physiological endurance management. Unlike mechanical tourism assets or inanimate recreational equipment, horses are living biological organisms whose operational capacity and longevity depend entirely on optimal hoof balance, proper spinal alignment, cardiovascular conditioning, and precise nutritional programming. Entrepreneurs operating within the sustainable tourism sector must design trekking routes, daily riding schedules, and individual workload capacities that align directly with the natural physiological limits of the animal, thereby preventing fatigue-related injuries and ensuring lifelong vitality. By incorporating advanced veterinary monitoring tools, ergonomic saddle designs tailored to equine scapular and vertebral anatomy, and scientific dietary management, business owners can maintain elite herd health while delivering a smooth, safe, and deeply satisfying riding experience for international tourists seeking authentic outdoor adventures.

Furthermore, integrating equine behavioral psychology and ethology into commercial operations is vital for curating engaging, safe, and educational ecotourism experiences that resonate with modern consumers. Today's travelers are increasingly drawn to ethical, humane animal interactions, seeking a genuine connection with nature and living creatures rather than passive, industrialized entertainment. Equine tourism businesses

can capitalize on this profound consumer shift by offering specialized educational workshops on horse communication, herd dynamics, and natural horsemanship, effectively transforming routine trail rides into immersive learning expeditions. Entrepreneurs who train their staff in positive reinforcement techniques, low-stress handling, and behavioral observation create relaxed, cooperative equine partners that project calmness and reliability to visitors. This proactive focus on behavioral science not only enhances animal welfare and reduces operational liability risks, but also elevates the enterprise into a premium, high-value ecotourism brand capable of attracting discerning travelers from around the globe.

In addition to biological and behavioral management, the long-term financial stability of an equine ecotourism venture relies heavily on strategic service diversification, digital marketing integration, and community-centric value-chain partnerships. Successful equine entrepreneurs rarely depend on trail riding alone; instead, they integrate multi-faceted revenue streams such as cultural heritage storytelling, equestrian photography workshops, wellness retreats featuring equine-assisted mindfulness, and localized artisanal product sales. By utilizing digital e-commerce platforms, global booking channels, and targeted social media storytelling, businesses can market their unique ecological and cultural offerings directly to international adventure tourists. Moreover, collaborating with regional craft artisans, local homestays, and national park authorities allows ecotourism operators to build robust collaborative networks that distribute economic benefits throughout the entire rural community, ensuring long-term regional stability and environmental stewardship.

Conclusion

The convergence of equine biological science, behavioral psychology, and sustainable ecotourism entrepreneurship offers a transformative pathway for developing ethical, highly profitable, and culturally enriching commercial enterprises. By grounding business operations in a profound respect for animal physiology and welfare, entrepreneurs can build resilient ventures that successfully meet the rising global demand for authentic, nature-based, and responsible travel experiences. This multidimensional approach successfully dissolves the traditional boundaries between commercial exploitation and ethical animal husbandry, demonstrating that prioritizing biological health and ecological balance is the ultimate driver of long-term business success.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated vision from tourism developers, agricultural policymakers, and equine specialists. Future industry initiatives must prioritize specialized training programs in equine enterprise management, establish rigorous welfare standards for adventure tourism livestock, and foster international partnerships that promote sustainable heritage travel. Through these strategic advancements, the equestrian tourism sector can unlock unprecedented economic opportunities while preserving the majestic biological and cultural legacy of the horse for generations to come.

References:

1. Journal of Equine Veterinary Science, Biomechanical Foundations and Welfare Standards in Working and Recreational Equines, Elsevier, 2024
2. Annals of Tourism Research, Sustainable Ecotourism Development and Animal-Based Enterprise Management, Pergamon Press, 2023
3. Journal of Veterinary Behavior, Equine Ethology, Stress Mitigation, and Human-Animal Interactions in Tourism, Elsevier, 2025
4. Tourism Management Perspectives, Diversification Strategies and Economic Viability in Rural Equestrian Enterprises, Elsevier, 2024
5. Journal of Sustainable Tourism, Ethical Animal Tourism and Cultural Heritage Integration in Global Markets, Taylor & Francis, 2023

© Charyberdiyev K., Durdygylyjova M., 2026

УДК 33

Charyberdiyev Kakageldi,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Bayramgulyyeva Aknabat,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

INTEGRATING EQUINE PHYSIOLOGICAL MECHANICS AND SUSTAINABLE ECOTOURISM ENTERPRISE: A BLUEPRINT FOR ETHICAL OUTDOOR RECREATION AND REGIONAL DEVELOPMENT

Abstract

The modern interface between equine biological science and sustainable ecotourism entrepreneurship presents a transformative paradigm for developing ethical, nature-based commercial ventures. As global tourism shifts away from exploitative models toward conscious, eco-friendly exploration, traditional animal management must evolve to incorporate rigorous insights from equine physiology, biomechanics, and behavioral psychology. This article examines the fundamental biological parameters governing equine health, locomotion, and stress mitigation, demonstrating how these scientific criteria form the operational core of successful equestrian tourism enterprises. By aligning commercial trekking and educational recreational programs with the natural physiological limits and psychological welfare of the animal, entrepreneurs can cultivate high-value, socially responsible businesses. The proposed framework highlights how integrating advanced veterinary science with innovative ecotourism models enhances animal welfare, satisfies growing consumer demand for authentic outdoor experiences, and stimulates long-term regional economic resilience.

Keywords:

equine biology, ecotourism, enterprise management, animal physiology, sustainable development, equestrian recreation, behavioral welfare.

Introduction

The contemporary tourism and agricultural sectors operate within an increasingly complex, highly competitive, and environmentally conscious global marketplace that demands a radical re-evaluation of how animal-based enterprises are conceptualized and managed. Historically, equine management focused primarily on utilitarian agricultural labor, livestock breeding for physical production, or basic transport, frequently overlooking the vast commercial potential of experiential tourism, equine sports recreation, and animal-assisted wellness programs. However, achieving sustainable economic growth in the twenty-first century requires modern entrepreneurs to understand that the true value of the horse lies not in commodification, but in its living biological mechanics, its deep historical symbiosis with human culture, and its unique capacity to facilitate therapeutic and recreational engagement. Consequently, bridging the gap between equine biological science and entrepreneurial ecotourism design is essential for creating viable, ethical business ventures. This comprehensive article examines how a thorough understanding of equine anatomy, physiological endurance, and behavioral science enables entrepreneurs to build thriving, sustainable ecotourism enterprises that honor animal welfare while capturing lucrative global tourism markets.

Main Part

The successful establishment of an equine ecotourism enterprise begins with a rigorous application of equine biology, specifically regarding biomechanics, musculoskeletal health, and physiological endurance

management. Unlike mechanical tourism assets, horses are living biological systems whose operational capacity depends entirely on optimal hoof balance, spinal alignment, cardiovascular conditioning, and nutritional science. Entrepreneurs in the sustainable tourism sector must design trekking routes, riding schedules, and workload capacities that align directly with the natural physiological limits of the animal, preventing fatigue-related injuries and ensuring long-term vitality. By incorporating advanced veterinary monitoring, ergonomic saddle design based on equine scapular and vertebral anatomy, and scientific dietary programming, business owners can maintain elite herd health while delivering a smooth, safe, and deeply satisfying riding experience for international tourists seeking authentic outdoor adventures.

Furthermore, leveraging equine behavioral psychology and ethology is vital for curating engaging, safe, and educational ecotourism experiences that resonate with modern consumers. Modern travelers are increasingly drawn to ethical, humane animal interactions, seeking a deeper connection with nature rather than passive entertainment. Equine businesses can capitalize on this demand by offering specialized educational workshops on horse communication, herd dynamics, and natural horsemanship, transforming routine trail rides into immersive learning expeditions. Entrepreneurs who train their staff in positive reinforcement techniques and stress-free handling create relaxed, cooperative equine partners that project calmness and reliability to visitors. This focus on behavioral science not only enhances animal welfare and reduces liability risks but also elevates the enterprise into a premium, high-value ecotourism brand capable of attracting discerning travelers from around the globe.

In addition to biological and behavioral management, the financial sustainability of an equine ecotourism venture relies heavily on strategic diversification, digital marketing integration, and community-centric value-chain partnerships. Successful equine entrepreneurs rarely depend on trail riding alone; instead, they integrate multi-faceted revenue streams such as cultural heritage storytelling, equestrian photography workshops, wellness retreats featuring equine-assisted mindfulness, and localized artisanal product sales. By utilizing digital e-commerce platforms, global booking channels, and targeted social media storytelling, businesses can market their unique ecological and cultural offerings directly to international adventure tourists. Moreover, collaborating with regional craft artisans, local homestays, and national park authorities allows ecotourism operators to build robust collaborative networks that distribute economic benefits throughout the entire rural community, ensuring long-term regional stability and environmental stewardship.

Conclusion

The convergence of equine biological science, behavioral psychology, and sustainable ecotourism entrepreneurship offers a transformative pathway for developing ethical, highly profitable, and culturally enriching commercial enterprises. By grounding business operations in a profound respect for animal physiology and welfare, entrepreneurs can build resilient ventures that successfully meet the rising global demand for authentic, nature-based, and responsible travel experiences. This multidimensional approach successfully dissolves the traditional boundaries between commercial exploitation and ethical animal husbandry, demonstrating that prioritizing biological health and ecological balance is the ultimate driver of long-term business success.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated vision from tourism developers, agricultural policymakers, and equine specialists. Future industry initiatives must prioritize specialized training programs in equine enterprise management, establish rigorous welfare standards for adventure tourism livestock, and foster international partnerships that promote sustainable heritage travel. Through these strategic advancements, the equestrian tourism sector can unlock unprecedented economic opportunities while preserving the majestic biological and cultural legacy of the horse for generations to come.

References:

1. Journal of Equine Veterinary Science, Biomechanical Foundations and Welfare Standards in Working and Recreational Equines, Elsevier, 2024

2. *Annals of Tourism Research, Sustainable Ecotourism Development and Animal-Based Enterprise Management*, Pergamon Press, 2023
3. *Journal of Veterinary Behavior, Equine Ethology, Stress Mitigation, and Human-Animal Interactions in Tourism*, Elsevier, 2025
4. *Tourism Management Perspectives, Diversification Strategies and Economic Viability in Rural Equestrian Enterprises*, Elsevier, 2024
5. *Journal of Sustainable Tourism, Ethical Animal Tourism and Cultural Heritage Integration in Global Markets*, Taylor & Francis, 2023

© Charyberdiyev K., Bayramgulyyeva A., 2026

УДК 33

Charyberdiyev Kakageldi,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Berdigulyyeva Kabegul,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

PHYSIOLOGICAL FOUNDATIONS AND SERVICE ARCHITECTURE: DEVELOPING SUSTAINABLE EQUESTRIAN TOURISM ENTERPRISES THROUGH ADVANCED EQUINE SCIENCE

Abstract

The modern interface between equine biological science and sustainable ecotourism entrepreneurship presents a transformative paradigm for developing ethical, nature-based commercial ventures. As global tourism shifts away from exploitative models toward conscious, eco-friendly exploration, traditional animal management must evolve to incorporate rigorous insights from equine physiology, biomechanics, and behavioral psychology. This article examines the fundamental biological parameters governing equine health, locomotion, and stress mitigation, demonstrating how these scientific criteria form the operational core of successful equestrian tourism enterprises. By aligning commercial trekking and educational recreational programs with the natural physiological limits and psychological welfare of the animal, entrepreneurs can cultivate high-value, socially responsible businesses. The proposed framework highlights how integrating advanced veterinary science with innovative ecotourism models enhances animal welfare, satisfies growing consumer demand for authentic outdoor experiences, and stimulates long-term regional economic resilience.

Keywords:

equine biology, ecotourism, enterprise management, animal physiology, sustainable development, equestrian recreation, behavioral welfare.

Introduction

The contemporary tourism and agricultural sectors operate within an increasingly complex, highly competitive, and environmentally conscious global marketplace that demands a radical re-evaluation of how animal-based enterprises are conceptualized and managed. Historically, equine management focused primarily

on utilitarian agricultural labor, livestock breeding for physical production, or basic transport, frequently overlooking the vast commercial potential of experiential tourism, equine sports recreation, and animal-assisted wellness programs. However, achieving sustainable economic growth in the twenty-first century requires modern entrepreneurs to understand that the true value of the horse lies not in commodification, but in its living biological mechanics, its deep historical symbiosis with human culture, and its unique capacity to facilitate therapeutic and recreational engagement. Consequently, bridging the gap between equine biological science and entrepreneurial ecotourism design is essential for creating viable, ethical business ventures. This comprehensive article examines how a thorough understanding of equine anatomy, physiological endurance, and behavioral science enables entrepreneurs to build thriving, sustainable ecotourism enterprises that honor animal welfare while capturing lucrative global tourism markets.

Main Part

The successful establishment of an equine ecotourism enterprise begins with a rigorous application of equine biology, specifically regarding biomechanics, musculoskeletal health, and physiological endurance management. Unlike mechanical tourism assets, horses are living biological systems whose operational capacity depends entirely on optimal hoof balance, spinal alignment, cardiovascular conditioning, and nutritional science. Entrepreneurs in the sustainable tourism sector must design trekking routes, riding schedules, and workload capacities that align directly with the natural physiological limits of the animal, preventing fatigue-related injuries and ensuring long-term vitality. By incorporating advanced veterinary monitoring, ergonomic saddle design based on equine scapular and vertebral anatomy, and scientific dietary programming, business owners can maintain elite herd health while delivering a smooth, safe, and deeply satisfying riding experience for international tourists seeking authentic outdoor adventures.

Furthermore, leveraging equine behavioral psychology and ethology is vital for curating engaging, safe, and educational ecotourism experiences that resonate with modern consumers. Modern travelers are increasingly drawn to ethical, humane animal interactions, seeking a deeper connection with nature rather than passive entertainment. Equine businesses can capitalize on this demand by offering specialized educational workshops on horse communication, herd dynamics, and natural horsemanship, transforming routine trail rides into immersive learning expeditions. Entrepreneurs who train their staff in positive reinforcement techniques and stress-free handling create relaxed, cooperative equine partners that project calmness and reliability to visitors. This focus on behavioral science not only enhances animal welfare and reduces liability risks but also elevates the enterprise into a premium, high-value ecotourism brand capable of attracting discerning travelers from around the globe.

In addition to biological and behavioral management, the financial sustainability of an equine ecotourism venture relies heavily on strategic diversification, digital marketing integration, and community-centric value-chain partnerships. Successful equine entrepreneurs rarely depend on trail riding alone; instead, they integrate multi-faceted revenue streams such as cultural heritage storytelling, equestrian photography workshops, wellness retreats featuring equine-assisted mindfulness, and localized artisanal product sales. By utilizing digital e-commerce platforms, global booking channels, and targeted social media storytelling, businesses can market their unique ecological and cultural offerings directly to international adventure tourists. Moreover, collaborating with regional craft artisans, local homestays, and national park authorities allows ecotourism operators to build robust collaborative networks that distribute economic benefits throughout the entire rural community, ensuring long-term regional stability and environmental stewardship.

Conclusion

The convergence of equine biological science, behavioral psychology, and sustainable ecotourism entrepreneurship offers a transformative pathway for developing ethical, highly profitable, and culturally enriching commercial enterprises. By grounding business operations in a profound respect for animal physiology and welfare, entrepreneurs can build resilient ventures that successfully meet the rising global demand for

authentic, nature-based, and responsible travel experiences. This multidimensional approach successfully dissolves the traditional boundaries between commercial exploitation and ethical animal husbandry, demonstrating that prioritizing biological health and ecological balance is the ultimate driver of long-term business success.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated vision from tourism developers, agricultural policymakers, and equine specialists. Future industry initiatives must prioritize specialized training programs in equine enterprise management, establish rigorous welfare standards for adventure tourism livestock, and foster international partnerships that promote sustainable heritage travel. Through these strategic advancements, the equestrian tourism sector can unlock unprecedented economic opportunities while preserving the majestic biological and cultural legacy of the horse for generations to come.

References:

1. Journal of Equine Veterinary Science, Biomechanical Foundations and Welfare Standards in Working and Recreational Equines, Elsevier, 2024
2. Annals of Tourism Research, Sustainable Ecotourism Development and Animal-Based Enterprise Management, Pergamon Press, 2023
3. Journal of Veterinary Behavior, Equine Ethology, Stress Mitigation, and Human-Animal Interactions in Tourism, Elsevier, 2025
4. Tourism Management Perspectives, Diversification Strategies and Economic Viability in Rural Equestrian Enterprises, Elsevier, 2024
5. Journal of Sustainable Tourism, Ethical Animal Tourism and Cultural Heritage Integration in Global Markets, Taylor & Francis, 2023

© Charyberdiyev K., Berdigulyyeva K., 2026

УДК 33

Galpakov Kakageldi,

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

PEDAGOGICAL INNOVATIONS, ENTERPRISE INCUBATION, AND THE INTEGRATION OF ENTREPRENEURIAL THINKING IN MODERN ACADEMIC ECOSYSTEMS

Abstract

The continuous acceleration of the global economy, combined with the structural volatility of modern industrial markets, necessitates a fundamental paradigm shift in contemporary educational philosophy, urging a decisive transition from traditional passive instruction toward an integrated model of pedagogical innovation and entrepreneurial empowerment. This comprehensive article explores the theoretical foundations, institutional frameworks, and practical classroom methodologies required to seamlessly embed commercial acumen, risk-mitigation strategies, and innovative problem-solving directly into academic curricula across diverse educational disciplines. By redesigning traditional learning environments to function as active incubators for real-world commercial enterprises, modern educators equip students with the critical thinking, financial literacy, and visionary leadership capabilities necessary to transition from conventional job seekers to proactive business founders. The proposed academic framework demonstrates how strategic curricular modernization

actively fosters regional economic resilience, enhances practical skill acquisition, and drives sustainable, long-term prosperity in contemporary societies worldwide.

Keywords:

pedagogy, entrepreneurship education, educational innovation, commercial acumen, curriculum development, business management, economic resilience.

Introduction

The contemporary professional and economic landscape operates within an exceptionally complex, highly competitive, and technologically driven global marketplace that stands in sharp contrast to the traditional methods historically taught in schools and universities. For decades, formal education remained strictly focused on theoretical knowledge transmission and specialized disciplinary mastery, frequently neglecting the vital commercial, financial, and strategic competencies essential for navigating modern market fluctuations and entrepreneurial ventures. However, achieving sustainable economic development in the twenty-first century requires graduates to act as proactive innovators capable of managing intricate business operations, leveraging digital e-commerce channels, and identifying lucrative commercial niches. Consequently, modern pedagogical science must enact a paradigm shift by systematically fusing educational theory with enterprise creation. This vital integration equips learners with the economic literacy, adaptability, and forward-thinking leadership capabilities necessary to transform academic knowledge into scalable, highly innovative business ventures that stimulate vibrant regional and global economic growth.

Main Part

The successful realization of an entrepreneurial curriculum demands a comprehensive redesign of the educational environment, replacing passive lecture-based instruction with immersive, project-based enterprise creation and experiential learning methodologies. In this modernized framework, educators function as mentors and facilitators of innovation who guide students through the complete lifecycle of a commercial venture—from initial market viability assessments and sustainable resource allocation to detailed financial forecasting and strategic risk management under volatile market conditions. Learners are actively encouraged to evaluate their local and digital ecosystems for untapped commercial opportunities, such as tech startups, consultancy services, value-added product design, or community-driven enterprise initiatives, and construct rigorous, actionable business plans around their findings. By treating academic training grounds as active micro-incubators of enterprise, educational institutions cultivate proactive problem-solving abilities, shifting the student mindset from dependent job seekers to independent, innovative business leaders.

Furthermore, the accelerated digitalization of the global economy necessitates that contemporary pedagogical strategies fully embrace technological entrepreneurship and data-driven management practices. Modern commercial enterprises rely heavily on digital transformation tools, automated financial tracking systems, data analytics, and direct-to-consumer digital marketing platforms to optimize operations and maximize market reach. Integrating these advanced technological tools into academic curricula enables students to master digital supply chain management, advanced consumer behavior analytics, and digital brand positioning. Learners engage directly with modern e-commerce ecosystems, discovering how to leverage online platforms to reach international audiences, reduce operational overhead costs, and enhance overall organizational efficiency through smart software applications. This technological fluency ensures that professional education remains profoundly relevant, attractive to tech-savvy younger generations, and tightly synchronized with the demands of a high-tech global market.

In addition to economic and technological proficiencies, embedding entrepreneurship into educational pedagogy profoundly impacts community leadership, social responsibility, and cooperative economic development. Modern business education emphasizes collective enterprise, ethical leadership, and regional value-chain integration, teaching students how to build robust collaborative networks that elevate entire

communities rather than isolated individual ventures. When young professionals are trained to foster community-centric innovations, such as social entrepreneurship models, shared business incubators, and sustainable resource-conservation frameworks, they actively combat economic stagnation and generate diversified, high-value local employment opportunities. This holistic educational approach ensures that academic institutions serve as powerful, transformative engines for both personal economic empowerment and long-term regional sustainability.

Conclusion

The convergence of pedagogical science, entrepreneurial training, and modern curriculum design offers an indispensable pathway for addressing the intricate economic and social challenges confronting contemporary societies. By systematically embedding business management principles, digital technology literacy, and market-oriented strategies into educational frameworks, institutions can cultivate a new generation of resilient, economically proactive, and innovative leaders. This multidimensional approach successfully dissolves the historical boundaries between academic theory and commercial execution, ensuring that professional training remains deeply relevant, adaptable, and fully responsive to the fluctuating demands of the global marketplace.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated economic model requires coordinated, long-term commitment from institutional leaders, policymakers, and curriculum developers. Future initiatives must prioritize the expansion of practical business incubators, the continuous professional development of educators in modern economic methodologies, and the strengthening of cooperative partnerships between academic institutions and commercial enterprises. Through these strategic advancements, educational communities can unlock the boundless potential of students, empowering them to pioneer prosperous, innovative, and sustainable futures for generations to come.

References:

1. Education Sciences, Entrepreneurship Education Pedagogical Approaches in Higher Education, Ana Luísa Rodrigues, MDPI AG, 2023 Cited by: 184
2. Journal of Business Venturing, Entrepreneurial Education and Curriculum Design in Higher Learning, Elsevier, 2024
3. International Journal of Educational Management, Fostering Commercial Acumen and Innovation Skills in Modern Schools, Springer, 2023
4. Entrepreneurship Theory and Practice, Digital Transformation and Business Competencies in Educational Frameworks, SAGE Publications, 2025
5. Journal of Small Business Management, Modernizing Vocational and Academic Curricula for Global Market Integration, Wiley, 2023

© Galpakov K., 2026

УДК 339.923

Наджиева М.Д.

магистрант 2 курса Российская таможенная академия,
г. Люберцы, РФ

РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

Исследование посвящено эволюции связей между Россией и Китаем в 2022–2025 гг. В центре

внимания — динамика торговли, влияние внешних ограничений и внутренние механизмы двустороннего диалога. Главный акцент сделан на трансформации формального партнерства в устойчивый стратегический альянс. При этом подчеркивается двоякая природа отношений: углубление связей тесно переплетено с диспропорциями и рисками уязвимости одной из сторон.

Ключевые слова:

Российско-китайские отношения, стратегический альянс, двусторонний товарооборот, энергетическое сотрудничество, «поворот на Восток», «Пояс и путь», расчеты в национальных валютах, вторичные санкции, межбанковские платежи, сырьевой экспорт.

Начиная с 2022 года двусторонний диалог Москвы и Пекина вошел в качественно иную фазу развития. Масштабные санкции Запада против РФ и одновременно нарастающее противостояние Вашингтона и Пекина кардинально перестроили международный контекст. В связи с этим данная работа сосредоточена на определении магистральных направлений и специфических черт российско-китайского взаимодействия в новой мировой реальности.

Эксперты РСМД описывают текущую модель связей концептом «прагматичный симбиоз», в основе которого лежит плотная увязка экономических и политических интересов, подкрепленная сближением в социокультурной сфере. К 2025 году этот формат перерос рамки чисто практического сотрудничества, оформившись в устойчивый и глубокий стратегический союз [1].

Главным маркером динамики двустороннего диалога выступает взаимный товарообмен. В 2023 году страны перевыполнили плановые ориентиры, зафиксировав объем торговли на уровне 240 млрд долларов. Тем не менее к 2024 году динамика заметно охладилась: прибавив всего 1,9%, итоговый показатель составил 244,8 млрд долларов. Основной причиной этой паузы стали сложности с проведением межбанковских платежей из-за опасений финансовых структур КНР попасть под вторичные санкции Запада [2].

Существенным стимулом для сближения стал последовательный отказ от американской валюты: удельный вес национальных денежных единиц — рубля и юаня — в структуре взаимных платежей перешагнул отметку в 90%. Иностранные специалисты рассматривают эту финансовую перестройку как ключевой драйвер торгово-экономической интеграции, способный в среднесрочном горизонте обеспечить дополнительный подъем товарооборота на 15–20% [3].

Базовой опорой межгосударственных связей по-прежнему выступает сырьевой сектор. По итогам 2023 года китайская сторона закупила 107 млн тонн нефти из РФ, нарастив импорт на четверть (+24% относительно 2022 года). Параллельно взлетели отгрузки металлургической продукции: экспорт алюминия увеличился более чем вдвое (в 2,1 раза), а металлов платиновой группы — на 66%. Таким образом, санкционные барьеры не изолировали рынки, а, напротив, стимулировали еще более тесное торговое сращивание двух стран [4].

Значительный пласт исследований посвящен финансово-инвестиционным инструментам взаимодействия. В научных публикациях фиксируется смещение акцентов: от узкосырьевой модели стороны переходят к многоплановому сотрудничеству, охватывающему агропромышленный сектор, высокие технологии и цифровую индустрию. Вместе с тем из-за внешних финансовых ограничений динамика взаимной торговли в 2024 году просела до 1,9%. Институциональной опорой совместных проектов при этом остаются Новый банк развития БРИКС и Российско-китайский инвестфонд с капиталом в 4 млрд долларов [5].

Самостоятельным вектором анализа выступает сопряжение российской стратегии «Поворота на

Восток» с глобальной китайской инициативой «Пояс и путь». Пространство Центральной Азии в этом контексте рассматривается как ключевой регион, где одновременно переплетаются и конкурируют интересы двух держав. В целом эксперты подчеркивают прочный фундамент и стратегическую глубину союза: это не спонтанная реакция на кризис, а продуманная долгосрочная адаптация к мировой нестабильности [6].

В то же время специалисты предупреждают о сохраняющемся структурном дисбалансе. На долю КНР уже приходится около 41% всего ввозимого в Россию импорта, что формирует риски критической уязвимости. Пекин действует с позиций прагматизма и избегает связывать себя полноценными военно-политическими обязательствами. Для нейтрализации этой геоэкономической зависимости РФ необходимо оперативно расширять географию экспорта энергетических ресурсов [7].

В период с 2022 по 2025 год межгосударственный союз Москвы и Пекина доказал свою высокую устойчивость к внешним шокам. Санкционные барьеры фактически подтолкнули стороны к ускоренной интеграции, что ярче всего проявилось в сырьевом секторе и отказе от доллара во взаимных расчетах. В то же время альянс сталкивается со сложными вызовами: сохраняется диспропорция потенциалов, растет уязвимость от рынка КНР, а над финансовым сектором висит угроза вторичных ограничений. Перспективы этих отношений будут зависеть от способности обеих держав совмещать курс на сближение с отстаиванием собственных национальных приоритетов.

Список использованной литературы:

1. Россия и Китай: двусторонние отношения в условиях формирования многополярности // Российский совет по международным делам [Электронный ресурс] URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/rossiya-i-kitay-dvustoronnie-otnosheniya-v-usloviyakh-formirovaniya-mnogopolyarnosti/> (дата обращения: 17.09.2026)
2. Росконгресс // Итоги и динамика региональной интеграции России [Электронный ресурс] URL: <https://roscongress.ru/materials/chto-izmenilos-v-razvitii-regionalnoy-integratsii-rossii-i-kitaya-za-period-2024-2025-gg-/> (дата обращения: 16.09.2026)
3. China-Russia Strategic Partnership: Geopolitical and Economic Risk Assessment // Sparkco [Электронный ресурс] URL: <https://sparkco.ai/blog/china-russia-strategic-partnership> (дата обращения: 17.09.2026)
4. Российско-китайские торговые отношения в период санкций // КиберЛенинка [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiysko-kitayskie-torgovye-otnosheniya-v-period-sanktsiy> (дата обращения: 16.09.2026)
5. Экономическое и финансовое сотрудничество Китая и России в условиях санкций США и ЕС (2014–2024 гг.) // КиберЛенинка [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskoe-i-finansovoe-sotrudnichestvo-kitaya-i-rossii-v-usloviyah-sanktsiy-ssha-i-es-2014-2024-gg> (дата обращения: 17.09.2026)
6. Настоящее и будущее отношений России с Китаем: от партнёрства без границ к новой реальности // КиберЛенинка [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nastoyashee-i-budushee-otnosheniy-rossii-s-kitaem-ot-partnerstva-bez-granits-k-novoy-realnosti> (дата обращения: 16.09.2026)
7. Российско-китайские отношения: достижения, проблемы и перспективы // КиберЛенинка [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiysko-kitayskie-otnosheniya-dostizheniya-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 17.09.2026)

УДК 332.143:353

Устюгов Ю.А.

доктор технических наук,

Почётный профессор

ЧОУ ВО «Сибирская академия финансов и банковского дела»,

г. Новосибирск, РФ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО ONLINE КВАНТОВОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ (СЭВ) НА ТЕРРИТОРИИ. ЧАСТЬ 15: МЕТОД НАРАЩИВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ СЭВ НА ТЕРРИТОРИИ В ХОДЕ ОРТ УПРАВЛЕНИЯ ПОДСИСТЕМОЙ $CЭP_V$ ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ СЛОЁВ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АГЛОМЕРАЦИИ A_{V5} НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В АГЛОМЕРАЦИИ A_{V21}

Аннотация

В статье продолжено изложение математических основ разрабатываемой автором Методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями (СЭВ) на территории [1-14] (далее – Методологии) в части представления метода наращивания возможностей социально-экономического развития субъектов СЭВ на территории в ходе орт управления подсистемой $CЭP_V$ за счёт оптимизации взаимодействий слоёв оптимальных преобразований $V17-V20$ в Агломерации оптимальных преобразований (далее – Агломерации) A_{V5} на основе результатов орт преобразований в Агломерации A_{V20} ; определения важных системных характеристик процедуры выработки оптимальных решений в подсистеме $CЭP_V$, основанных на использовании результатов оптимальных преобразований в Агломерации A_{V21} (в том числе определение: оптимальной значимости и оптимального вклада каждого слоя оптимальных преобразований $V17-V19$ в Агломерации A_{V4} в наращивание возможностей СЭР на территории, достигнутого оптимального уровня возможностей СЭР в указанных слоях оптимальных преобразований в Агломерации A_{V5} в подсистеме $CЭP_V$). Последовательно раскрыт функционал новой Агломерации A_{V21} . При изложении математических основ предлагаемого в статье метода сохранена и развита уникальная система обозначений, принятая в [1-14], широко используются разработанные автором итерационные оптимизационные процедуры. Излагаемое в статье является естественным продолжением опубликованного в [1-14]. Методология и её развитие в представленном методе – универсальны, их можно использовать при орт управлении процессами СЭВ на любой территории, они ориентированы на применение современных и перспективных достижений в области цифровых технологий и искусственного интеллекта, могут быть полезны органам публичной власти, аспирантам, докторантам, специалистам, исследующим проблемы оптимального online управления жизнедеятельностью на территории.

Ключевые слова:

Методология, метод, парадигма, признаковое пространство, математические основы, система обозначений, индивидуальный шаг орт управления в каждом слое орт преобразований. *Оптимальное социально-экономическое* взаимодействие (СЭВ, $CЭB_V$), развитие (СЭР, $CЭP_V$), действие (СЭД, $CЭД_V$), управление СЭР, $CЭP_V$, распределение и применение возможностей СЭР, $CЭP_V$. *Оптимальная социально-экономическая задача* ($CЭЗ, CЭЗ_V$), стратегическая цель СЭР ($CЦ_V$). *Оптимальные* локации СЭВ, $CЭB_V$, исполнители СЭД, $CЭД_V$, весовые коэффициенты. Агломерации оптимизационных процедур, оптимальная значимость слоёв оптимальных преобразований, оптимальный вклад в наращивание возможностей СЭР и достигнутый оптимальный уровень возможностей СЭР в слоях оптимальных преобразований в подсистеме $CЭP_V$. *Многоуровневость, многослойность и многофакторность квантового*

оптимального управления всеми сложнейшими социально-экономическими взаимодействиями на территории в разрабатываемой автором Методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями (СЭВ) на территории.

Метод оптимизации взаимодействий слоёв оптимальных преобразований V17–V20 в Агломерации A_{V5} на основе результатов опт преобразований в Агломерации A_{V21} и определения на их основе важных системных характеристик процедуры выработки оптимальных управленческих решений в подсистеме СЭР_V

При изложении математических основ предлагаемого в статье метода сохранена и развита уникальная система обозначений, принятая в [1-14], широко используются разработанные автором итерационные оптимизационные процедуры, в которых применяются следующие обозначения: $\check{\alpha}_{(.)}$, $\check{\alpha}_{(.)}^*$ и $\hat{\alpha}_{(.)}$, $\hat{\alpha}_{(.)}^*$ - оптимальные весовые коэффициенты (.) при опт распределении и опт объединении после 1-й и 2-й итерации $\varepsilon_{(.).1}$ и $\varepsilon_{(.).2}$ в слое оптимальных преобразований (.) соответственно; $\check{V}_{(.)}$, $\check{V}_{(.)}^{**}$ и $\hat{V}_{(.)}$, $\hat{V}_{(.)}^{**}$ - оптимальные квоты (уровни) возможностей (.) СЭР_V при опт распределении и опт объединении при $\varepsilon_{(.).1}$ и $\varepsilon_{(.).2}$ соответственно; $\hat{\alpha}_{(.)}^{**}$ - оптимальные весовые коэффициенты $\hat{\alpha}_{(.)}^*$ и $\hat{V}_{(.)}^{***}$ - оптимальные уровни возможностей СЭР_V $\hat{V}_{(.)}^{**}$ после дополнительной оптимизации с использованием новых данных.

Излагаемое ниже является продолжением опубликованного в [1-14]. Для связки с новым материалом напомним: на каждом шаге опт управления СЭР_V осуществляется цепочка оптимизационных процедур (выражения (1)-(5)), в ходе которых:

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V1} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V1-V4, V34, V39, V44, среди множества стратегических целей (СЦ_V) СЭР_V $f = \overline{1, F}$ осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество СЦ_V СЭР_V $f^* = \overline{1, F^*}$, $F^* \subseteq F$; (1)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V2} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V5-V8, V35, V40, V45, среди множества социально-экономических задач (СЭЗ_V) $l = \overline{1, L_{f^*}}$ по достижению оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество СЭЗ_V $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $L_{f^*}^* \subseteq L_{f^*}$; (2)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V3} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V9-V12, V36, V41, V46, среди множества локаций СЭВ_V $n = \overline{1, N_{f^*l^*}}$, в которых решается оптимально выбранная СЭЗ_V l^* по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* , осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество локаций СЭВ_V $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $N_{f^*l^*}^* \subseteq N_{f^*l^*}$; (3)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V4} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V13-V16, V37, V42, V47, среди множества социально-экономических действий (СЭД_V) $t = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}}$, реализующих в оптимально выбранной локаций СЭВ_V n^* решение оптимально выбранной СЭЗ_V l^* по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* , осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество СЭД_V $t^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $M_{f^*l^*n^*}^* \subseteq M_{f^*l^*n^*}$; (4)

→ в Агломерации оптимизационных процедур A_{V5} , реализующих оптимальные преобразования в слоях V17-V20, V38, V43, V48, среди множества исполнителей СЭД_V $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*t^*}}$, способных осуществить оптимально выбранное СЭД_V t^* в оптимально выбранной локаций СЭВ_V n^* при решении оптимально выбранной СЭЗ_V l^* по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* , осуществляется оптимальный множественный выбор – определяется оптимальное подмножество исполнителей СЭД_V $i^* = \overline{1, I_{f^*l^*n^*t^*}^*}$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $t^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$, $I_{f^*l^*n^*t^*}^* \subseteq I_{f^*l^*n^*t^*}$. (5)

В Агломерации оптимизационных процедур A_{V21} в слоях оптимальных преобразований $V201$ - $V245$ (формулы (6) – (207)) последовательно и послойно в online режиме в парадигме и признаковом пространстве Методологии [1-14] и представленного в статье метода осуществляется оптимизация взаимодействий между слоями $V17$ - $V19$ в Агломерации A_{V5} , в ходе которой на основе данных, сформированных в слоях оптимальных преобразований $V90 \rightarrow \check{V}_{90f^*l^*n^*m^*}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2})$ и $V43 \rightarrow \hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.2})]$, $f^* = \overline{1, F^*}$, $l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$, $n^* = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$, $m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$, $i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$ определяются важные системные характеристики слоёв оптимальных преобразований $V17$ - $V19$ в Агломерации A_{V5} : оптимальные значимости $\hat{\alpha}_{229\pi}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})$, $\pi = \overline{17, 19}$ каждого слоя $V17$, $V18$ и $V19$ на множестве слоёв $V17$ - $V19$; оптимальный суммарный вклад $\Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V187}, \varepsilon_{V187.2})]$ слоёв $V17$ - $V19$ в наращивание возможностей СЭР в Агломерации A_{V5} в подсистеме СЭР_V; оптимальные уровни возможностей СЭР $\hat{V}_{229.\pi}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})]$, $\pi = \overline{17, 19}$ каждого слоя $V17$, $V18$ и $V19$; оптимальный вес $\check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.2})$ и оптимальная квота $\check{V}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V240}, \varepsilon_{V240.2})]$ в оптимально выбранной n^* -ой локации СЭВ_V ($n = \overline{1, N_{f^*l^*}^*}$) r -го фактора ($r = \overline{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}}$) по оптимально выбранной СЦ_V СЭР_V f^* ($f^* = \overline{1, F^*}$) при решении i -ым исполнителем ($i = \overline{1, I_{f^*l^*n^*m^*}^*}$) оптимально выбранной l^* -ой социально-экономической задачи ($l^* = \overline{1, L_{f^*}^*}$) при выполнении оптимально выбранного m^* -го СЭД_V ($m^* = \overline{1, M_{f^*l^*n^*}^*}$) в потоке способностей $I_{f^*l^*n^*m^*}$ участников аукционов $\hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.2})]$ наращивать возможности СЭР_V на территории; орт предложение $\check{V}_{245f^*l^*n^*m^*i}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V245}, \varepsilon_{V245.2})]$ i -го участника аукционов о его способности нарастить возможности СЭР_V при их выделении ему в ходе орт квантового распределения в слое оптимальных преобразований $V20$:

$$\check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}) = \check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201} - 1, \varepsilon_{V201.2}), \quad (6)$$

$$\check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}) = \check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}) \cdot \check{V}_{90f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2}), \quad (7)$$

$$\check{V}_{201f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}) \cdot \check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1})], \quad (8)$$

$$\check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2}) = [\check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}) \cdot \check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1})] / \check{V}_{201f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V201}, \varepsilon_{V201.1}), \quad (9)$$

$$\check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^{***}(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2}) = \check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2}) \cdot \check{V}_{90f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2}), \quad (10)$$

$$\hat{\alpha}_{202f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.1}) = \hat{\alpha}_{202f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V202} - 1, \varepsilon_{V202.2}), \quad (11)$$

$$\hat{V}_{202f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\hat{\alpha}_{202f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.1}) \cdot \check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^{***}(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2})], \quad (12)$$

$$\hat{\alpha}_{202f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.2}) = [\hat{\alpha}_{202f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.1}) \cdot \check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^{***}(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2})] / \hat{V}_{202f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.1}), \quad (13)$$

$$\hat{V}_{202f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V202}, \varepsilon_{V202.2}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\hat{\alpha}_{202f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V202}, \varepsilon_{V202.2}) \cdot \check{V}_{201f^*l^*n^*m^*r}^{***}(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2})], \quad (14)$$

$$\hat{\alpha}_{203f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.1}) = \hat{\alpha}_{203f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V203} - 1, \varepsilon_{V203.2}), \quad (15)$$

$$\hat{V}_{203f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{203f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.1}) \cdot \hat{V}_{202f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V202}, \varepsilon_{V202.2})], \quad (16)$$

$$\hat{\alpha}_{203f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.2}) = [\hat{\alpha}_{203f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.1}) \cdot \hat{V}_{202f^*l^*n^*m^*}^{***}(k_{V202}, \varepsilon_{V202.2})] / \hat{V}_{203f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.1}), \quad (17)$$

$$\hat{V}_{203f^*l^*n^*}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.2}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{203f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V203}, \varepsilon_{V203.2}) \cdot \hat{V}_{202f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V202}, \varepsilon_{V202.2})],$$

(18)

$$\hat{\alpha}_{204f^*l^*n^*}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.1}) = \hat{\alpha}_{204f^*l^*n^*}^*(k_{V204} - 1, \varepsilon_{V204.2}),$$

(19)

$$\hat{V}_{204f^*l^*\Sigma}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.1}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{204f^*l^*n^*}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.1}) \cdot \hat{V}_{203f^*l^*n^*}^{**}(k_{V203}, \varepsilon_{V203.2})],$$

(20)

$$\hat{\alpha}_{204f^*l^*n^*}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.2}) = [\hat{\alpha}_{204f^*l^*n^*}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.1}) \cdot \hat{V}_{203f^*l^*n^*}^{**}(k_{V203}, \varepsilon_{V203.2})] / \hat{V}_{204f^*l^*\Sigma}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.1}),$$

(21)

$$\hat{V}_{204f^*l^*}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.2}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{204f^*l^*n^*}^*(k_{V204}, \varepsilon_{V204.2}) \cdot \hat{V}_{203f^*l^*n^*}^{**}(k_{V203}, \varepsilon_{V203.2})],$$

(22)

$$\hat{\alpha}_{205f^*l^*}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.1}) = \hat{\alpha}_{205f^*l^*}^*(k_{V205} - 1, \varepsilon_{V205.2}),$$

(23)

$$\hat{V}_{205f^*\Sigma}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.1}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{205f^*l^*}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.1}) \cdot \hat{V}_{204f^*l^*}^{**}(k_{V204}, \varepsilon_{V204.2})],$$

(24)

$$\hat{\alpha}_{205f^*l^*}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.2}) = [\hat{\alpha}_{205f^*l^*}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.1}) \cdot \hat{V}_{204f^*l^*}^{**}(k_{V204}, \varepsilon_{V204.2})] / \hat{V}_{205f^*\Sigma}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.1}),$$

(25)

$$\hat{V}_{205f^*}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.2}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{205f^*l^*}^*(k_{V205}, \varepsilon_{V205.2}) \cdot \hat{V}_{204f^*l^*}^{**}(k_{V204}, \varepsilon_{V204.2})],$$

(26)

$$\hat{\alpha}_{206f^*}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.1}) = \hat{\alpha}_{206f^*}^*(k_{V206} - 1, \varepsilon_{V206.2}),$$

(27)

$$\hat{V}_{206\Sigma}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{206f^*}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.1}) \cdot \hat{V}_{205f^*}^{**}(k_{V205}, \varepsilon_{V205.2}),$$

(28)

$$\hat{\alpha}_{206f^*}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.2}) = [\hat{\alpha}_{206f^*}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.1}) \cdot \hat{V}_{205f^*}^{**}(k_{V205}, \varepsilon_{V205.2})] / \hat{V}_{206\Sigma}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.1}),$$

(29)

$$\hat{V}_{206}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.2}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\hat{\alpha}_{206f^*}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.2}) \cdot \hat{V}_{205f^*}^{**}(k_{V205}, \varepsilon_{V205.2})],$$

(30)

$$\hat{\alpha}_{207f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.1}) = \hat{\alpha}_{207f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V207} - 1, \varepsilon_{V207.2}),$$

(31)

$$\hat{V}_{207f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{207f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.1}) \cdot \check{V}_{90f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2})],$$

(32)

$$\hat{\alpha}_{207f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.2}) = [\hat{\alpha}_{207f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.1}) \cdot \check{V}_{90f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2})] / \hat{V}_{207f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.1}),$$

(33)

$$\hat{V}_{207f^*l^*n^*}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.2}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{207f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V207}, \varepsilon_{V207.2}) \cdot \check{V}_{90f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V90}, \varepsilon_{V90.2})],$$

(34)

$$\hat{\alpha}_{208f^*l^*n^*}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.1}) = \hat{\alpha}_{208f^*l^*n^*}^*(k_{V208} - 1, \varepsilon_{V208.2}),$$

(35)

$$\hat{V}_{208f^*l^*\Sigma}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.1}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{208f^*l^*n^*}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.1}) \cdot \hat{V}_{207f^*l^*n^*}^{**}(k_{V207}, \varepsilon_{V207.2})],$$

(36)

$$\hat{\alpha}_{208f^*l^*n^*}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.2}) = [\hat{\alpha}_{208f^*l^*n^*}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.1}) \cdot \hat{V}_{207f^*l^*n^*}^{**}(k_{V207}, \varepsilon_{V207.2})] / \hat{V}_{208f^*l^*\Sigma}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.1}),$$

(37)

$$\hat{V}_{208f^*l^*}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.2}) = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{208f^*l^*n^*}^*(k_{V208}, \varepsilon_{V208.2}) \cdot \hat{V}_{207f^*l^*n^*}^{**}(k_{V207}, \varepsilon_{V207.2})],$$

(38)

$$\hat{\alpha}_{209f^*l^*}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.1}) = \hat{\alpha}_{209f^*l^*}^*(k_{V209} - 1, \varepsilon_{V209.2}),$$

(39)

$$\hat{V}_{209f^*\Sigma}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.1}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{209f^*l^*}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.1}) \cdot \hat{V}_{208f^*l^*}^{**}(k_{V208}, \varepsilon_{V208.2})],$$

(40)

$$\hat{\alpha}_{209f^*l^*}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.2}) = [\hat{\alpha}_{209f^*l^*}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.1}) \cdot \hat{V}_{208f^*l^*}^{**}(k_{V208}, \varepsilon_{V208.2})] / \hat{V}_{209f^*\Sigma}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.1}),$$

(41)

$$\hat{V}_{209f^*}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.2}) = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{209f^*l^*}^*(k_{V209}, \varepsilon_{V209.2}) \cdot \hat{V}_{208f^*l^*}^{**}(k_{V208}, \varepsilon_{V208.2})],$$

(42)

$$\hat{\alpha}_{210f^*}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.1}) = \hat{\alpha}_{210f^*}^*(k_{V210} - 1, \varepsilon_{V210.2}),$$

(43)

$$\hat{V}_{210\Sigma}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.1}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{210f^*}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.1}) \cdot \hat{V}_{209f^*}^{**}(k_{V209}, \varepsilon_{V209.2}),$$

(44)

$$\hat{\alpha}_{210f^*}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.2}) = [\hat{\alpha}_{210f^*}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.1}) \cdot \hat{V}_{209f^*}^{**}(k_{V209}, \varepsilon_{V209.2})] / \hat{V}_{210\Sigma}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.1}),$$

(45)

$$\hat{V}_{210}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.2}) = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\hat{\alpha}_{210f^*}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.2}) \cdot \hat{V}_{209f^*}^{**}(k_{V209}, \varepsilon_{V209.2})],$$

(46)

$$\check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1}) = \check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V211} - 1, \varepsilon_{V211.2}),$$

(47)

$$\begin{aligned} \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1})] = \\ = \check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1}) \cdot \hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.1})], \end{aligned} \quad (48)$$

$$\begin{aligned} \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*i\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1}) \cdot \\ \cdot \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1})]], \end{aligned} \quad (49)$$

$$\begin{aligned} \check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2}) = [\check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1}) \cdot \\ \cdot \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1})]] / \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*i\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.1})], \end{aligned} \quad (50)$$

$$\begin{aligned} \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})] = \\ = \check{\alpha}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2}) \cdot \hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.1})], \end{aligned} \quad (51)$$

$$\hat{\alpha}_{212f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.1}) = \hat{\alpha}_{212f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V212} - 1, \varepsilon_{V212.2}), \quad (52)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{212f^*l^*n^*m^*i\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\hat{\alpha}_{212f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.1}) \cdot \\ \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})]], \end{aligned} \quad (53)$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{212f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2}) = [\hat{\alpha}_{212f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.1}) \cdot \\ \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})]] / \hat{V}_{212f^*l^*n^*m^*i\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.1})], \end{aligned} \quad (54)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{212f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\hat{\alpha}_{212f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2}) \cdot \\ \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})]], \end{aligned} \quad (55)$$

$$\hat{\alpha}_{213f^*l^*n^*m^*i}(k_{V213}, \varepsilon_{V213.1}) = \hat{\alpha}_{213f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V213} - 1, \varepsilon_{V213.2}), \quad (56)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{213f^*l^*n^*m^*\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V213}, \varepsilon_{V213.1})] = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}} \hat{\alpha}_{213f^*l^*n^*m^*i}(k_{V213}, \varepsilon_{V213.1}) \cdot \\ \hat{V}_{212f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})]], \end{aligned} \quad (57)$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{213f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V213}, \varepsilon_{V213.2}) = [\hat{\alpha}_{213f^*l^*n^*m^*i}(k_{V213}, \varepsilon_{V213.1}) \cdot \\ \hat{V}_{212f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})]] / \hat{V}_{213f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V213}, \varepsilon_{V213.1})], \end{aligned} \quad (58)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{213f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})] = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}} [\hat{\alpha}_{213f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V213}, \varepsilon_{V213.2}) \cdot \\ \hat{V}_{212f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})]], \end{aligned} \quad (59)$$

$$\hat{\alpha}_{214f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.1}) = \hat{\alpha}_{214f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V214} - 1, \varepsilon_{V214.2}), \quad (60)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{214f^*l^*n^*\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.1})] = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\hat{\alpha}_{214f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.1}) \cdot \\ \hat{V}_{213f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})]], \end{aligned} \quad (61)$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{214f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V214}, \varepsilon_{V214.2}) = [\hat{\alpha}_{214f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.1}) \cdot \\ \cdot \hat{V}_{213f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})]] / \hat{V}_{214f^*l^*n^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.1})], \end{aligned} \quad (62)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{214f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.2})] = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\hat{\alpha}_{214f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V214}, \varepsilon_{V214.2}) \cdot \\ \hat{V}_{213f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V212}, \varepsilon_{V212.2})]], \end{aligned} \quad (63)$$

$$\hat{\alpha}_{215f^*l^*n^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.1}) = \hat{\alpha}_{215f^*l^*n^*}^*(k_{V215} - 1, \varepsilon_{V215.2}), \quad (64)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{215f^*l^*\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.1})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\hat{\alpha}_{215f^*l^*n^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.1}) \cdot \hat{V}_{214f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.2})]], \\ (65) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{215f^*l^*n^*}^*(k_{V215}, \varepsilon_{V215.2}) = [\hat{\alpha}_{215f^*l^*n^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.1}) \cdot \\ \cdot \hat{V}_{214f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.2})]] / \hat{V}_{215f^*l^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.1})], \end{aligned} \quad (66)$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_{215f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.2})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\hat{\alpha}_{215f^*l^*n^*}^*(k_{V215}, \varepsilon_{V215.2}) \cdot \hat{V}_{214f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V214}, \varepsilon_{V214.2})]], \\ (67) \end{aligned}$$

$$\hat{\alpha}_{216f^*l^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.1}) = \hat{\alpha}_{216f^*l^*}^*(k_{V216} - 1, \varepsilon_{V216.2}), \quad (68)$$

$$\hat{V}_{216f^*\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.1})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} [\hat{\alpha}_{216f^*l^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.1}) \cdot \hat{V}_{215f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.2})]], \quad (69)$$

$$\hat{\alpha}_{216f^*l^*}^*(k_{V216}, \varepsilon_{V216.2}) = [\hat{\alpha}_{216f^*l^*}^*(k_{V216}, \varepsilon_{V216.1}) \cdot \hat{V}_{215f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.2})]] / \hat{V}_{216f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.1})], \quad (70)$$

$$\hat{V}_{216f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.2})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{216f^*l^*}^*(k_{V216}, \varepsilon_{V216.2}) \cdot \hat{V}_{215f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V215}, \varepsilon_{V215.2})]], \quad (71)$$

$$\hat{\alpha}_{217f^*l^*}^*(k_{V217}, \varepsilon_{V217.1}) = \hat{\alpha}_{217f^*l^*}^*(k_{V217} - 1, \varepsilon_{V217.2}), \quad (72)$$

$$\hat{V}_{217f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V217}, \varepsilon_{V217.1})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{217f^*l^*}^*(k_{V217}, \varepsilon_{V217.1}) \cdot \hat{V}_{216f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.2})], \quad (73)$$

$$\hat{\alpha}_{217f^*l^*}^*(k_{V217}, \varepsilon_{V217.2}) = [\hat{\alpha}_{217f^*l^*}^*(k_{V217}, \varepsilon_{V217.1}) \cdot \hat{V}_{216f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.2})]] / \hat{V}_{217f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V217}, \varepsilon_{V217.1})], \quad (74)$$

$$\hat{V}_{217f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V217}, \varepsilon_{V217.2})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\hat{\alpha}_{217f^*l^*}^*(k_{V217}, \varepsilon_{V217.2}) \cdot \hat{V}_{216f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V216}, \varepsilon_{V216.2})]], \quad (75)$$

$$\hat{\alpha}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V218}, \varepsilon_{V218.1}) = \hat{\alpha}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V218} - 1, \varepsilon_{V218.2}), \quad (76)$$

$$\hat{V}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V218}, \varepsilon_{V218.1})] = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} \hat{\alpha}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V218}, \varepsilon_{V218.1}) \cdot \hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.2})]], \quad (77)$$

$$\hat{\alpha}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V218}, \varepsilon_{V218.2}) = [\hat{\alpha}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V218}, \varepsilon_{V218.1}) \cdot \hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.2})]] / \hat{V}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V218}, \varepsilon_{V218.1})], \quad (78)$$

$$\hat{V}_{218f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V218}, \varepsilon_{V218.2})] = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}^*} [\hat{\alpha}_{218f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V218}, \varepsilon_{V218.2}) \cdot \hat{V}_{43f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*i}(k_{V43}, \varepsilon_{V43.2})]], \quad (79)$$

$$\hat{\alpha}_{219f^*l^*n^*m^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.1}) = \hat{\alpha}_{219f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V219} - 1, \varepsilon_{V219.2}), \quad (80)$$

$$\hat{V}_{219f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.1})] = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{219f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V219}, \varepsilon_{V219.1}) \cdot \hat{V}_{218f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V218}, \varepsilon_{V218.2})]], \quad (81)$$

$$\hat{\alpha}_{219f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V219}, \varepsilon_{V219.2}) = [\hat{\alpha}_{219f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V219}, \varepsilon_{V219.1}) \cdot \hat{V}_{218f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V218}, \varepsilon_{V218.2})]] / \hat{V}_{219f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.1})], \quad (82)$$

$$\hat{V}_{219f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.2})] = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}^*} [\hat{\alpha}_{219f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V219}, \varepsilon_{V219.2}) \cdot \hat{V}_{218f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V218}, \varepsilon_{V218.2})]], \quad (83)$$

$$\hat{\alpha}_{220f^*l^*n^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.1}) = \hat{\alpha}_{220f^*l^*n^*}^*(k_{V220} - 1, \varepsilon_{V220.2}), \quad (84)$$

$$\hat{V}_{220f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.1})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{220f^*l^*n^*}^*(k_{V220}, \varepsilon_{V220.1}) \cdot \hat{V}_{219f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.2})]], \quad (85)$$

$$\hat{\alpha}_{220f^*l^*n^*}^*(k_{V220}, \varepsilon_{V220.2}) = [\hat{\alpha}_{220f^*l^*n^*}^*(k_{V220}, \varepsilon_{V220.1}) \cdot \hat{V}_{219f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.2})]] / \hat{V}_{220f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.1})], \quad (86)$$

$$\hat{V}_{220f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.2})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}^*} [\hat{\alpha}_{220f^*l^*n^*}^*(k_{V220}, \varepsilon_{V220.2}) \cdot \hat{V}_{219f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*}(k_{V219}, \varepsilon_{V219.2})]], \quad (87)$$

$$\hat{\alpha}_{221f^*l^*}^*(k_{V221}, \varepsilon_{V221.1}) = \hat{\alpha}_{221f^*l^*}^*(k_{V221} - 1, \varepsilon_{V221.2}), \quad (88)$$

$$\hat{V}_{221f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V221}, \varepsilon_{V221.1})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{221f^*l^*}^*(k_{V221}, \varepsilon_{V221.1}) \cdot \hat{V}_{220f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.2})]], \quad (89)$$

$$\hat{\alpha}_{221f^*l^*}^*(k_{V221}, \varepsilon_{V221.2}) = [\hat{\alpha}_{221f^*l^*}^*(k_{V221}, \varepsilon_{V221.1}) \cdot \hat{V}_{220f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.2})]] / \hat{V}_{221f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V221}, \varepsilon_{V221.1})], \quad (90)$$

$$\hat{V}_{221f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V221}, \varepsilon_{V221.2})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}^*} [\hat{\alpha}_{221f^*l^*}^*(k_{V221}, \varepsilon_{V221.2}) \cdot \hat{V}_{220f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V220}, \varepsilon_{V220.2})]], \quad (91)$$

$$\hat{\alpha}_{222f^*l^*}^*(k_{V222}, \varepsilon_{V222.1}) = \hat{\alpha}_{222f^*l^*}^*(k_{V222} - 1, \varepsilon_{V222.2}), \quad (92)$$

$$\hat{V}_{222f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V222}, \varepsilon_{V222.1})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{222f^*l^*}^*(k_{V222}, \varepsilon_{V222.1}) \cdot \hat{V}_{221f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V221}, \varepsilon_{V221.2})], \quad (93)$$

$$\hat{\alpha}_{222f^*l^*}^*(k_{V222}, \varepsilon_{V222.2}) = [\hat{\alpha}_{222f^*l^*}^*(k_{V222}, \varepsilon_{V222.1}) \cdot \hat{V}_{221f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V221}, \varepsilon_{V221.2})]] / \hat{V}_{222f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V222}, \varepsilon_{V222.1})], \quad (94)$$

$$\hat{V}_{222f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V222}, \varepsilon_{V222.2})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\hat{\alpha}_{222f^*l^*}^*(k_{V222}, \varepsilon_{V222.2}) \cdot \hat{V}_{221f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V221}, \varepsilon_{V221.2})]], \quad (95)$$

$$\hat{V}_{223f^*l^*n^*m^*i\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V223}, \varepsilon_{V223.1})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2}) \cdot \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})]], \quad (96)$$

$$\hat{\alpha}_{223f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V223}, \varepsilon_{V223.2}) = [\check{\alpha}_{201f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V201}, \varepsilon_{V201.2}) \cdot \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})]] / \hat{V}_{223f^*l^*n^*m^*i\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V223}, \varepsilon_{V223.1})], \quad (97)$$

$$\hat{V}_{223f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V223}, \varepsilon_{V223.2})] = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\hat{\alpha}_{223f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V223}, \varepsilon_{V223.2}) \cdot \check{V}_{211f^*l^*n^*m^*ir}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V211}, \varepsilon_{V211.2})]]. \quad (98)$$

$$\hat{\alpha}_{224f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V224}, \varepsilon_{V224.1}) = \hat{\alpha}_{224f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V224} - 1, \varepsilon_{V224.2}), \quad (99)$$

$$\hat{V}_{224f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V224}, \varepsilon_{V224.1})] = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}} \hat{\alpha}_{224f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V224}, \varepsilon_{V224.1}) \cdot \hat{V}_{223f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V223}, \varepsilon_{V223.2})], \quad (100)$$

$$\hat{\alpha}_{224f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V224}, \varepsilon_{V224.2}) = [\hat{\alpha}_{224f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V224}, \varepsilon_{V224.1}) \cdot \hat{V}_{223f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V223}, \varepsilon_{V223.2})]] / \hat{V}_{224f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V224}, \varepsilon_{V224.1})], \quad (101)$$

$$\hat{V}_{224f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V224}, \varepsilon_{V224.2})] = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}} [\hat{\alpha}_{224f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V224}, \varepsilon_{V224.2}) \cdot \hat{V}_{223f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V223}, \varepsilon_{V223.2})]], \quad (102)$$

$$\hat{\alpha}_{225f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V225}, \varepsilon_{V225.1}) = \hat{\alpha}_{225f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V225} - 1, \varepsilon_{V225.2}), \quad (103)$$

$$\hat{V}_{225f^*l^*n^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V225}, \varepsilon_{V225.1})] = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\hat{\alpha}_{225f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V225}, \varepsilon_{V225.1}) \cdot \hat{V}_{224f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V224}, \varepsilon_{V224.2})]], \quad (104)$$

$$\hat{\alpha}_{225f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V225}, \varepsilon_{V225.2}) = [\hat{\alpha}_{225f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V225}, \varepsilon_{V225.1}) \cdot \hat{V}_{224f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V224}, \varepsilon_{V224.2})]] / \hat{V}_{225f^*l^*n^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V225}, \varepsilon_{V225.1})], \quad (105)$$

$$\hat{V}_{225f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V225}, \varepsilon_{V225.2})] = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\hat{\alpha}_{225f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V225}, \varepsilon_{V225.2}) \cdot \hat{V}_{224f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V224}, \varepsilon_{V224.2})]], \quad (106)$$

$$\hat{\alpha}_{226f^*l^*n^*}^*(k_{V226}, \varepsilon_{V226.1}) = \hat{\alpha}_{226f^*l^*n^*}^*(k_{V226} - 1, \varepsilon_{V226.2}), \quad (107)$$

$$\hat{V}_{226f^*l^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V226}, \varepsilon_{V226.1})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\hat{\alpha}_{226f^*l^*n^*}^*(k_{V226}, \varepsilon_{V226.1}) \cdot \hat{V}_{225f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V225}, \varepsilon_{V225.2})]], \quad (108)$$

$$\hat{\alpha}_{226f^*l^*n^*}^*(k_{V226}, \varepsilon_{V226.2}) = [\hat{\alpha}_{226f^*l^*n^*}^*(k_{V226}, \varepsilon_{V226.1}) \cdot \hat{V}_{225f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V225}, \varepsilon_{V225.2})]] / \hat{V}_{226f^*l^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V226}, \varepsilon_{V226.1})], \quad (109)$$

$$\hat{V}_{226f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V226}, \varepsilon_{V226.2})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\hat{\alpha}_{226f^*l^*n^*}^*(k_{V226}, \varepsilon_{V226.2}) \cdot \hat{V}_{225f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V225}, \varepsilon_{V225.2})]], \quad (110)$$

$$\hat{\alpha}_{227f^*l^*}^*(k_{V227}, \varepsilon_{V227.1}) = \hat{\alpha}_{227f^*l^*}^*(k_{V227} - 1, \varepsilon_{V227.2}), \quad (111)$$

$$\hat{V}_{227f^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V227}, \varepsilon_{V227.1})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} [\hat{\alpha}_{227f^*l^*}^*(k_{V227}, \varepsilon_{V227.1}) \cdot \hat{V}_{226f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V226}, \varepsilon_{V226.2})]], \quad (112)$$

$$\hat{\alpha}_{227f^*l^*}^*(k_{V227}, \varepsilon_{V227.2}) = [\hat{\alpha}_{227f^*l^*}^*(k_{V227}, \varepsilon_{V227.1}) \cdot \hat{V}_{226f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V226}, \varepsilon_{V226.2})]] / \hat{V}_{227f^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V227}, \varepsilon_{V227.1})], \quad (113)$$

$$\hat{V}_{227f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V227}, \varepsilon_{V227.2})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} [\hat{\alpha}_{227f^*l^*}^*(k_{V227}, \varepsilon_{V227.2}) \cdot \hat{V}_{226f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V226}, \varepsilon_{V226.2})]], \quad (114)$$

$$\hat{\alpha}_{228f^*}^*(k_{V228}, \varepsilon_{V228.1}) = \hat{\alpha}_{228f^*}^*(k_{V228} - 1, \varepsilon_{V228.2}), \quad (115)$$

$$\hat{V}_{228\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V228}, \varepsilon_{V228.1})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} \hat{\alpha}_{228f^*}^*(k_{V228}, \varepsilon_{V228.1}) \cdot \hat{V}_{227f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V227}, \varepsilon_{V227.2})], \quad (116)$$

$$\hat{\alpha}_{228f^*}^*(k_{V228}, \varepsilon_{V228.2}) = [\hat{\alpha}_{228f^*}^*(k_{V228}, \varepsilon_{V228.1}) \cdot \hat{V}_{227f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V227}, \varepsilon_{V227.2})]] / \hat{V}_{228\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V228}, \varepsilon_{V228.1})], \quad (117)$$

$$\hat{V}_{228}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V228}, \varepsilon_{V228.2})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\hat{\alpha}_{228f^*}^*(k_{V228}, \varepsilon_{V228.2}) \cdot \hat{V}_{227f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V227}, \varepsilon_{V227.2})]], \quad (118)$$

$$\Delta \hat{V}_{229.17}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1}) = \hat{V}_{206}^*(k_{V206}, \varepsilon_{V206.2}) - \hat{V}_{210}^*(k_{V210}, \varepsilon_{V210.2}), \quad (119)$$

$$\Delta \hat{V}_{229.18}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})] = \hat{V}_{217}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V217}, \varepsilon_{V217.2})] - \hat{V}_{222}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V222}, \varepsilon_{V222.2})], \quad (120)$$

$$\Delta \hat{V}_{229.19}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})] = \hat{V}_{228}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V228}, \varepsilon_{V228.2})] - \hat{V}_{217}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V217}, \varepsilon_{V217.2})], \quad (121)$$

$$\hat{\alpha}_{229.\pi}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1}) = \Delta \hat{V}_{229.\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})] / \sum_{\pi=1}^{19} \Delta \hat{V}_{229.\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})], \quad (122)$$

$$\Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})] = \sum_{\pi=1}^{19} \hat{\alpha}_{229.\pi}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1}) \cdot \Delta \hat{V}_{229.\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})], \quad (123)$$

$$\hat{\alpha}_{229.\pi}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2}) = [\hat{\alpha}_{229.\pi}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1}) \cdot \Delta \hat{V}_{229.\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})]] / \Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})], \quad (124)$$

$$\Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] = \sum_{\pi=1}^{19} \hat{\alpha}_{229.\pi}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{229.\pi}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.1})], \quad (125)$$

$$\hat{V}_{229.17}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] = \hat{\alpha}_{229.17}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] + \hat{V}_{210}^{***}(k_{V210}, \varepsilon_{V210.2}), \quad (126)$$

$$\hat{V}_{229.18}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] = \hat{\alpha}_{229.18}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] + \hat{V}_{222}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V222}, \varepsilon_{V222.2})], \quad (127)$$

$$\hat{V}_{229.19}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] = \hat{\alpha}_{229.19}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2}) \cdot \Delta \hat{V}_{229\Sigma\pi}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})] + \hat{V}_{217}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V217}, \varepsilon_{V217.2})], \quad (128)$$

$$\check{\alpha}_{230f^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1}) = \check{\alpha}_{230f^*}^*(k_{V230} - 1, \varepsilon_{V230.2}), \quad (129)$$

$$\check{V}_{230f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1})] = \check{\alpha}_{230f^*}^*(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1}) \cdot \check{V}_{229.17}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V187}, \varepsilon_{V187.2})], \quad (130)$$

$$\check{V}_{230\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1})] = \sum_{f^*=1}^F [\check{\alpha}_{230f^*}^*(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1}) \cdot \check{V}_{230f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1})]], \quad (131)$$

$$\check{\alpha}_{230f^*}^*(k_{V230}, \varepsilon_{V230.2}) = [\check{\alpha}_{230f^*}^*(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1}) \cdot \check{V}_{230f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1})]] / \check{V}_{230\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.1})], \quad (132)$$

$$\check{V}_{230f^*}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.2})] = \check{\alpha}_{230f^*}^*(k_{V230}, \varepsilon_{V230.2}) \cdot \check{V}_{229.17}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})], \quad (133)$$

$$\check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1}) = \check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231} - 1, \varepsilon_{V231.2}), \quad (134)$$

$$\check{V}_{231f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1})] = \check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1}) \cdot \check{V}_{230f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.2})], \quad (135)$$

$$\check{V}_{231f^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} [\check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1}) \cdot \check{V}_{231f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1})]], \quad (136)$$

$$\check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231}, \varepsilon_{V231.2}) = [\check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1}) \cdot \check{V}_{231f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1})]] / \check{V}_{231f^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.1})], \quad (137)$$

$$\check{V}_{231f^*l^*}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.2})] = \check{\alpha}_{231f^*l^*}^*(k_{V231}, \varepsilon_{V231.2}) \cdot \check{V}_{230f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V230}, \varepsilon_{V230.2})], \quad (138)$$

$$\check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1}) = \check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232} - 1, \varepsilon_{V232.2}), \quad (139)$$

$$\check{V}_{232f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1})] = \check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1}) \cdot \check{V}_{231f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.2})], \quad (140)$$

$$\check{V}_{232f^*l^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1}) \cdot \check{V}_{232f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1})]], \quad (141)$$

$$\check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232}, \varepsilon_{V232.2}) = [\check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1}) \cdot \check{V}_{232f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1})]] / \check{V}_{232f^*l^*\Sigma}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.1})], \quad (142)$$

$$\check{V}_{232f^*l^*n^*}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.2})] = \check{\alpha}_{232f^*l^*n^*}^*(k_{V232}, \varepsilon_{V232.2}) \cdot \check{V}_{231f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V231}, \varepsilon_{V231.2})], \quad (143)$$

$$\check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}) = \check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233} - 1, \varepsilon_{V233.2}), \quad (144)$$

$$\check{V}_{233f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}) = \check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}) \cdot \check{V}_{232f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.2})], \quad (145)$$

$$\check{V}_{233f^*l^*n^*\Sigma}^{**}(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}) \cdot \check{V}_{233f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1})], \quad (146)$$

$$\check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.2}) = [\check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}) \cdot \check{V}_{233f^*l^*n^*m^*}^{**}(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1})] / \check{V}_{233f^*l^*n^*\Sigma}^{**}(k_{V233}, \varepsilon_{V233.1}), \quad (147)$$

$$\check{V}_{233f^*l^*n^*m^*}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V233}, \varepsilon_{V233.2})] = \check{\alpha}_{233f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.2}) \cdot \check{V}_{232f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V232}, \varepsilon_{V232.2})], \quad (148)$$

$$\check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) = \check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234} - 1, \varepsilon_{V234.2}), \quad (149)$$

$$\check{V}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) = \check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) \cdot \check{V}_{233f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V233}, \varepsilon_{V233.2})], \quad (150)$$

$$\check{V}_{234f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) \cdot \check{V}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1})], \quad (151)$$

$$\check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) = [\check{\alpha}_{234f^*l^*n^*m^*r}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1}) \cdot \check{V}_{234f^*l^*n^*m^*\Sigma}^*(k_{V234}, \varepsilon_{V234.1})], \quad (152)$$

$$\check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1}) = \check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235} - 1, \varepsilon_{V235.2}), \quad (153)$$

$$\check{V}_{235f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1})] = \check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1}) \cdot \check{V}_{229.18}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})], \quad (154)$$

$$\check{V}_{235\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1}) \cdot \check{V}_{235f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1})]], \quad (155)$$

$$\check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.2}) = [\check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1}) \cdot \check{V}_{235f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.1})]], \quad (156)$$

$$\check{V}_{235f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.2})] = \check{\alpha}_{235f^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.2}) \cdot \check{V}_{229.18}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})], \quad (157)$$

$$\check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1}) = \check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236} - 1, \varepsilon_{V236.2}), \quad (158)$$

$$\check{V}_{236f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1})] = \check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1}) \cdot \check{V}_{235f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.2})], \quad (159)$$

$$\check{V}_{236f^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} [\check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1}) \cdot \check{V}_{236f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1})]], \quad (160)$$

$$\check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.2}) = [\check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1}) \cdot \check{V}_{236f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.1})]], \quad (161)$$

$$\check{V}_{236f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.2})] = \check{\alpha}_{236f^*l^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.2}) \cdot \check{V}_{235f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V235}, \varepsilon_{V235.2})], \quad (162)$$

$$\check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1}) = \check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237} - 1, \varepsilon_{V237.2}), \quad (163)$$

$$\check{V}_{237f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1})] = \check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1}) \cdot \check{V}_{236f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.2})], \quad (164)$$

$$\check{V}_{237f^*l^*\Sigma}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1}) \cdot \check{V}_{237f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1})]], \quad (165)$$

$$\check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2}) = [\check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1}) \cdot \check{V}_{237f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.1})]], \quad (166)$$

$$\check{V}_{237f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2})] = \check{\alpha}_{237f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2}) \cdot \check{V}_{236f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V236}, \varepsilon_{V236.2})], \quad (167)$$

$$\check{\alpha}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1}) = \check{\alpha}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238} - 1, \varepsilon_{V238.2}), \quad (168)$$

$$\check{V}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1}) = \check{\alpha}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1}) \cdot \check{V}_{237f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2})], \quad (169)$$

$$\check{V}_{238f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\check{\alpha}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1}) \cdot \check{V}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1})], \quad (170)$$

$$\check{\alpha}_{238f^*l^*n^*r}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.2}) = [\check{\alpha}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1}) \cdot \check{V}_{238f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.1})], \quad (171)$$

$$\check{V}_{238f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.2})] = \check{\alpha}_{238f^*l^*n^*r}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.2}) \cdot \check{V}_{237f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2})], \quad (172)$$

$$\check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1}) = \check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239} - 1, \varepsilon_{V239.2}), \quad (173)$$

$$\check{V}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1}) = \check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1}) \cdot \check{V}_{238f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.2})], \quad (174)$$

$$\check{V}_{239f^*l^*n^*\Sigma}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1}) = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}} [\check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1}) \cdot \check{V}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1})], \quad (175)$$

$$\check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.2}) = [\check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1}) \cdot \check{V}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.1})], \quad (176)$$

$$\check{V}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.2})] = \check{\alpha}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.2}) \cdot \check{V}_{238f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V238}, \varepsilon_{V238.2})], \quad (177)$$

$$\check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1}) = \check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240} - 1, \varepsilon_{V240.2}), \quad (178)$$

$$\check{V}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1}) = \check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1}) \cdot \check{V}_{239f^*l^*n^*m^*i}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V239}, \varepsilon_{V239.2})], \quad (179)$$

$$\check{V}_{240f^*l^*n^*m^*i\Sigma}(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1}) = \sum_{r=1}^{R_{Vf^*l^*n^*m^*I_{f^*l^*n^*m^*}}} [\check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1}) \cdot \check{V}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1})], \quad (180)$$

$$\check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.2}) = [\check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1}) \cdot \check{V}_{240f^*l^*n^*m^*i\Sigma}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.1})], \quad (181)$$

$$\check{V}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V240}, \varepsilon_{V240.2})] = \check{\alpha}_{240f^*l^*n^*m^*ir}^*(k_{V240}, \varepsilon_{V240.2}) \cdot \check{V}_{239f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V239}, \varepsilon_{V239.2})], \quad (182)$$

$$\check{\alpha}_{241f^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1}) = \check{\alpha}_{241f^*}^*(k_{V241} - 1, \varepsilon_{V241.2}), \quad (183)$$

$$\check{V}_{241f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1})] = \check{\alpha}_{241f^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1}) \cdot \check{V}_{229.19}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})], \quad (184)$$

$$\check{V}_{241\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1})] = \sum_{f^*=1}^{F^*} [\check{\alpha}_{241f^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1}) \cdot \check{V}_{241f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1})]], \quad (185)$$

$$\check{\alpha}_{241f^*}^*(k_{V241}, \varepsilon_{V241.2}) = [\check{\alpha}_{241f^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1}) \cdot \check{V}_{241f^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.1})]], \quad (186)$$

$$\check{V}_{241f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.2})] = \check{\alpha}_{241f^*}^*(k_{V241}, \varepsilon_{V241.2}) \cdot \check{V}_{229.19}^{***}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V229}, \varepsilon_{V229.2})], \quad (187)$$

$$\check{\alpha}_{242f^*l^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1}) = \check{\alpha}_{242f^*l^*}^*(k_{V242} - 1, \varepsilon_{V242.2}), \quad (188)$$

$$\check{V}_{242f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1})] = \check{\alpha}_{242f^*l^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1}) \cdot \check{V}_{241f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.2})], \quad (189)$$

$$\check{V}_{242f^*\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1})] = \sum_{l^*=1}^{L_{f^*}} [\check{\alpha}_{242f^*l^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1}) \cdot \check{V}_{242f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1})]], \quad (190)$$

$$\check{\alpha}_{242f^*l^*}^*(k_{V242}, \varepsilon_{V242.2}) = [\check{\alpha}_{242f^*l^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1}) \cdot \check{V}_{242f^*l^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.1})]], \quad (191)$$

$$\check{V}_{242f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.2})] = \check{\alpha}_{242f^*l^*}^*(k_{V242}, \varepsilon_{V242.2}) \cdot \check{V}_{241f^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V241}, \varepsilon_{V241.2})], \quad (192)$$

$$\check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1}) = \check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}^*(k_{V243} - 1, \varepsilon_{V243.2}), \quad (193)$$

$$\check{V}_{243f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1})] = \check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1}) \cdot \check{V}_{242f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.2})], \quad (194)$$

$$\check{V}_{243f^*l^*\Sigma}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1})] = \sum_{n^*=1}^{N_{f^*l^*}} [\check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1}) \cdot \check{V}_{243f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1})]], \quad (195)$$

$$\check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2}) = [\check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1}) \cdot \check{V}_{243f^*l^*n^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V243}, \varepsilon_{V243.1})]], \quad (196)$$

$$\check{V}_{243f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2})] = \check{\alpha}_{243f^*l^*n^*}^*(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2}) \cdot \check{V}_{242f^*l^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V242}, \varepsilon_{V242.2})], \quad (197)$$

$$\check{\alpha}_{244f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1}) = \check{\alpha}_{244f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V244} - 1, \varepsilon_{V244.2}), \quad (198)$$

$$\check{V}_{244f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1}) = \check{\alpha}_{244f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1}) \cdot \check{V}_{243f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2})], \quad (199)$$

$$\check{V}_{244f^*l^*n^*\Sigma}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1}) = \sum_{m^*=1}^{M_{f^*l^*n^*}} [\check{\alpha}_{244f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1}) \cdot \check{V}_{244f^*l^*n^*m^*}^*(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1})], \quad (200)$$

$$\check{\alpha}_{244f^*l^*n^*r}^*(k_{V244}, \varepsilon_{V244.2}) = [\check{\alpha}_{244f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1}) \cdot \check{V}_{244f^*l^*n^*r}^*(k_{V244}, \varepsilon_{V244.1})], \quad (201)$$

$$\check{V}_{244f^*l^*n^*m^*}^*[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.2})] = \check{\alpha}_{244f^*l^*n^*r}^*(k_{V244}, \varepsilon_{V244.2}) \cdot \check{V}_{243f^*l^*n^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V237}, \varepsilon_{V237.2})], \quad (202)$$

$$\check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1}) = \check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245} - 1, \varepsilon_{V245.2}), \quad (203)$$

$$\check{V}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1}) = \check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1}) \cdot \check{V}_{244f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.2})], \quad (204)$$

$$\check{V}_{245f^*l^*n^*m^*\Sigma}(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1}) = \sum_{i=1}^{I_{f^*l^*n^*m^*}} [\check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1}) \cdot \check{V}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1})], \quad (205)$$

$$\check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245}, \varepsilon_{V245.2}) = [\check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1}) \cdot \check{V}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245}, \varepsilon_{V245.1})], \quad (206)$$

$$\check{V}_{245f^*l^*n^*m^*i}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V245}, \varepsilon_{V245.2})] = \check{\alpha}_{245f^*l^*n^*m^*i}^*(k_{V245}, \varepsilon_{V245.2}) \cdot \check{V}_{244f^*l^*n^*m^*}^{**}[\lambda_{f^*l^*n^*m^*}(k_{V244}, \varepsilon_{V244.2})]. \quad (207)$$

Заключение

Приведенные в статье математические основы презентуемого метода являются логическим продолжением представленных в статьях [1-14] математических основ оптимального управления всеми процессами социально-экономического развития на территории и развивают разрабатываемую автором Методологию оптимального online квантового адаптивного управления СЭВ на территории в части разработки и изложения метода:

→ *оптимизации взаимодействий слоёв оптимальных преобразований V_{17-V20} в Агломерации оптимальных преобразований A_{V5} на основе результатов орт преобразований в агломерации A_{V21} ;*

→ *определения оптимальной значимости, оптимального вклада и достигнутого оптимального уровня возможностей СЭР в указанных слоях оптимальных преобразований в Агломерации A_{V5} в подсистеме СЭР_У на основе результатов орт преобразований в Агломерации A_{V21} .*

Последовательно раскрыт функционал новой Агломерации оптимизационных процедур A_{V21} (слои оптимальных преобразований $V_{201-V245}$). При изложении математических основ представленного в статье метода сохранена и развита уникальная система обозначений, единая в [1-14].

Представленные в [1-14] и в настоящей статье математические основы разрабатываемой автором Методологии включают 411 слоёв различных оптимальных преобразований, описанных в 2046 взаимосвязанных математических выражениях, и составляют единую математическую платформу для исследования всего комплекса вопросов оптимального управления СЭВ на территории в парадигме и признаковом пространстве Методологии, ориентированной на применение современных и перспективных достижений в области цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Развитие и изложение математических основ авторской Методологии орт управления СЭВ на территории будут продолжены в последующих статьях цикла.

Список использованной литературы:

1. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 1: Авторские методы и математические модели оптимального управления, лежащие в фундаменте создания и развития методологии [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2025. №8-1/2025.С. 51-64.
2. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 2: Метод многослойной online оптимизации квантового управления социально-экономическими взаимодействиями на основе многофакторного анализа распределённых данных о возможностях социально-экономического развития территории и способностях их нарастить [Текст] //Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 2-2-1/2026. С. 136-148.
3. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 3: Метод многослойной многофакторной системной online оптимизации управления социально-экономическим развитием различных сфер жизнедеятельности на территории (СЭР_Н) на основе оптимального множественного выбора победителей и распределения между ними квантов возможностей СЭР_Н [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 3-1/2026. С. 97-111.
4. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 4: Метод многослойного и многофакторного online квантового оптимального управления процессами распределения интегральных и дифференциальных возможностей социально-экономического развития между субъектами социально-экономических взаимодействий на территории в ходе удовлетворения их

социально-экономических потребностей [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 3-2/2026. С. 131-146.

5. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 5: Метод многослойного online opt распределения возможностей социально-экономического развития в комплексе “СЭР_V[2] + СЭР_H[3] + СЭР_W[4]” и opt объединения результатов выполнения принятых решений при оценке эффективности opt управления социально-экономическими взаимодействиями на территории [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 4 - 1/2026. С. 99 - 112.

6. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 6: Метод расширения признакового пространства методологии [1-5] при opt многослойном учёте спроса субъектов СЭВ на возможности социально-экономического развития на территории и opt формировании многофакторных способностей субъектов СЭВ наращивать указанные возможности при их использовании [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 4 - 2/2026. С. 147 - 160.

7. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 7: Метод opt распределения общего ресурса развития территории, определения системных характеристик, возможностей и признакового пространства исследований, охватываемых методологией, opt уровня возможностей для удовлетворения социально-экономических потребностей в комплексе “СЭР_V + СЭР_H + СЭР_W” [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 5 - 2 - 1/2026. С. 107 - 120.

8. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 8: Метод оценки эффективности и opt распределения инвестиций в СЭР территории, opt учёта ценности каждого кванта возможностей СЭР при opt управлении СЭВ на территории, обеспечивающем тах уровень качества жизни её населения [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 6 - 1- 2/2026. С. 90 - 104.

9. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 9: Метод opt управления процессами формирования и распределения возможностей СЭР в комплексе “СЭР_V + СЭР_H + СЭР_W” на территории с учётом opt СЭВ с другими территориями и оптимального восполнения утраченных возможностей сэр при их многофакторном сокращении в ходе применения [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 6 - 2/2026. С. 141 - 154.

10. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 10: Метод определения и оптимизации вкладов и значимости агломераций оптимизационных процедур $A_{V1} - A_{V5}, A_{H1} - A_{H6}, A_{W1} - A_{W6}$, реализующих многослойный оптимальный множественный выбор в оптимальном online квантовом управлении в подсистемах СЭР_V, СЭР_H, СЭР_W [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 7 - 1 /2026. С. 90 - 109.

11. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 11: Метод оптимального учёта результатов контроля выполнения принимаемых решений и оптимального распределения возможностей СЭР с учётом многофакторного спроса со стороны источников утраты возможностей СЭР в ходе оптимального управления подсистемами СЭР_V, СЭР_H, СЭР_W [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 7 - 2 /2026. С. 54 - 67.

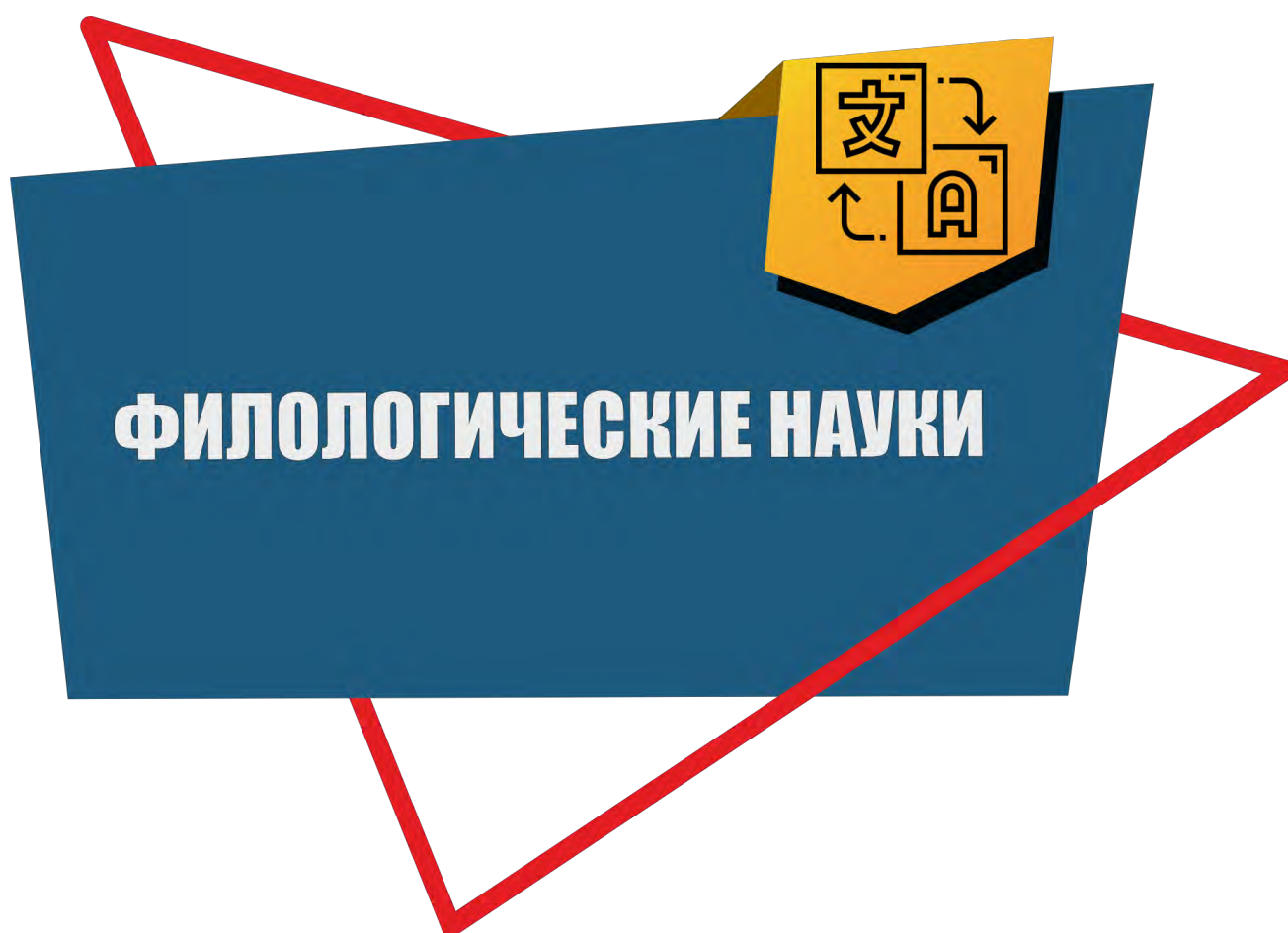
12. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 12: Метод наращивания возможностей СЭР в ходе опт управления подсистемой СЭР_V за счёт опт взаимодействий в агломерациях $A_{V1} - A_{V5}$ на основе результатов опт преобразований в агломерациях $A_{V11} - A_{V15}$ и опт распределения возможностей СЭР между взаимодействующими территориями с учётом их многофакторных запросов [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 8 - 1/2026. С. 56 - 65.

13. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 13: Метод наращивания возможностей социально-экономического развития субъектов СЭВ на территории в ходе опт управления подсистемой СЭР_V за счёт оптимизации взаимодействий слоёв оптимальных преобразований в Агломерациях $A_{V1} - A_{V3}$ на основе результатов опт преобразований в агломерациях $A_{V17} - A_{V19}$ [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026. № 8 - 2 /2026. С. 37 - 50.

14. Устюгов Ю.А. Математические основы методологии оптимального online квантового адаптивного управления социально-экономическими взаимодействиями на территории. Часть 14: Метод наращивания возможностей социально-экономического развития субъектов СЭВ на территории в ходе опт управления подсистемой СЭР_V за счёт оптимизации взаимодействий слоёв оптимальных преобразований в Агломерации A_{V4} на основе результатов опт преобразований в агломерации A_{V20} [Текст] // Международный научный журнал Инновационная наука. 2026.

№ 9 - 1/2026. С. 32 - 42.

© Устюгов Ю.А., 2026



УДК 811.161.1'243:378.147

Гулыева К.
Мухаммедов С.
студент

Туркменского сельскохозяйственного университета имени С. А. Ниязова.

Кашанова Г.
преподаватель

Педагогического средне-профессионального училища
имени Бердимухамеда Аннаева города Аркадаг.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация

Статья посвящена анализу актуальных направлений и тенденций в развитии методики преподавания русского языка как иностранного (РКИ) в условиях современной образовательной парадигмы. Рассматривается трансформация традиционных лингводидактических подходов под влиянием цифровизации, гуманитаризации и глобализации образовательного пространства. Особое внимание уделяется интеграции гибридных и дистанционных форм обучения, использованию мультимедийных технологий, а также реализации коммуникативно-деятельностного и лингвокультурологического подходов. В работе обосновывается необходимость адаптации методических систем к меняющимся потребностям и индивидуально-психологическим особенностям современных иностранных учащихся.

Ключевые слова:

русский язык как иностранный, методика преподавания, лингводидактика, цифровизация образования, коммуникативный подход, лингвокультурология, дистанционное обучение.

Введение Современная система образования переживает этап глубокой трансформации, вызванной динамичным развитием информационно-коммуникационных технологий, изменением характера межкультурного взаимодействия и переосмыслением ключевых задач лингводидактики. В этом контексте методика преподавания русского языка как иностранного (РКИ) выступает как гибкая, постоянно развивающаяся дисциплина, реагирующая на глобальные вызовы и новые образовательные стандарты. Русский язык продолжает сохранять статус одного из важнейших языков международного общения, науки и культуры, что обуславливает стабильный интерес к его изучению со стороны иностранных учащихся по всему миру.

Традиционная методика преподавания РКИ, сформировавшаяся во второй половине XX века и базировавшаяся на прочном грамматико-переводном и сознательно-практическом фундаментах, сегодня активно обогащается новыми концепциями. Ключевым вектором развития становится смещение акцента с простого усвоения языковой системы (грамматических правил, лексических единиц и фонетических норм) на формирование комплексной иноязычной коммуникативной компетенции. Современный иностранный студент должен не только правильно конструировать высказывания, но и эффективно решать практические коммуникативные задачи в различных сферах общественной, академической и профессиональной жизни.

Заметную роль в современной лингводидактической парадигме играет лингвокультурологический подход, предполагающий неразрывную связь изучения языка с освоением национальной культуры, традиций, ценностных ориентиров и прецедентных текстов страны изучаемого языка. Формирование

межкультурной компетенции позволяет учащимся преодолевать культурные барьеры, предотвращать коммуникативные сбои и адекватно интерпретировать невербальное и вербальное поведение носителей языка.

Отдельным фактором, определившим векторы развития методики, стала масштабная цифровизация образовательной среды. Внедрение электронных лингводидактических ресурсов, обучающих платформ, мобильных приложений, интеллектуальных тренажеров и средств виртуальной реальности кардинально изменило архитектуру учебного процесса. Гибридное и дистанционное обучение из экспериментальных форматов превратились в стандартную практику, что потребовало от преподавателей РКИ разработки новых методических материалов, пересмотра принципов контроля знаний и создания интерактивных контентов, поддерживающих высокую мотивацию учащихся.

Таким образом, развитие методики преподавания РКИ в современной образовательной системе представляет собой синергетический процесс, в котором классические академические традиции гармонично сочетаются с инновационными цифровыми инструментами и глубоким гуманитарным содержанием.

Список использованной литературы:

1. Азимов, Э. Г., Щукин, А. Н. Современный словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). 2020, Санкт-Петербург.
2. Пассов, Е. И. Основы коммуникативной теории и технологии иноязычного образования. 2021, Москва.
3. Московкин, Л.В., Шамонина, Л.В. Методика обучения русскому языку как иностранному: учебное пособие. 2022, Санкт-Петербург.

© Гулыева К., Мухаммедов С., Кашанова Г., 2026

УДК 811.111

Старцев С.С.

Студент 1 курса РТУ МИРЭА

г. Москва, РФ

Научный руководитель: Кравец О. С.

ассистент кафедры иностранных языков РТУ МИРЭА

г.Москва, РФ

ОТ LOL ДО СЛЕНГА ПОКОЛЕНИЯ Z: КАК ИНТЕРНЕТ СОЗДАЕТ НОВЫЙ АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Аннотация

В статье рассматривается влияние Интернета и социальных сетей на развитие современного английского языка. Цель исследования — выявить особенности формирования и распространения интернет-сленга. На примере LOL, rizz, brain rot, rage bait, skibidi и six-seven анализируются новые значения и способы образования лексики. Сделан вывод о том, что цифровая среда ускоряет языковые изменения и распространение новых выражений.

Ключевые слова:

английский язык, интернет-сленг, социальные сети, Gen Z, Gen Alpha, неологизмы, языковые изменения.

Английский язык никогда не стоял на месте. Одни слова постепенно выходят из употребления, другие появляются благодаря технологиям, культуре и обычной жизни. Но в последние десятилетия

изменение языка стало особенно заметным из-за Интернета. Сегодня новая фраза может появиться в небольшой онлайн-группе, попасть в TikTok или YouTube, а через несколько недель её уже используют люди из разных стран. Мне кажется интересным именно это: Интернет не просто даёт нам новые темы для разговора — он напрямую влияет на то, как мы разговариваем.

Если вспомнить ранний интернет-сленг, всё начиналось довольно просто. Пользователям хотелось писать быстрее, поэтому появились сокращения вроде LOL (laughing out loud), BRB (be right back) и OMG (oh my God). Сейчас они уже не кажутся чем-то необычным. LOL, например, легко встретить не только в старых чатах, но и в обычной переписке. Это хороший пример того, как форма, созданная ради удобства, может пережить первоначальный формат общения и стать частью повседневного неформального английского.

Хороший пример — rizz. Это слово обозначает стиль, обаяние или способность привлекать человека. В 2023 году Oxford Languages выбрал rizz словом года [4]. Сам Oxford отмечал, что такие слова, которые сначала живут внутри определённых интернет-сообществ, теперь могут за недели или месяцы выйти в массовую речь. И это, пожалуй, одно из главных отличий современного языкового процесса: раньше подобное распространение занимало значительно больше времени.

Следующий интересный пример — brain rot. В 2024 году Oxford Languages выбрал это выражение словом года после публичного голосования, в котором приняли участие более 37 000 человек [3]. В широком смысле brain rot связывают с чрезмерным потреблением простого, бессодержательного или повторяющегося онлайн-контента. Мне здесь особенно интересно не само слово, а то, что оно описывает целое поведение, связанное с цифровой средой. Получается, Интернет не просто создаёт новые названия для вещей — он помогает английскому языку называть новые привычки и даже новые культурные проблемы.

В 2025 году эту тенденцию продолжило выражение rage bait. Oxford Languages выбрал его словом года и определяет его как контент, специально созданный для того, чтобы вызвать раздражение или возмущение и тем самым получить больше просмотров или вовлечённости [5]. По данным Oxford Languages, за предыдущие 12 месяцев употребление этого выражения выросло втрое. Здесь особенно хорошо видно, как язык реагирует на изменения в цифровой культуре: сначала появляется новый тип поведения в Интернете, а затем для него появляется удобное и короткое название.

Ещё забавнее ситуация выглядит со сленгом Gen Alpha. Одним из самых заметных примеров стал 67, или six-seven. Dictionary.com назвал 67 своим словом года в 2025 году [1]. Самое необычное в этом выражении то, что у него нет одного стабильного значения. Оно связано с песней “Doot Doot (6 7)” рэпера Skrilla, вирусными видео и дальнейшим распространением среди школьников. Подробно происхождение и употребление этого выражения также разбирает Merriam-Webster [2]. Иногда six-seven используется почти просто ради шутки или как знак того, что человек понимает определённую интернет-культуру. Для меня это один из самых интересных примеров: слово может быть популярным даже тогда, когда его значение намеренно остаётся размытым.

Похожую роль играет skibidi. Оно тоже стало частью абсурдного интернет-юмора и часто используется без какого-либо конкретного смысла. Merriam-Webster приводит его как пример Gen Alpha slang и описывает как nonsense Internet term [2]. На первый взгляд кажется, что такие слова вообще не должны считаться частью языка. Но именно здесь Интернет показывает ещё одну особенность современной коммуникации. Иногда человеку важно не столько передать точную информацию, сколько показать, что он «в теме» и узнаёт определённый мем или культурный код. В таком случае слово работает почти как социальный сигнал.

Конечно, это не означает, что стандартный английский исчезает. Скорее, у людей появляется больше языковых режимов. С друзьями можно написать “no cap” или “that’s so cringe”, а в университетском эссе использовать гораздо более нейтральную лексику. Поэтому проблема не в самом сленге. На мой взгляд,

важнее уметь понимать контекст и переключаться между стилями. Если человек знает много сленговых слов, но не понимает, где их нельзя использовать, его английский вряд ли можно назвать действительно гибким.

Интернет интересен ещё и тем, что он ускоряет обычные процессы словообразования. Новые значения возникают у старых слов, несколько слов соединяются в одно выражение, а популярная фраза начинает использоваться как существительное или глагол. Например, *rage bait* состоит из двух давно существующих слов — *rage* и *bait*, но вместе они получили новое значение, связанное именно с цифровой коммуникацией. То есть интернет-сленг не создаётся из ничего: он использует привычные механизмы английского языка, просто делает их намного быстрее и заметнее.

Есть и другая причина такой скорости. Пользователи постоянно копируют популярные слова, меняют их и придумывают новые варианты. Мем может изменить первоначальный смысл выражения, а алгоритм социальной сети способен за короткое время показать одну и ту же фразу огромному количеству людей. Поэтому жизненный цикл слова иногда выглядит почти как цепочка: появление, вирусное распространение, изменение значения и либо исчезновение, либо закрепление в языке. Одни выражения забываются через несколько месяцев, а другие остаются надолго.

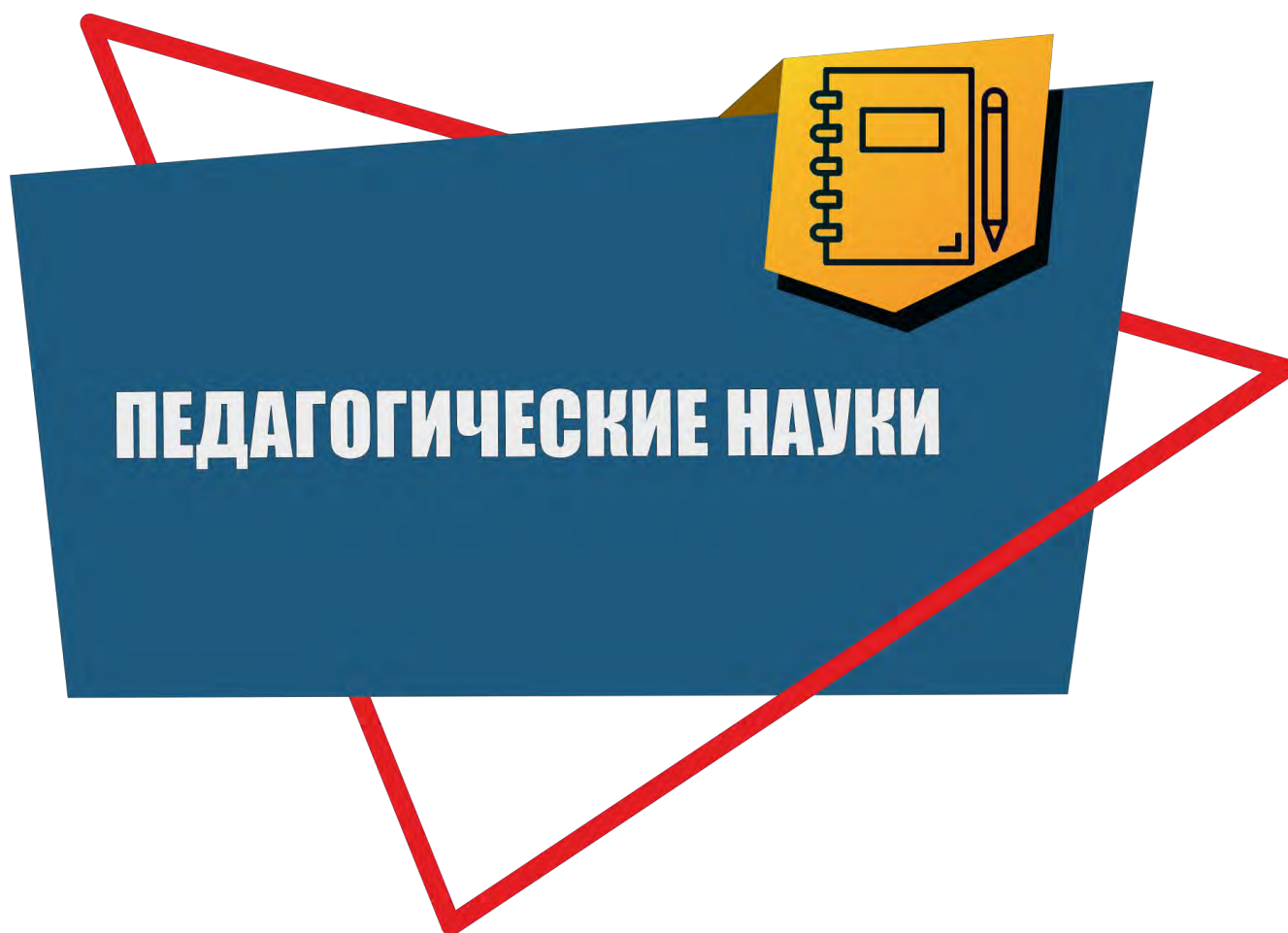
Таким образом, путь от *LOL* к *rizz*, *brain rot*, *rage bait* и *six-seven* показывает, насколько тесно сегодня связаны язык и цифровая культура. Интернет не «портит» английский и не превращает его в набор мемов. Он создаёт новую среду, в которой языковые изменения происходят быстрее, а новые слова могут за очень короткое время стать международными. Лично мне кажется, что наблюдать за этим процессом интереснее, чем просто учить новые слова по словарю: по ним можно понять, чем живёт общество и какие изменения происходят в его культуре.

К сентябрю 2026 года уже можно сказать, что интернет-сленг — это не просто временный набор шуток. Некоторые выражения действительно исчезают почти сразу, но другие проходят более длинный путь: от мема и переписки до словарей и обычной речи. И, скорее всего, эта тенденция будет продолжаться. Пока люди будут создавать новые цифровые сообщества, английский язык будет меняться вместе с ними.

Список использованной литературы:

1. Dictionary.com. Dictionary.com's 2025 Word of the Year Is... — URL: <https://www.dictionary.com/articles/word-of-the-year-2025> (дата обращения: 14.09.2026).
2. Merriam-Webster. Skibidi, Mog & More: Gen Alpha Slang. — URL: <https://www.merriam-webster.com/wordplay/gen-alpha-slang-in-the-dictionary/mog> (дата обращения: 14.09.2026).
3. Oxford University Press. 'Brain rot' named Oxford Word of the Year 2024. — URL: <https://corp.oup.com/news/brain-rot-named-oxford-word-of-the-year-2024/> (дата обращения: 14.09.2026).
4. Oxford University Press. Rizz crowned Oxford Word of the Year 2023. — URL: <https://corp.oup.com/news/rizz-crowned-oxford-word-of-the-year-2023/> (дата обращения: 14.09.2026).
5. Oxford University Press. The Oxford Word of the Year 2025 is rage bait. — URL: <https://corp.oup.com/news/the-oxford-word-of-the-year-2025-is-rage-bait/> (дата обращения: 14.09.2026).

© Старцев С.С., 2026



UDC 796.011.1:316.728-053.6

Annamov R.**Bashimov H.**

lecturer

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Bayjayev K.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

THE ROLE OF PHYSICAL EDUCATION AND MASS SPORTS IN SHAPING A HEALTHY LIFESTYLE AMONG YOUTH**Abstract**

This article examines the critical impact of physical education and mass sports on the formation of a healthy lifestyle among modern youth. It highlights how systematic physical activity serves not only as a mechanism for physical health enhancement, cardiovascular resilience, and metabolic balance, but also as a fundamental tool for psychological well-being, stress mitigation, and social integration. The paper analyzes the pedagogical and sociological aspects of mass sports involvement, identifying current challenges such as screen-induced sedentary behavior and digital fatigue. Recommendations are provided for modernizing educational curricula, leveraging digital fitness technology, and fostering accessible community infrastructure to cultivate sustainable health-oriented habits among the younger generation.

Keywords:

physical education, mass sports, healthy lifestyle, youth health, physical activity, sports sociology, health preservation, youth development.

Introduction

In the contemporary era of rapid technological advancement, urbanization, and widespread digitalization, the dynamic of everyday life for young people has undergone a profound transformation. While digital progress offers unprecedented access to information, global communication, and automated conveniences, it has simultaneously given rise to a systemic issue: a drastic reduction in daily physical exertion. The global shift toward screen-dominated study, work, and recreational environments has led to an increasingly sedentary lifestyle among adolescents and young adults. This physical inactivity—often termed hypodynamia—presents a major public health challenge, directly contributing to early-onset metabolic disorders, cardiovascular decline, musculoskeletal imbalances, and heightened levels of chronic psychological stress.

In this modern context, physical education and mass sports emerge not merely as recreational pursuits or optional extracurricular activities, but as crucial structural pillars in the holistic development and preservation of youth health. Physical education within academic institutions establishes the foundational motor skills, physiological discipline, and health literacy required for long-term well-being. However, institutional physical education alone is insufficient if it remains isolated from broader lifestyle habits. Mass sports—defined as accessible, non-professional sports activities open to all segments of the population—bridge this gap by embedding physical motion into the socio-cultural fabric of daily life.

The strategic role of mass sports lies in its inclusivity and community-building potential. Unlike elite high-performance athletics, which focus on selective physical talent, extreme physiological limits, and competitive victory, mass sports emphasize broad participation, personal progress, physical literacy, and psychological rejuvenation. When young people engage in local running clubs, team sports, fitness communities, or outdoor recreational activities, they internalize health as a social value rather than a clinical obligation. Mass sports create environments where peer interaction, constructive competition, and shared goals foster strong character traits, emotional stability, self-regulation, and resilience against destructive social behaviors, including substance abuse

and behavioral addictions.

Ultimately, shaping a healthy lifestyle among the youth requires a cohesive, modern paradigm that integrates structured physical education programs with vibrant, accessible mass sports infrastructure. By modernizing physical education curricula to align with youth interests, leveraging gamified digital tools, and developing inclusive municipal sports spaces, society can cultivate an enduring culture of health preservation—ensuring that the young generation matures into physically capable, mentally resilient, and socially active adults.

References:

1. Armstrong, N. and van Mechelen, W. (2017) Paediatric Exercise Science and Medicine. 3rd edn. Oxford: Oxford University Press.
2. Bailey, R. (2018) Physical Education and Sport in Schools: A Review of Benefits and Outcomes. London: Routledge.
3. Corbin, C.B., Welk, G.J., Corbin, W.R. and Welk, K.A. (2021) Concepts of Fitness and Wellness: A Comprehensive Lifestyle Approach. 13th edn. New York: McGraw-Hill Education.

© Annamov R., Bashimov H., Bayjayev K., 2026

UDC 37.035.3: 39

Begdurdyeva Ch.

Orazgeldiyeva A.

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Amansahedova G.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

THE ROLE OF NATIONAL TRADITIONS AND MODERN ENHANCEMENT METHODS IN THE LABOR EDUCATION OF YOUTH

Abstract

This article examines the synthesis of traditional national heritage and contemporary pedagogical technologies in the labor education of young people. Labor education serves as a fundamental pillar for fostering social responsibility, personal maturity, and economic adaptability among youth. By analyzing cultural traditions alongside modern interactive, digital, and competency-based enhancement methods, this study highlights how traditional values (such as respect for manual work, community cooperation, and mastery of craftsmanship) can be harmonized with modern educational tools (such as project-based learning, digital simulations, and career guidance technologies). The findings demonstrate that integrating national traditions with modern practices boosts youth engagement, preserves cultural identity, and prepares the younger generation for the demands of the contemporary labor market.

Keywords:

labor education, youth development, national traditions, pedagogical technology, vocational guidance, cultural heritage, modern educational methods

Introduction

Labor education stands as a vital dimension of holistic personal development and social integration. In an era characterized by rapid technological advancement, globalization, and shifting socioeconomic paradigms, the

process of preparing young people for meaningful work extends beyond the mere acquisition of professional skills. It encompasses the cultivation of a conscientious attitude toward labor, strong moral values, work ethics, adaptability, and social responsibility. Historically, the foundation of labor education was rooted in national traditions, family structures, and community practices. Every culture has developed unique mechanisms for transmitting work habits, respect for physical and intellectual labor, and craft mastery from one generation to the next. Cultural values such as communal assistance, respect for the tools of production, craftsmanship, and environmental stewardship served as the informal curriculum through which youth transitioned into functional, contributing members of society.

However, the rapid digital transformation of the global economy and the emergence of new occupational fields present significant challenges to traditional labor education models. Contemporary youth often face a disconnect between traditional work ethics and the fast-paced, tech-driven expectations of the modern job market. Standard academic methods alone are frequently insufficient to cultivate active labor initiative, problem-solving capabilities, and long-term career orientation. To bridge this gap, modern educational science emphasizes enhancement methods—including interactive learning, digital simulations, project-based activities, competency-focused frameworks, and workplace mentorship programs.

The central problem lies in preventing two critical extremes: relying exclusively on outdated traditional methods that fail to resonate with digitally native youth, or completely discarding traditional heritage in favor of technocratic approaches that lack moral and cultural grounding. A balanced educational framework must recognize that national traditions provide the ethical foundation and identity, while modern methods offer the relevant tools, efficiency, and market alignment needed today.

The primary objective of this article is to analyze how national traditions and modern enhancement methods can be systematically integrated to optimize the labor education of youth. By examining traditional values—such as community cooperation, family-based apprenticeship, and respect for natural resources—alongside modern pedagogical tools—such as Gamification, STEM/STEAM labor projects, and career simulators—this paper articulates a hybrid framework for youth labor training that honors cultural roots while addressing future economic demands.

References:

1. Ivanov, P. V., and Smirnov, A. M. Theoretical Foundations of Youth Labor Education and Vocational Guidance. 2020, Sankt-Peterburg.
2. Smith, J. R., and Taylor, L. Modern Pedagogical Technologies in Work-Based Learning. 2021, London.
3. Petrov, K. A. Ethno-Pedagogy and National Traditions in the Formation of Young Workers. 2022, Moscow.

© Begdurdyeva Ch., Orazgeldiyeva A., Amansahedova G., 2026

UDC 611:004.94

Ovezgeldiyeva E., senior lecturer

Ashyrmuhammedov Sh., student

International horse breeding academy named after Aba Annayev

Annaberdyeva A., lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

3D VISUALIZATION AND COMPUTER MODELING TECHNIQUES IN MODERN ANATOMICAL EDUCATION

Abstract

This article examines the transformative role of 3D visualization and computer modeling techniques in

contemporary medical education, focusing specifically on anatomical studies. Modern technological advances have shifted the paradigm from traditional cadaveric dissection and two-dimensional atlas illustrations toward dynamic, interactive digital modeling. By integrating virtual reality (VR), augmented reality (AR), and patient-specific computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI) reconstructions, educators can offer immersive volumetric spatial perspectives that enhance student comprehension. This review details the primary methodologies of digital anatomical modeling, evaluates pedagogical efficacy, addresses present limitations such as software accessibility and high deployment costs, and discusses future prospects in artificial intelligence-driven personalized medical training.

Keywords:

3D visualization, computer modeling, anatomical education, virtual reality, digital anatomy, medical training.

Introduction

Anatomy serves as the foundational pillar of medical education, providing future physicians, surgeons, and healthcare professionals with the structural knowledge required for diagnostic clinical reasoning and therapeutic intervention. For centuries, traditional anatomical instruction has relied primarily on cadaveric dissection, prosected specimens, and physical models, supplemented by two-dimensional illustrations in textbooks and print atlases. While cadaveric dissection remains a historic gold standard for understanding tissue tactile feel and spatial relationships, it faces increasing challenges in modern curricula. Educational institutions globally encounter significant hurdles, including high procurement and maintenance costs, ethical considerations, strict organ preservation protocols, and reduced laboratory hours allocated to anatomical disciplines in shortened preclinical curricula.

To address these spatial learning constraints, recent advances in computer science and digital graphics have introduced sophisticated 3D visualization and computer modeling techniques into the classroom. Digital anatomy tools leverage volumetric rendering algorithms, interactive software, and advanced hardware—such as high-definition touch interfaces, head-mounted displays, and stereoscopic projection systems. By converting two-dimensional cross-sectional imaging data derived from computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) into high-fidelity three-dimensional surface meshes, computer models allow learners to manipulate, rotate, dissect, and reconstruct complex anatomical structures in a virtual space.

The pedagogical rationale for integrating 3D digital modeling lies in the enhancement of spatial orientation and conceptual comprehension. Human anatomy is intrinsically three-dimensional, dense, and interrelated; classic 2D representations force students to perform mental transformations to synthesize flat images into volumetric structures. This mental rotation task imposes a high cognitive load, particularly on novice learners. Computer modeling mitigates this burden by allowing real-time interaction, layer-by-layer virtual dissection, and dynamic visualization of physiological processes, such as vascular hemodynamics or musculoskeletal mechanics.

Furthermore, digital anatomy tools facilitate self-directed, repeatable learning environments. Unlike fragile biological specimens, virtual models suffer no degradation, allowing students unlimited attempts to explore intricate anatomical regions, such as the cranial base, pelvic floor, or inner ear structures. Advanced modalities, including Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR), take this a step further by offering immersive environments where multi-user interaction and spatial immersion deepen engagement and memory retention.

Despite these advantages, computer-based anatomical education is not intended to eliminate classical teaching methods entirely, but rather to complement them in a hybrid educational framework. While digital models excel at presenting clear spatial relationships, color-coded vascular trees, and idealized structural variations, they often lack the authentic tactile feedback (haptics) and natural biological variations inherent to human cadavers. Consequently, current medical pedagogical research emphasizes integrating virtual modeling with physical prosections to create balanced, technologically enriched curricula. Understanding the technical

foundations, pedagogical efficacy, and practical implementation strategies of these modern computer modeling techniques is vital for shaping the next generation of medical education.

References:

1. Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2020). *Gray's Anatomy for Students* (4th ed.). Elsevier.
2. Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. (2022). *Clinically Oriented Anatomy* (9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
3. Standring, S. (Ed.). (2021). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (42nd ed.). Elsevier.

© Ovezgeldiyeva E., Ashyrmammedov Sh., Annaberdyeva A., 2026

УДК 37

Ovezgeldiyeva Ejegul,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Guychgeldiyeva Jeren,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

PEDAGOGICAL STRATEGIES FOR INTEGRATING BUSINESS INNOVATION AND ENTERPRISE EDUCATION IN MODERN ACADEME

Abstract

The continuous acceleration of the global economy and the increasing complexity of modern industrial markets require a fundamental transformation in educational philosophy, urging a decisive shift from traditional passive instruction toward an integrated model of pedagogical innovation and entrepreneurial empowerment. This comprehensive article explores the theoretical foundations, structural frameworks, and practical classroom methodologies necessary to embed commercial acumen, risk management principles, and innovative problem-solving directly into academic curricula across diverse educational levels. By redefining educational institutions as dynamic incubators for real-world enterprise, modern pedagogy equips students with the critical thinking, financial literacy, and visionary leadership capabilities required to transition from conventional learners to proactive business founders. The proposed academic framework demonstrates how strategic curricular modernization actively fosters economic resilience, enhances practical skill acquisition, and drives sustainable, long-term prosperity in contemporary societies worldwide.

Keywords:

pedagogy, entrepreneurship education, educational innovation, commercial acumen,
curriculum development, business management, economic resilience.

Introduction

The contemporary professional landscape operates within an exceptionally complex, highly competitive, and technologically driven global marketplace that stands in sharp contrast to the traditional methods historically taught in schools and universities. For decades, formal education remained strictly focused on theoretical knowledge transmission and specialized disciplinary mastery, frequently neglecting the vital commercial,

financial, and strategic competencies essential for navigating modern market fluctuations and entrepreneurial ventures. However, achieving sustainable economic development in the twenty-first century requires graduates to act as proactive innovators capable of managing intricate business operations, leveraging digital e-commerce channels, and identifying lucrative commercial niches. Consequently, modern pedagogical science must enact a paradigm shift by systematically fusing educational theory with enterprise creation. This vital integration equips learners with the economic literacy, adaptability, and forward-thinking leadership capabilities necessary to transform academic knowledge into scalable, highly innovative business ventures that stimulate vibrant regional and global economic growth.

Main Part

The successful realization of an entrepreneurial curriculum demands a comprehensive redesign of the educational environment, replacing passive lecture-based instruction with immersive, project-based enterprise creation and experiential learning methodologies. In this modernized framework, educators function as mentors and facilitators of innovation who guide students through the complete lifecycle of a commercial venture—from initial market viability assessments and sustainable resource allocation to detailed financial forecasting and strategic risk management under volatile market conditions. Learners are actively encouraged to evaluate their local and digital ecosystems for untapped commercial opportunities, such as tech startups, consultancy services, value-added product design, or community-driven enterprise initiatives, and construct rigorous, actionable business plans around their findings. By treating academic training grounds as active micro-incubators of enterprise, educational institutions cultivate proactive problem-solving abilities, shifting the student mindset from dependent job seekers to independent, innovative business leaders.

Furthermore, the accelerated digitalization of the global economy necessitates that contemporary pedagogical strategies fully embrace technological entrepreneurship and data-driven management practices. Modern commercial enterprises rely heavily on digital transformation tools, automated financial tracking systems, data analytics, and direct-to-consumer digital marketing platforms to optimize operations and maximize market reach. Integrating these advanced technological tools into academic curricula enables students to master digital supply chain management, advanced consumer behavior analytics, and digital brand positioning. Learners engage directly with modern e-commerce ecosystems, discovering how to leverage online platforms to reach international audiences, reduce operational overhead costs, and enhance overall organizational efficiency through smart software applications. This technological fluency ensures that professional education remains profoundly relevant, attractive to tech-savvy younger generations, and tightly synchronized with the demands of a high-tech global market.

In addition to economic and technological proficiencies, embedding entrepreneurship into educational pedagogy profoundly impacts community leadership, social responsibility, and cooperative economic development. Modern business education emphasizes collective enterprise, ethical leadership, and regional value-chain integration, teaching students how to build robust collaborative networks that elevate entire communities rather than isolated individual ventures. When young professionals are trained to foster community-centric innovations, such as social entrepreneurship models, shared business incubators, and sustainable resource-conservation frameworks, they actively combat economic stagnation and generate diversified, high-value local employment opportunities. This holistic educational approach ensures that academic institutions serve as powerful, transformative engines for both personal economic empowerment and long-term regional sustainability.

Conclusion

The convergence of pedagogical science, entrepreneurial training, and modern curriculum design offers an indispensable pathway for addressing the intricate economic and social challenges confronting contemporary societies. By systematically embedding business management principles, digital technology literacy, and market-oriented strategies into educational frameworks, institutions can cultivate a new generation of resilient,

economically proactive, and innovative leaders. This multidimensional approach successfully dissolves the historical boundaries between academic theory and commercial execution, ensuring that professional training remains deeply relevant, adaptable, and fully responsive to the fluctuating demands of the global marketplace.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated educational model requires coordinated, long-term commitment from institutional leaders, policymakers, and curriculum developers. Future initiatives must prioritize the expansion of practical business incubators, the continuous professional development of educators in modern economic methodologies, and the strengthening of cooperative partnerships between academic institutions and commercial enterprises. Through these strategic advancements, educational communities can unlock the boundless potential of students, empowering them to pioneer prosperous, innovative, and sustainable futures for generations to come.

References:

1. Education Sciences, Entrepreneurship Education Pedagogical Approaches in Higher Education, Ana Luísa Rodrigues, MDPI AG, 2023 Cited by: 184
2. Journal of Business Venturing, Entrepreneurial Education and Curriculum Design in Higher Learning, Elsevier, 2024
3. International Journal of Educational Management, Fostering Commercial Acumen and Innovation Skills in Modern Schools, Springer, 2023
4. Entrepreneurship Theory and Practice, Digital Transformation and Business Competencies in Educational Frameworks, SAGE Publications, 2025
5. Journal of Small Business Management, Modernizing Vocational and Academic Curricula for Global Market Integration, Wiley, 2023

© Ovezgeldiyeva E., Guychgeldiyeva J., 2026

УДК 37

Ovezgeldiyeva Ejegul,

lecturer

International Horse breeding academy named after Aba Annaev

Arkadag, Turkmenistan

Gokgozov Bayramdurdy,

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

International University of Industrialists and Entrepreneurs

Ashgabat, Turkmenistan

TRANSFORMING EDUCATIONAL PARADIGMS: FOSTERING ENTREPRENEURIAL COMPETENCIES AND COMMERCIAL ACUMEN IN MODERN ACADEMIC CURRICULA

Abstract

The rapidly shifting global economy and the increasing complexities of the modern marketplace require a fundamental evolution in contemporary educational systems, urging a decisive transition from traditional instructional paradigms toward an integrated model of pedagogical innovation and entrepreneurial

empowerment. This comprehensive article explores the theoretical foundations, structural methodologies, and practical instructional strategies necessary to embed business acumen, risk-management principles, and market-driven problem-solving directly into academic curricula across diverse disciplines. By redefining educational institutions as dynamic incubators for commercial enterprise, modern pedagogy equips students with the critical thinking, financial literacy, and visionary leadership capabilities required to transition from conventional learners to proactive business founders. The proposed educational framework demonstrates how strategic curricular modernization actively fosters economic resilience, enhances practical skill acquisition, and drives sustainable, long-term prosperity in contemporary societies worldwide.

Keywords:

pedagogy, entrepreneurship, educational innovation, business management, commercial acumen, curriculum development, economic resilience.

Introduction

The contemporary professional landscape operates within an exceptionally complex, highly competitive, and technologically driven global marketplace that stands in sharp contrast to the traditional methods historically taught in schools and universities. For decades, formal education remained strictly focused on theoretical knowledge transmission and specialized disciplinary mastery, frequently neglecting the vital commercial, financial, and strategic competencies essential for navigating modern market fluctuations and entrepreneurial ventures. However, achieving sustainable economic development in the twenty-first century requires graduates to act as proactive innovators capable of managing intricate business operations, leveraging digital e-commerce channels, and identifying lucrative commercial niches. Consequently, modern pedagogical science must enact a paradigm shift by systematically fusing educational theory with enterprise creation. This vital integration equips learners with the economic literacy, adaptability, and forward-thinking leadership capabilities necessary to transform academic knowledge into scalable, highly innovative business ventures that stimulate vibrant regional and global economic growth.

Main Part

The successful realization of an entrepreneurial curriculum demands a comprehensive redesign of the educational environment, replacing passive lecture-based instruction with immersive, project-based enterprise creation and experiential learning methodologies. In this modernized framework, educators function as mentors and facilitators of innovation who guide students through the complete lifecycle of a commercial venture—from initial market viability assessments and sustainable resource allocation to detailed financial forecasting and strategic risk management under volatile market conditions. Learners are actively encouraged to evaluate their local and digital ecosystems for untapped commercial opportunities, such as tech startups, consultancy services, value-added product design, or community-driven enterprise initiatives, and construct rigorous, actionable business plans around their findings. By treating academic training grounds as active micro-incubators of enterprise, educational institutions cultivate proactive problem-solving abilities, shifting the student mindset from dependent job seekers to independent, innovative business leaders.

Furthermore, the accelerated digitalization of the global economy necessitates that contemporary pedagogical strategies fully embrace technological entrepreneurship and data-driven management practices. Modern commercial enterprises rely heavily on digital transformation tools, automated financial tracking systems, data analytics, and direct-to-consumer digital marketing platforms to optimize operations and maximize market reach. Integrating these advanced technological tools into academic curricula enables students to master digital supply chain management, advanced consumer behavior analytics, and digital brand positioning. Learners

engage directly with modern e-commerce ecosystems, discovering how to leverage online platforms to reach international audiences, reduce operational overhead costs, and enhance overall organizational efficiency through smart software applications. This technological fluency ensures that professional education remains profoundly relevant, attractive to tech-savvy younger generations, and tightly synchronized with the demands of a high-tech global market.

In addition to economic and technological proficiencies, embedding entrepreneurship into educational pedagogy profoundly impacts community leadership, social responsibility, and cooperative economic development. Modern business education emphasizes collective enterprise, ethical leadership, and regional value-chain integration, teaching students how to build robust collaborative networks that elevate entire communities rather than isolated individual ventures. When young professionals are trained to foster community-centric innovations, such as social entrepreneurship models, shared business incubators, and sustainable resource-conservation frameworks, they actively combat economic stagnation and generate diversified, high-value local employment opportunities. This holistic educational approach ensures that academic institutions serve as powerful, transformative engines for both personal economic empowerment and long-term regional sustainability.

Conclusion

The convergence of pedagogical science, entrepreneurial training, and modern curriculum design offers an indispensable pathway for addressing the intricate economic and social challenges confronting contemporary societies. By systematically embedding business management principles, digital technology literacy, and market-oriented strategies into educational frameworks, institutions can cultivate a new generation of resilient, economically proactive, and innovative leaders. This multidimensional approach successfully dissolves the historical boundaries between academic theory and commercial execution, ensuring that professional training remains deeply relevant, adaptable, and fully responsive to the fluctuating demands of the global marketplace.

Ultimately, realizing the full potential of this integrated educational model requires coordinated, long-term commitment from institutional leaders, policymakers, and curriculum developers. Future initiatives must prioritize the expansion of practical business incubators, the continuous professional development of educators in modern economic methodologies, and the strengthening of cooperative partnerships between academic institutions and commercial enterprises. Through these strategic advancements, educational communities can unlock the boundless potential of students, empowering them to pioneer prosperous, innovative, and sustainable futures for generations to come.

References:

1. Education Sciences, Entrepreneurship Education Pedagogical Approaches in Higher Education, Ana Luísa Rodrigues, MDPI AG, 2023 Cited by: 184
2. Journal of Business Venturing, Entrepreneurial Education and Curriculum Design in Higher Learning, Elsevier, 2024
3. International Journal of Educational Management, Fostering Commercial Acumen and Innovation Skills in Modern Schools, Springer, 2023
4. Entrepreneurship Theory and Practice, Digital Transformation and Business Competencies in Educational Frameworks, SAGE Publications, 2025
5. Journal of Small Business Management, Modernizing Vocational and Academic Curricula for Global Market Integration, Wiley, 2023

© Ovezgeldiyeva E., Gokgozov B., 2026

UDC 37.018.43:004.9

Toyllyeva B.**Gurbanberdiyev B.**

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Hojamgulyyev D.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

GLORIOUS 35TH ANNIVERSARY OF INDEPENDENCE: IMPLEMENTATION AND EFFICIENCY OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION SYSTEM**Abstract**

This article explores the transformative journey of the national education system on the occasion of the glorious 35th anniversary of Independence. It focuses on the strategic implementation, practical integration, and overall efficiency of modern digital technologies across primary, secondary, and higher education frameworks. Over three and a half decades of sovereign development, modernizing human capital through advanced digital infrastructure, e-learning platforms, multimedia resources, and artificial intelligence tools has become a paramount priority. The paper analyzes key indicators of technological integration, assesses the pedagogical efficiency of interactive learning environments, and highlights the broader socio-economic impact of digital literacy on national progress.

Keywords:

digital technologies, education system, 35th anniversary of independence, e-learning, efficiency, educational technology, digital literacy, pedagogical innovation, information communication technologies (ict).

Introduction

The landmark occasion of the glorious 35th anniversary of Independence serves as a momentous milestone to reflect upon the comprehensive state-building achievements, strategic socio-economic transformations, and systemic modernization efforts that have reshaped the nation. Among the fundamental pillars driving long-term sovereign progress, the national education system stands as the core engine for cultivating human capital, fostering intellectual potential, and ensuring competitive development in an increasingly interconnected global economy. Over the past thirty-five years, education has evolved from traditional, textbook-centric models into a dynamic, tech-driven, and forward-looking ecosystem tailored to meet the demands of the 21st century.

At the heart of this comprehensive educational transformation lies the deliberate and widespread implementation of digital technologies. In the early years of independence, initial efforts focused primarily on establishing fundamental infrastructure—equipping educational institutions with basic computer hardware, establishing initial internet connectivity, and introducing fundamental computer science curricula. Today, the scope of educational digitalization extends far beyond basic hardware acquisition. The current paradigm incorporates high-speed fiber-optic network coverage, cloud-based learning management systems (LMS), interactive whiteboards, high-definition digital laboratories, distance education platforms, and modern artificial intelligence tools designed to personalize learning trajectories.

The efficiency of digital technology in education manifests across multiple dimensions. From a pedagogical perspective, digital platforms enable a shift from passive information intake to active, student-centered learning. Multimedia visual tools, virtual reality (VR) simulations, and interactive software make abstract scientific concepts tangible, thereby enhancing student engagement, retention rates, and critical thinking capabilities.

From an administrative and structural standpoint, digital integration streamlines institutional operations, automates assessment processes, ensures transparent monitoring of student performance, and provides equal access to high-quality instructional materials regardless of geographical location, effectively bridging the urban-rural educational divide.

Furthermore, the strategic adoption of digital tools aligns directly with national development strategies aimed at transitioning toward a knowledge-based digital economy. By embedding digital literacy into early schooling and higher education programs, the education system directly prepares a new generation of skilled specialists, software developers, engineers, and digital entrepreneurs who possess the requisite skill sets to lead national industries.

Celebrating 35 years of independent development offers a vital opportunity to quantitatively and qualitatively assess the return on investment in digital education. The continuous alignment of national curricula with international digital standards demonstrates that state-level investments in educational technology yield substantial long-term returns. As the educational landscape continues to embrace emerging innovations—such as adaptive AI tutoring systems, big data analytics for learning outcomes, and global open-access research databases—the ongoing digital evolution ensures that the national education system remains resilient, flexible, and prepared to handle global intellectual challenges in the decades ahead.

References:

1. Aliyev, A. B. Digitalization of National Education Systems: Trends and Prospects. 2021, Moscow.
2. Brown, M., and Smith, P. Higher Education in the Digital Age: Infrastructure and Efficiency. 2019, London.
3. Ivanov, V. I., and Sidorov, K. P. Information and Communication Technologies in Agriculture and Vocational Training. 2020, Sankt-Peterburg.

© Toylyyeva B., Gurbanberdiyev B., Hojamgulyyev D., 2026

УДК 37.034

Буковцова М.А.,

студентка 5 курса факультета дошкольного, начального и специального образования
педагогического института ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»,
г. Белгород, РФ

НРАВСТВЕННОЕ ОТНОШЕНИЕ К ОБЩЕСТВЕННО ПОЛЕЗНОМУ ТРУДУ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Аннотация

В статье рассматривается проблема формирования нравственного отношения к общественно полезному труду у детей младшего школьного возраста. Раскрывается роль учителя начальных классов в организации этой работы, а не только родителей, как в предыдущих исследованиях. Определены критерии и уровни сформированности отношения к труду. Показана связь трудового воспитания с развитием эмоционально-волевой сферы и «Я-концепции» младшего школьника. Описаны методы диагностики и практические приемы, которые педагог может использовать на уроках и во внеурочной деятельности. Сделан вывод о необходимости системной самостоятельной работы учителя по формированию нравственных мотивов труда.

Ключевые слова:

Нравственное отношение к труду, общественно полезный труд, младшие школьники, трудовое воспитание, учитель начальных классов, эмоционально-волевая сфера, «Я-концепция», диагностика, педагогическое руководство, мотивация труда.

Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования требует воспитания ценностного отношения к труду, уважения к людям труда. Однако у части младших школьников труд воспринимается как повинность или способ получить награду. Родители платят за вымытую посуду или обещают игрушку за оценку. Ребенок не получает нравственного опыта, а учится торговаться.

В литературе проблема разработана подробно. Минкабирова и Галич отмечают, что в младшем школьном возрасте закладываются основы трудолюбия, самостоятельности и ответственности [1]. Решетнюк подчеркивает влияние общественно полезной деятельности на характер ребенка и роль семьи [2]. Сармутдинова предлагает критерии трудовой воспитанности и уровни [3]. Чурекова и Штогриня делают акцент на просвещении родителей [4]. Шумай раскрывает возрастные особенности и связь труда с эмоционально-волевой сферой и «Я-концепцией» [5]. Но открыт вопрос о работе самого учителя по формированию внутренних нравственных мотивов, а не только о просвещении родителей. В статье акцент на самостоятельной работе педагога.

Сармутдинова выделяет критерии: осознанность, устойчивость, самостоятельность, активность [3]. Осознанность – понимание смысла и пользы работы. Устойчивость – положительное отношение не зависит от настроения. Самостоятельность – выполнение заданий без контроля. Активность – инициатива и помощь.

Уровни: низкий – ситуативный интерес, общественная значимость не осознается. Средний – положительное отношение без инициативы. Высокий – устойчивая потребность, инициатива, понимание ценности труда для других.

Диагностика проста: наблюдение на уроках технологии, дежурстве, уборке, коллективных делах. Беседы, анализ продуктов деятельности, игровое анкетирование. Например, выбор: помочь библиотекарю, полить цветы или поиграть. Важно объяснение выбора, в нем проявляется мотив.

Сармутдинова подчеркивает, что ситуации трудолюбия должны быть педагогически организованы [3]. Шумай указывает, что младший школьник еще не управляет памятью и вниманием, они развиваются с мотивацией и ответственностью [5]. Труд должен быть посильным и эмоционально привлекательным.

Связь с эмоционально-волевой сферой очевидна. Успех в полезной работе вызывает положительные эмоции, укрепляет уверенность и «Я-концепцию». Шумай отмечает механизмы саморегуляции, самооценки, самоконтроля и самоуважения [5]. Труд тренирует их: ребенок учится доводить дело до конца, преодолевать усталость.

Практика требует системной работы. Первое направление – обсуждение мотивов: для кого делаем, какую пользу принесет. Второе – ситуации выбора: помощь младшим, уход за растениями, оформление стенда. Ребенок становится субъектом, а не исполнителем. Шумай подчеркивает роль анализа, синтеза, обобщения [5]. Третье – коллективные формы. Минкабирова и Галич отмечают метод проекта [1]. Проект объединяет детей, распределяет обязанности, учитель – помощник. Решетнюк указывает на коллективный характер труда [2]. Четвертое – рефлексия после работы: что получилось, что было трудно, что изменить. Пятое – взаимодействие с родителями. Чурекова и Штогриня показывают, что без семьи эффективность снижается [4]. Но учитель предлагает конкретные формы: совместные акции, подарки ветеранам, сбор корма. Важно, чтобы родители видели пример учителя.

Трудность не в организации, а в изменении мотивации. Дети привыкли к внешней оценке. Нужно смещать акцент на самооценку. Дневник трудовых дел, где ребенок отмечает, что сделал и почувствовал.

Главное – замечать изменения в себе.

Формирование нравственного отношения к общественно полезному труду требует системной работы учителя: диагностика, практическая деятельность, рефлексия, взаимодействие с семьей. Критерии осознанности, устойчивости, самостоятельности и активности позволяют отслеживать динамику. Связь с эмоционально-волевой сферой и «Я-концепцией» делает эту работу необходимой. Задача учителя – создать условия, в которых труд станет не обязанностью, а возможностью проявить себя и помочь другим.

Список использованной литературы:

1. Минкабиров, И.Ф. Особенности трудового воспитания младших школьников / И. Ф. Минкабиров, Т. Н. Галич. – Текст: непосредственный // Парадигма. – 2025. – № 5-3. – С. 166-170.
2. Решетнюк, О.А. Воспитание трудолюбия в начальной школе / О. А. Решетнюк. – Текст: непосредственный // Вестник науки. – 2025. – № 12 (93). – С. 875-880.
3. Сармутдинова, Г.Б. Теория и практика трудового воспитания младшего школьника во внеурочной деятельности / Г.Б. Сармутдинова. – Текст: непосредственный // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2022. – № 4. – С. 6-16.
4. Чурекова, Т.М. Педагогическое просвещение родителей: воспитание нравственного отношения младших школьников к общественно полезному труду / Т.М. Чурекова, Е.Н. Штогрин. – Текст: непосредственный // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2025. – № 4 (36). – С. 553-561.
5. Шумай, М. Н. Особенности развития младших школьников в учебном процессе / М. Н. Шумай. – Текст: непосредственный // Вестник науки. – 2023. – № 9 (66). – С. 33-40.

© Буковцова М.А., 2026

УДК 373.24

Кукса О.А.

учитель – логопед МАДОУ № 1

Краснодарский край, ст. Ленинградская, РФ

ИГРЫ-ЗАНЯТИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ФОНЕМАТИЧЕСКОГО СЛУХА У ДОШКОЛЬНИКОВ

Аннотация

В статье рассматривается проблема формирования фонематического слуха у детей дошкольного возраста. Раскрывается значение игровых методов в развитии способности различать речевые звуки, определять их наличие и последовательность в слове. Представлена система игр-занятий, направленных на последовательное формирование фонематического восприятия, анализа и синтеза. Определены педагогические условия эффективного использования игровых приемов в логопедической работе.

Ключевые слова:

фонематический слух, фонематическое восприятие, дошкольники, речевые звуки, звуковой анализ, логопедическая работа, игры-занятия.

Полноценное речевое развитие является важнейшим условием успешного общения, познавательной деятельности и дальнейшего обучения ребенка. Одним из значимых компонентов речевого развития выступает сформированность фонематического слуха — способности воспринимать и различать звуки речи, определять их сходство и различие, выделять отдельные фонемы в составе слова.

Недостаточная сформированность фонематического слуха может проявляться в смешении близких по звучанию звуков, затруднениях при определении наличия и места звука в слове, нарушениях звукового анализа и синтеза. Эффективным решением является использование игр-занятий, в которых коррекционная задача сочетается с игровой мотивацией. Формирование фонематического слуха осуществляется постепенно. Целесообразно придерживаться принципа «от простого к сложному»: от развития общего слухового внимания — к различению речевых звуков, а затем к осознанному звуковому анализу слова.

На первом этапе необходимо развивать слуховое внимание и умение сосредоточиваться на звуковом сигнале. В игре «Что звучит?» педагог предлагает ребенку определить источник звука: звон колокольчика, стук карандаша, шелест бумаги, переливание воды. Ребенок должен внимательно послушать и назвать услышанное. В игре «Тихо — громко» ребенок учится различать силу звучания. Педагог произносит звук или слово с разной громкостью, а дошкольник реагирует соответствующим движением или карточкой.

Следующий этап связан с различением речевых звуков. В игре «Поймай звук» ребенку предлагается хлопнуть в ладоши, когда он услышит определенный звук. Например, педагог произносит: [с], [ш], [с], [з], [с]. Ребенок должен реагировать только на заданный звук. Постепенно задание усложняется: звук включается в слоги, слова и короткие фразы. Например: са — ша — со — шу — сы. Ребенок определяет, в каких слогах услышал заданный звук. Большое значение имеет различение слогов и слов, близких по звучанию. Для этого используется игра «Одинаково или по-разному?». Педагог произносит пары слогов: са — са, са — ша, ша — са. Ребенок определяет, одинаково или по-разному они звучат.

Следующим направлением является выделение заданного звука в слове. В игре «Есть ли звук?» педагог называет ряд слов, а ребенок определяет, встречается ли в них заданный звук. Например, при закреплении звука [с]: сок, дом, сова, машина, нос. После освоения этого действия ребенку предлагается определить позицию звука: начало, середина или конец слова. Например: начало — сок, сова, сыр; середина — лиса, коса, весы; конец — нос, лес, ананас. Для облегчения выполнения задания можно использовать предметные картинки. Ребенок выбирает изображения, в названиях которых есть нужный звук, а затем располагает их по соответствующим схемам.

Наиболее сложным этапом является формирование навыков звукового анализа и синтеза. В игре «Звуковые домики» ребенок определяет количество звуков в слове и обозначает каждый звук отдельной фишкой. Например, слово дом представляется тремя последовательными фишками: [д] — [о] — [м].

В игре «Назови соседей» дошкольник определяет первый и последний звуки слова. Например: мак — первый звук [м], последний [к]. Интересным приемом является игра «Поезд». Каждый вагон обозначает один звук. Педагог называет слово, а ребенок должен «поселить» каждый звук в отдельный вагон. Если слово рак состоит из трех звуков, ребенок выкладывает три фишки.

Игровые задания могут постепенно усложняться. После анализа простых слов ребенок переходит к словам с большим количеством звуков, а затем выполняет задания на самостоятельное составление слов из предложенных звуков.

Игры-занятия являются доступным и практико-ориентированным средством формирования фонематического слуха. Их использование позволяет сделать коррекционную работу эмоционально привлекательной, последовательной и соответствующей возрастным особенностям дошкольников.

Список использованной литературы:

1. Жукова Н.С., Мастюкова Е.М., Филичева Т.Б. Логопедия. Преодоление общего недоразвития речи у дошкольников. — Екатеринбург: АРД, 1998.
2. Селиверстов В. И. Игры в логопедической работе с детьми. — М. : Просвещение, 1974.
3. Ткаченко Т.А. Развитие фонематического восприятия: альбом дошкольника. — М. : ГНОМ и Д, 2005.

4. Ткаченко Т.А. Коррекция фонетических нарушений у детей. Подготовительный этап: пособие для логопеда. — М.: ГНОМ, 2005.
5. Филичева Т.Б., Чиркина Г. В. Устранение общего недоразвития речи у детей дошкольного возраста: практическое пособие. — М.: Айрис-пресс, 2008. — 224 с.

© Кукса О.А., 2026

УДК 376.37

Кулинченко К.С.

учитель-логопед, ОГБУ «Реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья им. В.З. Гетманского»
Белгородского района Белгородской области,
с. Весёлая Лопань, РФ

МЕТОДЫ И ПРИЁМЫ КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ УЧИТЕЛЯ-ЛОГОПЕДА С ЗАИКАЮЩИМСЯ РЕБЁНКОМ

Аннотация

В статье раскрыты методы и приёмы коррекционной работы учителя-логопеда с заикающимся ребёнком. Описаны основные направления работы: от организации охранительного речевого режима до развития планирующей функции речи. Подробно рассмотрены конкретные приёмы — релаксационные упражнения, логопедическая ритмика, формирование диафрагмального дыхания, голосовые упражнения, синхронизация речи с движениями. Отдельное внимание уделено взаимодействию учителя-логопеда с родителями и созданию поддерживающей речевой среды в семье. Материал будет полезен логопедам, дефектологам, психологам и родителям детей с нарушениями темпо-ритмической стороны речи.

Ключевые слова:

заикание, логопедия, коррекционная работа, методы и приёмы учителя-логопеда, заикающийся ребёнок.

Заикание — одно из самых сложных речевых нарушений, и работать с ним интересно, но непросто. Оно затрагивает не только речь, но и эмоциональную сферу, моторику, дыхание, личность ребёнка. Поэтому и подход нужен комплексный. В этой статье описаны основные направления, приёмы и этапы, из которых складывается коррекционная работа учителя-логопеда.

Опираясь на анализ существующих методик, можно выделить следующие направления логопедической работы с заикающимися детьми: Создание охранительного речевого режима. Регуляция эмоционального и мышечного состояния. Развитие моторных функций (общей, тонкой, артикуляционной). Формирование речевого дыхания. Работа над плавностью речи и интонацией. Развитие планирующей функции речи (постепенное усложнение речевых форм). Воспитание личности заикающегося ребёнка.

Охранительный речевой режим

Это отправная точка. Охранительный режим предполагает организацию жизни ребёнка так, чтобы свести его речь к минимуму — создать условия для затухания неправильной речевой привычки и подготовить нервную систему к формированию нового навыка.

В этот период предлагаются игры с минимальной потребностью говорить: рисование, лепка,

аппликация, конструирование. Речевое общение должно быть элементарным по форме — сопряжённые и отражённые высказывания, однословные ответы. Длительность режима ограничения речи, как правило, охватывает неделю-полторы с начала работы. В острых случаях (заикание после испуга) может быть рекомендован короткий режим молчания — 4–6 дней, с последующим переходом на шёпотную речь. [1]

Постепенно речевая активность ребёнка увеличивается, но щадящий режим соблюдается на протяжении всего подготовительного этапа.

Регуляция эмоционального и мышечного состояния

Заикание редко обходится без мышечного напряжения — оно проявляется в шее, плечевом поясе, артикуляционном аппарате. Обучение навыкам релаксации начинается с упражнений, которые позволяют ребёнку почувствовать разницу между напряжением и расслаблением.

Проще всего ощутить напряжение в руках и ногах, поэтому детям предлагается сначала сильно и кратковременно сжать кисти в кулак, напрячь мышцы ног, всего туловища — а затем расслабить. Упражнения даются в следующей последовательности: для мышц рук → ног → туловища → верхнего плечевого пояса и шеи → артикуляционного аппарата.

Конкретные примеры релаксационных упражнений, которые я использую на занятиях: **«Кулачки»**. Ребёнок сжимает пальцы в кулак, держит несколько секунд, затем медленно раскрывает и спокойно кладёт руки на колени. **«Сосулька»**. Ребёнок тянется вверх на носочках, напрягая всё тело, — а по сигналу «солнце взойдёт, гвоздь упадёт» расслабляется и опускает руки. **«Орех»**. Сжать зубы и губы, напрячь челюсти — затем расслабить, приоткрыть рот.

Также для снятия мышечного и эмоционального напряжения применяется *логопедический массаж* — расслабляющий или активизирующий, в зависимости от тонуса мышц речевого аппарата.

Развитие моторных функций

Это направление включает работу над общей, тонкой и артикуляционной моторикой, а также развитие темпо-ритмических характеристик движений. Общая моторика развивается через общеукрепляющие упражнения (повороты, наклоны, приседания), бег, игры с мячом, плавание, катание на велосипеде и т. д. Развитие чувства ритма достигается через *логопедическую ритмику* — необходимую составляющую комплексного воздействия при заикании. Это может быть: отхлопывание ритма слов и предложений с одновременным произнесением (каждый удар ладони приходится на гласный звук); шагистика под счёт — ребёнок марширует, синхронизируя шаг с произнесением слогов; дирижирование — плавное движение руки на каждое слово. [2]

Формирование речевого дыхания

Нарушение речевого дыхания занимает значительное место в симптоматике заикания, поэтому работа в этом направлении обязательна. Задачи модуля: постановка диафрагмального (нижнерёберного) дыхания; удлинение фонационного и физиологического выдоха; постановка голоса на диафрагмальную опору. Постановка диафрагмального дыхания начинается в положении лёжа, на фоне мышечного расслабления. По мере освоения навыка ребёнок переходит в положение сидя, затем стоя.

Игровые упражнения: **«Задуй свечу»** — ребёнок медленно и тихо дует на полоску бумаги, держа её на расстоянии около 10 см от губ. **«Лопнула шина»** — дети разводят руки, изображая круг, на выдохе произносят пролонгировано звук [ш-ш-ш]. **«Выдох под счёт»** — постепенный выдох с подсчётом до 3, затем до 5.

Также используется дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой.

Работа над голосом, плавностью речи и интонацией

Это сердцевина логопедической работы — то, ради чего выстроены все предыдущие этапы. Голосовые упражнения выстроены в строгой последовательности. Сначала отрабатывается мягкая голосоподача — техника, способствующая снятию напряжения в мышцах голосовых складок. Затем ребёнок учится произносить и пропевать изолированные гласные на плавном выдохе, далее — группы

гласных с подключением разных интонаций. Потом — слова, удобные для произношения (начинающиеся на ударный гласный: осень, утка, окна), и наконец фразы разной длины. Работа с резонаторами помогает снизить напряжение голосового аппарата.

Плавность речи отрабатывается на постепенно усложняющемся материале: Произнесение отдельных гласных звуков. Сочетания гласных (двух, трёх, четырёх, пяти). Слоговые сочетания согласных с гласными. Произнесение фраз из одного слова. Короткие фразы. Длинные фразы с логической паузой. Пересказы текстов, составление вопросов, самостоятельные рассказы.

Работа над интонацией включает развитие темповых, ритмических и мелодических характеристик: чередование повышения и понижения голоса, отработку вопросительной, утвердительной и восклицательной интонации, использование логических ударений и смысловых пауз. [3]

Развитие планирующей функции речи: поэтапное усложнение

Это, пожалуй, ключевая логика всей коррекции. Речь ребёнка воспитывается от простейших форм к самостоятельному высказыванию. Выделяют виды речи в порядке нарастающей сложности.

Сопряжённая речь — проговаривание слова или фразы одновременно с логопедом. В этом режиме судорожные запинки обычно не наблюдаются. Отработка проходит в игровой ситуации с непосредственным предъявлением называемых предметов. Отражённая речь — повторение вслед за логопедом. В этот период вводится отражённое повторение небольших стихотворений (2–4 строфы). Ответы на вопросы по знакомой картинке — вопрос формулируется так, чтобы ребёнок мог почти отражённо повторить его в ответе. Самостоятельное описание знакомых картинок — ребёнок сам строит фразу. Пересказ прослушанного небольшого текста — переходный этап к спонтанной речи. Спонтанная речь — рассказ по незнакомым картинкам, беседа. Нормальная речь — беседы, просьбы, общение в повседневных ситуациях. Каждый вид речи отрабатывается в разных условиях: в положении сидя, стоя, в движении; от тихой речи к громкой; от спокойных занятий к эмоциональным. [4]

Игровая и театрализованная деятельность как форма коррекции

Игра — естественная среда для ребёнка, и именно через неё логопед решает большинство задач. Разработана система игр для преодоления заикания у детей разного возраста: дидактические игры, игры с пением, подвижные, игры-драматизации, творческие. И.Г. Выгодская, Е.Л. Пеллингер и Л.П. Успенская предложили систему игровых приёмов для проведения релаксационных упражнений в соответствии с этапами логопедического воздействия. В играх развиваются не только речевые, но и неречевые процессы, дети осваивают социальный опыт межличностных отношений, происходит коррекция отклонений в поведении и формировании личности. [5]

Технические средства коррекции

Современные технологии тоже могут помочь. К примеру, аппарат «Монолог» включает несколько функций: звукозаглушение собственной речи «белым шумом» (приём, известный ещё со времён Демосфена), звукоусиление, метроном для ритмической стимуляции речи, режим «эхо» — задержка речевого сигнала, которая замедляет речь и улучшает её просодическую сторону.

Работа с родителями

Ни одна методика не сработает, если дома всё останется как было. Логопед консультирует родителей, объясняет: необходимость соблюдения щадящего речевого режима; как говорить медленнее и спокойнее, подавая ребёнку пример плавной речи; «правило трёх секунд» — пауза после фразы ребёнка перед ответом взрослого; не договаривать за ребёнка, не фиксировать внимание на запинках; как выполнять домашние задания — регулярная практика дома резко повышает эффективность работы.

Таким образом, работа учителя-логопеда при коррекции заикания представляет собой выстроенную систему, в которой каждое направление работает на общий результат. Ребёнок учится чувствовать своё тело, управлять дыханием, слышать ритм речи, говорить плавно и уверенно — и постепенно эти навыки переносятся в жизнь. Успешность зависит от терпения, систематичности и тёплого, поддерживающего

отношения — к ребёнку, к его семье и к самому процессу изменений.

Список использованной литературы:

1. Белякова Л.И., Дьякова Е.А. Заикание. Учебное пособие для студентов педагогических институтов по специальности «Логопедия» — М.: В. Секачев, 1998. - 304 с.
2. Визель Т.Г. Коррекция заикания у детей / Т.Г. Визель. — М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2009. — 222 с.
3. Меньшикова С.В. Коррекция заикания у детей / С.В. Сикорский.-Казань.: Лиана. - 112 с.
4. Поварова И.А Коррекция заикания в играх и тренингах / И.А. Поварова. — М.: АСТ: Астрель, 2010. — 222 с.
5. Сикорский И.А. Заикание / И.А. Сикорский.-М.: АСТ: Астрель, 2008.-191 с. Рубинштейн, С.Л. Развитие связной речи / Хрестоматия по теории и методике развития речи детей дошкольного возраста. / Сост. М.М. Алексеева, В.И. Яшина // М.: Издательский центр «Академия», 1999. — 560 с.

© Кулинченко К.С., 2026

УДК 37

Левшина К.И.

музыкальный руководитель

МБОУ «Начальная школа - детский сад № 55»

Лашина Н.В.

Воспитатель

МБОУ «Начальная школа - детский сад № 55»

г. Белгород, РФ

ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА РЕЧЕВОЕ РАЗВИТИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ

Аннотация

Статья исследует влияние музыки на речевое развитие дошкольников, анализируя физиологические, психологические и педагогические аспекты этой взаимосвязи. Музыкальная активность, включая пение, прослушивание музыки, ритмические упражнения и игру на инструментах, способствует развитию фонематического слуха, обогащению словарного запаса, улучшению артикуляции, формированию темпо-ритмической структуры речи и развитию связной монологической речи. Различные формы музыкальной деятельности играют ключевую роль в комплексном речевом развитии детей дошкольного возраста.

Ключевые слова:

речевое развитие, дети дошкольного возраста, музыкальная деятельность, логоритмика, фонематический слух, мелкая моторика, пение, музыкально-ритмические упражнения.

Введение

Дошкольный возраст — это оптимальный период для развития речи, так как в это время речевые функции наиболее пластичны. Своевременное овладение речью важно для полноценного личностного развития. В условиях роста числа детей с речевыми отклонениями поиск эффективных методов речевого развития становится актуальным. Музыка, как эмоциональный вид искусства, может стимулировать речевое развитие, особенно через интонацию, динамику, темп и ритм, что подтверждается исследованиями и работами В. М. Бехтерева. Музыкальные впечатления в раннем возрасте сопоставимы по значимости с речевой средой.

Цель данной статьи заключается в систематизации теоретических и практических аспектов влияния музыкальной деятельности на речевое развитие детей дошкольного возраста, а также в выявлении наиболее эффективных подходов к данной работе.

Физиологические и психологические основы взаимосвязи музыки и речи

Музыкальное и речевое развитие опираются на общие нейрофизиологические механизмы. Слуховой анализатор играет ключевую роль в обоих процессах, а музыкальный слух формирует основу для речевого восприятия. Мелкая моторика, связанная с координацией движений пальцев, стимулирует развитие речевых центров в мозге. Ритмические движения пальцами улучшают взаимодействие между лобными и височными долями, что способствует гармоничному развитию речи. Музыка, воздействуя на эмоции, облегчает усвоение речевого материала и делает обучение привлекательным для детей.

Виды музыкальной деятельности и их влияние на речь

Пение

Пение является основным видом музыкальной деятельности, который тесно связан с развитием речи. Н. Г. Чернышевский считал пение «высшим, совершеннейшим искусством» и отмечал его фундаментальную роль, сравнимую с функцией речи.

Пение способствует решению ряда речевых задач:

1. Совершенствование голосового аппарата: вокальная деятельность улучшает качество речи, способствуя формированию правильного звукообразования и интонационной выразительности.
2. Развитие дикции и артикуляции: пение требует координированной работы артикуляционных органов, что способствует выработке чёткого и ясного произношения. Пение на слоги помогает автоматизировать звуки и закрепить правильное звукопроизношение.
3. Формирование речевого дыхания: вокальные упражнения, включающие пропевание гласных звуков, открытых слогов и фраз на выдохе, развивают силу, продолжительность и направленность воздушной струи.
4. Расширение словарного запаса: в процессе знакомства с песней дети анализируют её настроение, содержание, что стимулирует использование новой лексики и развитие навыков формулирования высказываний.
5. Формирование связной монологической речи: навык сольного пения является основой для развития монологической речи, а запоминание текстов песен способствует формированию умения составлять фразы и предложения.

Пение также эффективно для коррекции речевых недостатков, таких как невнятное произношение и проглатывание окончаний слов. Музыкально-логопедические рифмовки, представляющие собой короткие стихи с чёткой ритмической структурой, способствуют развитию фонематического восприятия благодаря использованию слов, различающихся несколькими фонемами.

Слушание музыки

Музыка развивает эмоциональную чувствительность и слуховое восприятие, влияя на эмоциональное состояние через пассивное и активное восприятие. Пассивное восприятие музыки в играх улучшает настроение, а активное обсуждение обогащает эмоциональный интеллект и речь. Музыкально-ритмические движения развивают речь, эмоции и когнитивные способности, улучшая координацию и чувство ритма. Пальчиковая гимнастика под музыку совершенствует произношение и речевой слух, подтверждая связь между мелкой моторикой и речью.

Игра на музыкальных инструментах

Игра на детских музыкальных инструментах способствует развитию мелкой и крупной моторики, чувства ритма, формированию ритмизированной речи.

Каждый тип инструмента решает специфические задачи:

Инструмент	Развиваемые функции	Примеры упражнений
Колокольчик	Различение звуков, фонематический слух	Дифференциация громких и тихих звуков
Деревянные ложки	Ритмическая структура речи, мелкая моторика	Отстукивание ритма, прохлопывание слогов
Дудочка, флейта, свистулька	Речевое дыхание, сила выдоха	Длительное и плавное извлечение звука
Барабан	Ритмическая структура речи, слуховое внимание	Воспроизведение ритмических рисунков
Металлофон	Фонематическое восприятие, слоговой анализ	Определение места звука в слове

Создание шумовых оркестров предоставляет детям возможность для проявления самостоятельности, активности и креативности, а также способствует преодолению застенчивости и скованности, что косвенно стимулирует речевую активность.

Логоритмика как комплексный метод речевого развития

Логоритмика занимает важное место в системе коррекционной работы и представляет собой систему упражнений, заданий и игр, интегрирующих музыку, движение и речь. Её цель — решение коррекционных, образовательных и оздоровительных задач.

Основополагающий принцип логоритмических занятий заключается в взаимосвязи речи, музыки и движения, где музыка выступает в роли организующего элемента. Она регулирует темп и характер движений, способствует развитию мелодико-интонационных характеристик голоса и координации пения, речи и движений.

Система логоритмической работы включает два ключевых направления:

1. Воздействие на речевые процессы, такие как артикуляция, произношение, физиологическое и фонационное дыхание, расширение лексического запаса и развитие навыков формулирования и декламации.
2. Воздействие на неречевые процессы, включая развитие общей и мелкой моторики, внимания, памяти, координации и эмоционально-волевой сферы.

Логоритмические занятия включают артикуляционную гимнастику, фонетические упражнения, распевки, музыкально-ритмические упражнения и коммуникативные игры. Эти занятия проводятся для коррекции фонетико-фонематического и общего недоразвития речи. Исследования подтверждают их эффективность: программа музыкальной деятельности для 44 детей 2-4 лет улучшила речевое развитие на 30-50%, увеличила словарный запас и выразительность речи. Логоритмика помогает детям развивать связную и интонационно богатую речь.

Роль взаимодействия специалистов

Эффективность речевого развития дошкольников возрастает при сотрудничестве логопеда и музыкального руководителя. Логопед диагностирует проблемы и создает методики, а музыкальный руководитель применяет музыкальные и игровые техники для их реализации. Это способствует улучшению темпоритмических характеристик и качества речи. Воспитатели включают музыкальные элементы в повседневную деятельность детей, такие как пение и пальчиковые игры. Интегративный подход к речевой и музыкальной работе соответствует стандартам ФГОС дошкольного образования.

Музыка оказывает многогранное и глубокое воздействие на речевое развитие детей дошкольного возраста через несколько взаимосвязанных механизмов:

- Развитие фонематического и музыкального слуха, являющихся основой правильного звукопроизношения.
- Формирование артикуляционного аппарата и речевого дыхания посредством пения и игры на духовых инструментах.
- Развитие чувства ритма и темпа, необходимых для плавной и выразительной речи, через музыкально-ритмические движения.

- Активация речевых центров мозга через развитие мелкой моторики пальцев рук.
- Обогащение словарного запаса и развитие связной речи через беседы о музыке, разучивание песен и речевые игры.
- Создание положительного эмоционального фона, способствующего повышению мотивации и эффективности обучения.

Систематическое и целенаправленное проведение музыкальных занятий в дошкольных учреждениях способствует гармоничному развитию ребенка как в области «Художественно-эстетического развития», так и в области «Речевого развития». Интеграция музыкальных и речевых занятий, особенно через логоритмику, демонстрирует максимальную эффективность в развитии речевых навыков и может рассматриваться как перспективное средство профилактики и коррекции речевых нарушений у детей дошкольного возраста.

Список использованной литературы:

1. Асафьев Б. В. Музыкальная форма как процесс. — Л.: Музыка, 1971. — 376 с.
2. Бехтерев В. М. Объективная психология. — М.: Наука, 1991. — 480 с.
3. Ветлугина Н. А. Музыкальное развитие ребёнка. — М.: Просвещение, 1968. — 415 с.
4. Выготский Л. С. Психология искусства. — М.: Искусство, 1986. — 573 с.
5. Гогоберидзе А. Г., Деркунская В. А. Теория и методика музыкального воспитания детей дошкольного возраста. — М.: Академия, 2013. — 256 с.
6. Железнова Е., Железнов С. Развивающие музыкальные игры и пальчиковая гимнастика для дошкольников. — М.: Карапуз, 2007. — 48 с.

© Левшина К.И., Лашина Н.В., 2026

УДК 37

Малахова В.В.,

учитель начальных классов

МОУ «Октябрьская СОШ Белгородского округа Белгородской области
имени Героя России Ю.А. Чумака»

ОТ ПРАВИЛА К ОТКРЫТИЮ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА

Аннотация

Урок русского языка в начальной школе часто ассоциируется с письмом, разбором слов и заучиванием правил. Однако за каждым упражнением скрывается возможность научить ребёнка мыслить. Когда школьник определяет часть речи, подбирает проверочное слово или объясняет постановку знака препинания, он выполняет не механическое действие. Он наблюдает, сравнивает, делает предположение, проверяет его и формулирует результат.

Именно в такой деятельности постепенно складывается интеллектуальная самостоятельность ученика. Ребёнок начинает понимать, что правильный ответ нельзя всегда получить угадыванием. Необходимо разобраться в условии, выбрать подходящий способ и убедиться в его правильности.

Поэтому урок русского языка следует рассматривать не только как средство формирования грамотности. Это также пространство для развития внимания, памяти, логики, речи и способности к самостоятельному поиску.

Ключевые слова:

русский язык, младший школьник, мышление, языковая задача, слова.

Почему русский язык способствует развитию мышления

Языковой материал отличается большим разнообразием. Одно и то же слово можно рассматривать с точки зрения значения, состава, произношения, написания и роли в предложении. Благодаря этому у младшего школьника появляется возможность учиться видеть предмет с разных сторон.

Например, слово «лететь» можно использовать для решения нескольких задач:

- определить его значение;
- подобрать однокоренные слова;
- изменить по времени;
- составить с ним предложение;
- найти в слове безударную гласную;
- заменить его близким по смыслу словом.

Каждая новая задача требует иного способа рассуждения. Ребёнок начинает понимать, что знания не существуют изолированно: они связаны между собой и могут использоваться в разных ситуациях.

Важным результатом становится не только запоминание конкретного правила, но и развитие умения переносить известный способ действия на новый материал.

От запоминания к осмыслению

На практике младшие школьники нередко запоминают правило, но затрудняются объяснить, как его применить. Это происходит в том случае, если знание усваивается отдельно от действия.

Например, ученик может правильно воспроизвести правило о безударной гласной, но ошибиться в слове «морской». Чтобы избежать подобного формального запоминания, полезно выстраивать работу в несколько этапов:

1. Рассмотреть слово.
2. Найти место затруднения.
3. Определить, можно ли изменить слово.
4. Подобрать родственное слово.
5. Сравнить произношение и написание.
6. Объяснить выбранную букву.

Такой порядок превращает правило в понятный алгоритм. У ребёнка формируется не случайная догадка, а осознанный способ проверки.

Кроме того, школьнику необходимо предлагать слова, в которых привычный способ не срабатывает. Например, после работы с проверяемыми гласными можно обсудить слова «собака», «воробей», «малина». Это позволяет показать, что разные орфограммы требуют разных способов действия.

Языковая задача как небольшое исследование

Интерес к предмету возрастает, когда ребёнку предлагают не просто выполнить упражнение, а разобраться в вопросе. В этом случае учебная задача приобретает исследовательский характер.

Например, можно записать на доске слова:

гора, горный, загореть, горе.

Затем задать вопросы:

- Все ли слова связаны между собой?
- Какие слова можно назвать родственными?
- Почему внешнее сходство ещё не доказывает общность?
- Как проверить своё предположение?

Школьники обнаруживают, что одинаковая часть слова не всегда означает одинаковое значение.

Чтобы установить родство слов, нужно учитывать не только их написание, но и смысл.

Подобные задания развивают осторожность в рассуждениях. Ребёнок учится не делать вывод по одному признаку, а проверять его с разных сторон.

Развитие логики через грамматику

Грамматический материал предоставляет широкие возможности для формирования логических операций. При изучении частей речи учащиеся могут не только определять слово, но и объяснять, почему оно относится к определённой группе.

Например, слова «быстрый», «бежать», «скорость» связаны общей тематикой, но относятся к разным частям речи. Их различие можно установить по вопросам, значению и роли в предложении.

Полезно предлагать задания, в которых один и тот же корень представлен словами разных частей речи:

свет, светлый, светить;

радость, радостный, радоваться.

Учащиеся могут определить:

- что объединяет эти слова;
- чем они различаются;
- какую мысль позволяет выразить каждое из них;
- можно ли заменить одно слово другим в предложении.

Такая работа помогает увидеть связь между значением слова и его грамматической формой.

Необычные задания для развития самостоятельности

Чтобы ученик привык рассуждать, задания должны отличаться от однотипной последовательности упражнений. На уроках можно использовать следующие варианты.

«Исправь объяснение»

Учитель предлагает не готовое правило, а ошибочное рассуждение ученика:

В слове «лесник» корень «лесн», потому что эти буквы стоят рядом.

Дети должны определить, в чём ошибка, и сформулировать правильное объяснение. Это задание развивает способность анализировать не только результат, но и ход рассуждения.

«Задай условие»

Учащимся даются слова «море», «морской», «моряк». Нужно самостоятельно придумать задание, которое можно выполнить с этим материалом: выделить общую часть, определить родственные слова, составить предложения или найти орфограмму.

Такой подход меняет позицию ребёнка. Он становится не только исполнителем, но и автором учебной задачи.

«Найди два решения»

Можно предложить предложение:

В саду распустились цветы.

Учащиеся должны изменить его двумя способами, сохранив общий смысл:

- заменить одно слово синонимом;
- изменить порядок слов;
- добавить определение;
- сделать предложение вопросительным.

Дети убеждаются, что одну и ту же мысль можно выразить по-разному. Это развивает гибкость мышления и речевое чувство.

«Слово под наблюдением»

Учитель выбирает одно слово, например «ключ». Школьники должны определить, какие значения оно может иметь, составить разные предложения и объяснить, как контекст влияет на смысл.

Возможные примеры:

- ключ от двери;
- родниковый ключ;
- ключ к задаче.

Такое задание связывает изучение лексики с развитием смыслового анализа.

Работа с текстом как средство интеллектуального развития

Текст на уроке русского языка не должен использоваться только как материал для поиска орфограмм. Он способен стать основой для полноценного рассуждения.

После чтения небольшого текста можно предложить ученикам определить:

- о чём говорится в тексте;
- какое предложение является главным;
- какие слова помогают понять настроение автора;
- почему герой поступил определённым образом;
- какие заголовки подходят к тексту;
- что изменится, если убрать одно из предложений.

Особенно полезны задания на восстановление нарушенной последовательности. Учащимся можно предложить несколько предложений, расположенных в неправильном порядке. Они должны восстановить текст и объяснить, почему выбрали именно такую последовательность.

В процессе этой работы формируется понимание связности речи. Школьник начинает замечать, что предложения в тексте связаны не случайно: каждое последующее высказывание продолжает или уточняет предыдущую мысль.

Письменная речь и планирование

Составление собственного текста требует от ребёнка предварительного планирования. Даже небольшой рассказ невозможно создать, если школьник не представляет, с чего он начнёт, о чём сообщит дальше и чем завершит высказывание.

Перед написанием текста можно предложить детям заполнить простую схему:

- кто или что является главным объектом;
- где происходит действие;
- что произошло сначала;
- какое событие стало главным;
- чем всё закончилось.

После составления текста учащиеся проверяют его по вопросам:

- Понятно ли, о чём говорится?
- Все ли предложения связаны между собой?
- Нет ли повторов?
- Подходит ли заголовок?
- Можно ли заменить какое-либо слово более точным?

Такая проверка воспитывает привычку возвращаться к собственной работе и совершенствовать её. Это важный навык, который необходим не только на уроках русского языка, но и во всей дальнейшей учебной деятельности.

Роль ошибки в обучении

Ошибку младшего школьника не всегда следует воспринимать только как отрицательный результат. Иногда она показывает, каким способом ребёнок рассуждал.

Если ученик пишет «песок» через «и», возможно, он не понял, какое слово является проверочным.

Если он объединяет слова «лес» и «лестница» в одну группу, вероятно, он ориентируется только на внешнее сходство. Если ребёнок не может определить главную мысль текста, это может свидетельствовать не о невнимательности, а о неумении выделять главное.

Поэтому полезно обсуждать не только исправленный вариант, но и причину ошибки:

- На каком этапе возникло затруднение?
- Какое действие оказалось неверным?
- Как можно было себя проверить?
- Какой вывод нужно сделать на будущее?

Такой подход постепенно формирует у школьника внутренний контроль. Он начинает проверять не только написанное слово, но и правильность выбранного способа решения.

Наблюдения из педагогической практики

Работа с развивающими заданиями показывает, что дети по-разному реагируют на интеллектуальные трудности. Одни учащиеся быстро предлагают ответ, но не всегда могут его обосновать. Другие долго наблюдают и сомневаются, зато дают более точное объяснение. Третьи нуждаются в дополнительной подсказке или в образце рассуждения.

Поэтому одинаковая формулировка задания не всегда является одинаково доступной для всех учеников. Одному ребёнку достаточно вопроса, другому требуется таблица, схема или несколько примеров.

Эффективным может быть постепенное снятие помощи:

1. Учитель показывает способ рассуждения;
2. Дети повторяют его вместе;
3. Учащиеся выполняют похожее действие в парах;
4. Затем решают аналогичную задачу самостоятельно;
5. В конце предлагают собственный пример.

Так формируется переход от совместного действия к самостоятельному.

Заключение

Интеллектуальное развитие младших школьников на уроках русского языка происходит прежде всего тогда, когда ребёнок включён в активную мыслительную работу. Простое воспроизведение правила даёт ограниченный результат. Гораздо важнее научить школьника наблюдать за языком, задавать вопросы, проверять предположения и объяснять полученный вывод.

Развивающий урок русского языка строится вокруг действий ученика: он сравнивает слова, устанавливает их связь, исправляет ошибки, исследует текст, создаёт собственные высказывания и оценивает результат. При этом языковой материал становится не самоцелью, а средством формирования более общих интеллектуальных умений.

Основная задача учителя заключается в том, чтобы постепенно перевести ученика от позиции исполнителя к позиции исследователя. Сначала ребёнок действует по образцу, затем использует подсказку, а со временем самостоятельно выбирает способ решения. Именно этот переход и является одним из важнейших показателей интеллектуального роста младшего школьника.

Список использованной литературы:

1. Выготский Л. С. Мышление и речь.
2. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения.
3. Эльконин Д. Б. Психология обучения младшего школьника.
4. Львов М. Р. Методика преподавания русского языка в начальных классах.
5. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность.

УДК 373.2

Попова К.С.

воспитатель МАДОУ № 6

г. Армавир, РФ

ИГРОВАЯ ТЕРАПИЯ С ПЕСКОМ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОСПИТАТЕЛЯ

Аннотация

В статье рассматривается потенциал использования кинетического песка в деятельности воспитателя. В настоящей статье автором раскрывается актуальность данной терапии на базе дошкольного образовательного учреждения для сенсорного развития, снятия тревожности у детей.

Ключевые слова:

песочная терапия, арт-терапия, сенсорное развитие, мелкая моторика, дошкольный возраст.

«*Кинетический песок*» — это терапевтическая техника, основанная на игре с песком и маленькими фигурками. Прекрасная возможность для ребенка, его самовыражения, простой способ научить малыша выражать чувства, эмоции и переживания.

История игровой терапии с песком зарождается в первой половине XX века и связана с именами знаменитых психологов, Карла Густава Юнга и Маргарет Ловенфельд.

Впервые терапевтический эффект игры с песком был выявлен швейцарским психологом и философом Юнгом, он утверждал, что процесс игры в песок высвобождает «*заблокированную энергию*». Детский психиатр Маргарет Ловенфельд, стала основоположником метода песочной терапии. В 1950-х годах швейцарский юнгианский аналитик Дора Калфф, была вдохновленная работами Ловенфельд и разработала подход к песочной терапии и в последующем выпустила книгу «*Песочная терапия*».

С тех пор песочная терапия приобрела популярность во всем мире, она объединяет представителей всех научных подходов и различных смежных помогающих специальностей. Сегодня ее применяют не только в работе с детьми, но и со взрослыми. Метод песочной арт-терапии может проводится не только в психологической практике, но также подходит для работы с детьми дошкольного возраста, основанная на игре с песком и маленькими фигурками.

Правила современного мира и ФГОС ДО подтолкнули к поиску новаторских, интересных, развивающих методов и технологий в работе с детьми от 3 до 7 лет, создающих всестороннее обучение, их комфортное времяпрепровождение в стенах детского сада и сохраняющих психическое здоровье любого малыша.

Песочная арт-терапия в дошкольном учреждении проходит в специально оборудованной комнате, где расположена песочница и набор миниатюрных предметов фигурок (наземные и летающие животные, обитатели животного мира, деревья и другие растения, транспортные средства и тд.. Педагоги соблюдают все требования и условия организации деятельности с кинетическим песком. Используемый песок необходимо промывать и про кварцовывать. Это делают не реже одного раза в месяц. И обновляют песок в песочнице один раз в год. Песок должен иметь сертификацию.

Казалось бы ребенок строит что-то из песка, но в тоже время развивает мелкую моторику, чувственное восприятие и креативность, Кинетический песок необычный материал для творческих игр, учебного и познавательного процессов. Песочную терапию рекомендуют детям уже с 2–3 лет. С большим удовольствием дети играют в песок: чертят линии, создают замки и города, роют ямки и т.д., это один из важных факторов в развитии способностей, основное средство познания и взаимодействия с окружающим миром. В работе можно использовать как прохладный так и теплый песок. Мягкий и приятно охлаждающий песок слипается в руках, как правило его используют с гиперактивными, раздражительными

детками, он помогает сконцентрироваться, охлаждая и расслабляя их. А теплый больше используется в качестве сенсорного стимулятора. Замкнутые, беспокойные детки хорошо реагируют на теплый песок. Они становятся более расслабленными, естественными.

Основные цели терапии, которые может ставить воспитатель при работе с песком, это:

- помощь в социальной адаптации. Ребёнок учится работать в команде, уважать мнение других;
- развитие внимания и сосредоточенности, игры с песком требует от ребёнка умение сконцентрироваться на одной фигурке или объекте;
- развитие творческих способностей. Ребёнок развивает воображение и фантазию;
- развитие мелкой моторики. Игра с песком и фигурками развивает тактильные ощущения;
- развитие связной речи;
- формирование элементарных математических представлений о множестве, числе, величине, форме, пространстве.

Методикой проведения по песочной терапии, могут быть:

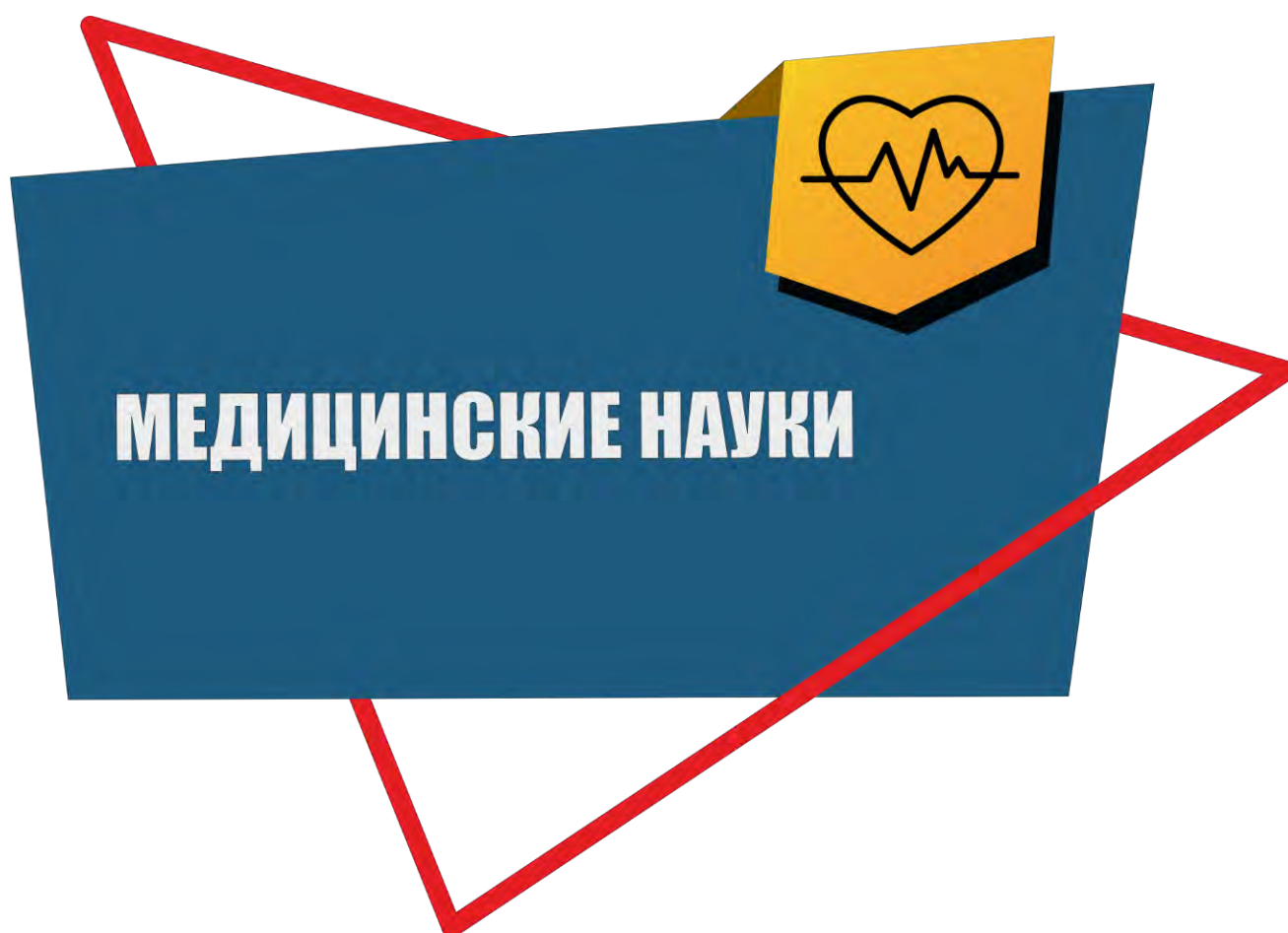
- игры, такие как «Знакомство с песком», «Прятки», игры-забавы «Откопай сюрприз», «Что спрятано?».
- рисование песком – просушенный и просеянный песок набираем в ладошку и рисуем по готовому контуру картинку.
- рассказывание сказок – лепим героев или рисуем на песке палочкой сказку и сопровождаем рассказом.

Сегодня песочная терапия уже зарекомендовала себя как эффективный практический метод в психотерапии, педагогике. Кинетический песок дает неограниченные возможности для работы педагога, что дает шанс нам внести свой неповторимый вклад в распространение и осмысление этого чудесного метода.

Список использованной литературы:

1. Андреев Т.А. Использование кинетического песка в работе с дошкольниками -Спб.:ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСТВО-ПРЕСС», 2025.128с.
2. Мариелла Зейц Пишем и рисуем на песке.Настольная песочница:[адапированный перевод с англ.]-М.:ИНТ, 2010. 94 с.
3. Сапожникова О.Б., Е.В.Гарнова Игры с песком для обучения пересказу детей 5-7 лет. Методические рекомендации.-М.:ТЦ Сфера, 2017.64 с.

© Попова К.С., 2026



УДК 616.523: 618.1

Котельников В.В., Балтер Р.Б., Иванова Т.В.

ФБГОУ ВО Самарский государственный медицинский университет,
г. Самара, Россия**ЗНАЧЕНИЕ КЛИНИКО-АНАТОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ПАЦИЕНТОК С ЭНДОМЕТРИОИДНЫМИ
КИСТАМИ ЯИЧНИКОВ В АНАМНЕЗЕ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ УКАЗАННОЙ ПАТОЛОГИИ****Введение**

Эндометриоидные кисты яичников являются клинически значимой формой генитального эндометриоза, ассоциированной с хронической тазовой болью, снижением качества жизни, бесплодием и риском рецидивирования. Формирование эндометриом сопровождается хроническим асептическим воспалением, оксидативным стрессом, нарушением микроциркуляции и структурно-функциональными изменениями коркового слоя яичника, способными снижать овариальный резерв еще до начала лечения. Репродуктивные нарушения при эндометриозе имеют многофакторный характер и связаны с повреждением фолликулярного аппарата, изменениями фолликулогенеза и качества ооцитов, нарушением анатомии органов малого таза и рецептивности эндометрия.

Лапароскопическая цистэктомия остается распространенным методом лечения эндометриом, однако выделение капсулы кисты и гемостаз могут сопровождаться удалением здоровой овариальной ткани, термическим повреждением и последующим снижением уровня антимюллера гормона и числа антральных фолликулов. Риск ятрогенного уменьшения овариального резерва особенно высок при двусторонних кистах, повторных операциях, крупных образованиях и исходно ограниченном фолликулярном пуле. Дополнительной проблемой является рецидив эндометриомы, способный привести к повторному вмешательству и дальнейшей потере функционирующей ткани яичника.

В связи с этим возрастает интерес к органосохраняющим технологиям, включая УЗИ-контролируемую пункционную этаноловую склеротерапию, позволяющую воздействовать на внутреннюю поверхность кисты без хирургического иссечения ее капсулы. Вместе с тем результаты склеротерапии зависят от критериев отбора пациенток, размеров и строения образования, концентрации и продолжительности экспозиции этанола; применение метода требует надежного исключения опухолевого процесса и учета риска рецидива. Выбор между цистэктомией, склеротерапией, медикаментозным лечением, динамическим наблюдением и вспомогательными репродуктивными технологиями должен учитывать возраст женщины, выраженность симптомов, репродуктивные планы, состояние овариального резерва, локализацию эндометриом и предшествующие операции. Поэтому оценка исходных клинико-анамнестических характеристик необходима для корректного сравнения лечебных групп и разработки персонализированной органосохраняющей тактики.

Цель исследования: проанализировать соматическую патологию и клиническую картину пациенток с эндометриоидными кистами яичников в анамнезе в зависимости от метода лечения.

По данным первичной медицинской документации оценивали возраст, индекс массы тела, социальный статус, особенности менструальной и репродуктивной функции, наличие бесплодия, сопутствующие гинекологические и соматические заболевания, а также хирургические вмешательства в анамнезе. Источниками информации служили амбулаторные карты, истории болезни, протоколы операций, результаты ультразвуковых и лабораторных исследований.

Статистическую обработку данных проводили с использованием методов описательной и сравнительной статистики. Нормальность распределения количественных признаков оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для межгруппового сравнения количественных показателей применяли критерий Краскела–Уоллиса с последующим попарным анализом при необходимости,

категориальных признаков — критерий χ^2 Пирсона или точный критерий Фишера. Количественные данные представлены как медиана и межквартильный интервал Ме [Q1; Q3], категориальные — как абсолютное число и доля n (%). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Клинические проявления эндометриоза также были сходными. Медиана интенсивности дисменореи по визуально-аналоговой шкале составила 6,0 [5,0; 7,0] балла в группе склеротерапии, 5,0 [4,0; 7,0] балла в группе цистэктомии и 5,0 [4,2; 7,0] балла в группе консервативного лечения ($p=0,657$). Интенсивность хронической тазовой боли составляла 4,0 [3,0; 5,0] балла во всех группах ($p=0,968$); различий по выраженности диспареунии не установлено. Длительность бесплодия находилась в пределах 20–21 месяца ($p=0,933$), а беременность в течение ближайших двух лет планировали 41,5, 44,0 и 50,0% пациенток соответственно ($p=0,701$) (табл. 1).

Таблица 1

Основные антропометрические и репродуктивные характеристики пациенток
Baseline anthropometric and reproductive characteristics of the patients

Показатель	Склеротерапия, n=82	Цистэктомия, n=84	Консервативное лечение, n=34	p
Возраст, лет	30,0 [25,2; 35,8]	32,0 [27,0; 38,0]	31,0 [28,0; 38,0]	0,117
ИМТ, кг/м ²	24,8 [21,8; 28,9]	26,5 [22,5; 29,1]	27,0 [21,3; 28,4]	0,318
Возраст менархе, лет	13,0 [12,0; 14,0]	13,0 [12,0; 14,0]	12,0 [11,0; 14,0]	0,679
Дисменорея, ВАШ, баллы	6,0 [5,0; 7,0]	5,0 [4,0; 7,0]	5,0 [4,2; 7,0]	0,657
Хроническая тазовая боль, ВАШ, баллы	4,0 [3,0; 5,0]	4,0 [3,0; 5,0]	4,0 [3,0; 5,0]	0,968
Длительность бесплодия, мес	21,0 [16,0; 25,8]	20,0 [15,0; 25,2]	20,5 [16,0; 25,8]	0,933
Планирование беременности в течение 2 лет, n (%)	34 (41,5)	37 (44,0)	17 (50,0)	0,701

Примечание. Количественные данные представлены как Ме [Q1; Q3]. ИМТ — индекс массы тела; ВАШ — визуально-аналоговая шкала.

Вывод. Таким образом, при выборе метода лечения эндометриозных кист у женщин необходимо учитывать клинические проявления эндометриоза в анамнезе, коморбидный фон, возраст, размеры и локализацию кисты, состояние овариального резерва.

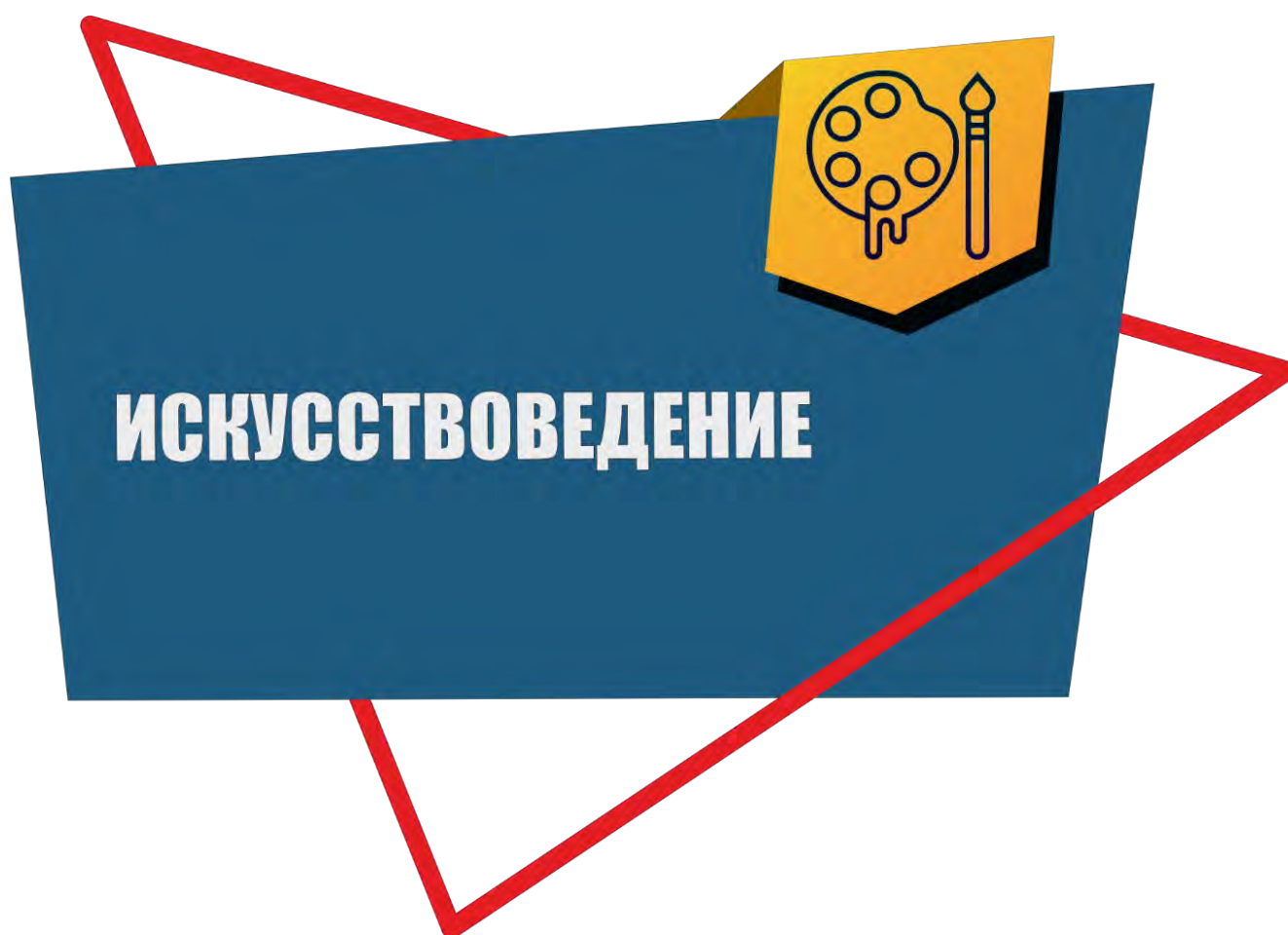
Установление относительного вклада этих факторов требует дальнейшего многофакторного анализа и может стать основой дифференцированного алгоритма лечения эндометриозных кист яичников.

Список использованной литературы:

1. Герасимов А.М., Малышкина А.И., Кулигина М.В., Красильникова А.К., Полумисков Д.М., Абдуллаева Л.Х., Фадеева Е.В., Двойнова И.Ю. Частота встречаемости и структура наружного генитального эндометриоза у госпитализированных больных. Гинекология. 2021; 23(2): 184–189. DOI: 10.26442/20795696.2021.2.200783.
2. Пронина В.А., Чернуха Г.Е., Филатова Е.Г., Солопова А.Е. Особенности болевого синдрома при различных формах наружного генитального эндометриоза: поперечное исследование. Акушерство и гинекология. 2024; 3: 80–88. DOI: 10.18565/aig.2023.280.
3. Абитова М.З., Оразов М.Р., Хамошина М.Б., Волкова С.В., Арютин Д.Г., Демина О.А. Эндометриоз яичников — прогнозирование рецидивов: современная парадигма. Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. 2020; 8(3): 115–120. DOI: 10.24411/2303-9698-2020-13019.
4. Оразов М.Р., Хамошина М.Б., Абитова М.З., Волкова С.В., Арютин Д.Г., Демина О.А. Бесплодие, ассоциированное с эндометриозом яичников: современный взгляд на проблему. Гинекология. 2020; 22(5): 44–49. DOI: 10.26442/20795696.2020.5.200405.

5. Михалева Л.М., Соломатина А.А., Хованская Т.Н., Чабиева Л.Б., Грачева Н.А., Чиграй Л.В., Михалев С.А. Морфофункциональное состояние эндометрия и его рецептивность у пациенток с эндометриозом яичников. Проблемы репродукции. 2020; 26(3): 68–75. DOI: 10.17116/repro20202603168.
6. Беженарь В.Ф., Кузьмина Н.С., Калугина А.С., Шевлюкова Т.П., Максимова Т.А., Ермакова Н.В., Кучерявых Ю.А. Влияние хирургического лечения эндометриом яичников на состояние овариального резерва у пациенток с бесплодием. Эффективная фармакотерапия. 2022; 18(24): 6–11. DOI: 10.33978/2307-3586-2022-18-24-6-11.
7. Дубинская Е.Д., Гаспаров А.С., Дутов А.А., Оразов М.Р., Союнов М.А. Прогнозирование изменений овариального резерва после цистэктомии при эндометриомах с помощью балльной диагностической шкалы. Вестник Российской академии медицинских наук. 2022; 77(1): 5–12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-izmeneniy-ovarialnogo-rezerva-posle-tsistektomii-pri-endometriomah-s-pomoschyu-ballnoy-diagnosticheskoy-shkaly>.
8. Качалина Т.С., Богатова М.Е., Зиновьев А.Н., Зиновьева М.С. Морфологические и молекулярно-биологические факторы риска рецидива эндометриоидных кист яичников после хирургического лечения. Женское здоровье и репродукция. 2020; 3(46). URL: <https://journalgynecology.ru/statyi/morfologicheskie-i-molekuljarno-biologicheskie-factory-riska-recidiva-jendometrioidnyh-kist-jaichnikov-posle-hirurgicheskogo-lechenija/>.
9. Петровская А.В., Смирнова О.А., Козлов П.В. Молекулярные механизмы рецидивирования эндометриоидных кист яичников. Медицинская иммунология. 2022; 24(3): 521–530. DOI: 10.15789/1563-0625-ММО-2478.
10. Давыдов А.И., Таирова М.Б., Шахламова М.Н. Аспирационная (склерозирующая) терапия эндометриом яичников: возможности, перспективы, отдаленные результаты. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2018; 17(1): 13–21. DOI: 10.20953/1726-1678-2018-1-13-21.

© Котельников В.В., Балтер Р.Б., Иванова Т.В., 2026



UDC 781.7(575.4)(091)

Atagulyyev G.

Joramyradov B.

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Berdiyev B.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

HISTORICAL DEVELOPMENT PATH AND MODERN FACETS OF TURKMEN NATIONAL MUSICAL ART**Abstract**

This article explores the historical development path and contemporary transformations of Turkmen national musical art. Rooted in ancient nomadic culture, rituals, and epic storytelling, Turkmen music has preserved its unique acoustic character through iconic instruments such as the *dutar*, *gyjak*, and *gopuz*. The study analyzes the historical progression from folk traditions and the oral transmission of *bagshy* art to the systematic synthesis of traditional melodies with Western classical forms during the 20th and 21st centuries. Furthermore, it examines modern facets of Turkmen music, highlighting contemporary preservation strategies, institutional education, stage performance adaptations, and the integration of digital technology in musical production. The findings emphasize that while Turkmen musical art actively adapts to modern global trends, it remains deeply rooted in its authentic philosophy, spiritual identity, and cultural heritage.

Keywords:

turkmen national music, bagshy art, dutar, gyjak, folk music history, oral tradition, modern musical composition, turkmenistan cultural heritage.

Introduction

The musical art of Turkmenistan represents one of the most distinctive and culturally rich branches of Central Asian heritage. Developed over centuries across vast desert landscapes, ancient oasis centers, and historical trade arteries, Turkmen musical expression is fundamentally tied to the worldview, spiritual philosophy, and everyday life of its people. Historically, music was not merely a form of aesthetic entertainment; it served as a vital repository of collective memory, oral history, ethical codes, and philosophical contemplation. The harsh environment and nomadic lifestyle shaped a unique acoustic landscape characterized by intimate vocal expressions, highly nuanced instrumental timbres, and complex rhythmic structures.

At the heart of the traditional musical framework lies the art of the *bagshy*—the master epic singer and storyteller. The *bagshy* holds a sacred status within traditional society, acting as a narrator of heroic *dessans* (epics), preservationist of classical poetry, and mediator of community identity. Accompanied primarily by the two-stringed long-necked lute, the *dutar*, the *bagshy* developed a sophisticated performance technique that relies heavily on oral transmission (*halypa-shagirt* or teacher-disciple system). This system ensured the precise transfer of intricate modal structures, ornamentation techniques, and emotional resonance across generations without reliance on formal notation. The repertoire spans from solemn historical narratives to expressive lyrical songs, reflecting the deep poetry of prominent figures such as Magtymguly Pyragy, Kemine, and Mollanepes.

Throughout the 20th century, the landscape of Turkmen national music underwent significant structural transformations. The introduction of Western classical music education, formal notation systems, and professional institutions led to an unprecedented synthesis of traditional folk music with orchestral, operatic, and chamber forms. Turkmen composers successfully translated traditional modal systems (*mukam*) into large-scale symphonic works, creating a dual system where traditional oral art forms flourished alongside academic

classical compositions. Instruments like the *gyjak* (spike fiddle) and *dutar* were adapted for ensemble and orchestral settings, expanding their expressive possibilities while retaining their essential sonic signatures.

In the contemporary era, the musical art of Turkmenistan manifests through various dynamic facets. Modern Turkmenistan prioritizes the safeguarding of its musical identity through state-supported cultural policies, higher art education institutions, and international recognition, including UNESCO inscriptions of traditional crafts and performance arts. Simultaneously, modern musicians and composers are exploring new genres, blending national melodic motives with jazz, pop, and electronic production. This ongoing evolution highlights a resilient cultural balance: preserving the sacred purity of ancient *mukam* traditions while actively engaging with modern global music practices.

References:

1. Zerov, A. M. History of Central Asian Folk Music and Performance Traditions. 2018, Ashgabat: Ylym Publishing House.
2. Djumaev, A. K. Musical Culture of the Silk Road: Historical Perspectives. 2019, Tashkent: Fan.
3. Nuriev, P. T. The Art of the Turkmen Bagshy: Heritage and Technique. 2020, Saint Petersburg: Nevsky Press.

© Atagulyyev G., Joramyradov B., Berdiyev B., 2026

UDC 796.011.3:004

Erkinnazarov O.

Shekeralyyeva D.

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Ilmyradov A.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

APPLICATION OF MODERN TRAINING METHODS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PHYSICAL EDUCATION CLASSES

Abstract

This article examines the integration of modern training methodologies and innovative digital technologies in contemporary physical education (PE). It highlights the transition from traditional, standardized physical culture lessons to personalized, interactive, and tech-driven frameworks. The study analyzes the application of wearable fitness trackers, mobile applications, video analysis systems, and gamified learning platforms alongside modern pedagogical approaches such as high-intensity interval training (HIIT), functional training, and differentiated instruction. The findings indicate that integrating technological tools with progressive training methods significantly enhances student motivation, optimizes physical performance, allows real-time physiological tracking, and fosters a lifelong commitment to physical health and well-being.

Keywords:

modern training methods, innovative technologies, physical education, pedagogical innovation, wearable technology, gamification, physical fitness, health monitoring.

Introduction

The paradigm of modern physical education is undergoing a fundamental transformation driven by rapid technological advancements and evolving pedagogical research. Historically, traditional physical education curricula centered predominantly on standardized motor skills, rigid athletic testing, and mass-instruction models. While these traditional frameworks established basic physical capabilities, they frequently struggled to sustain long-term student engagement, accommodate diverse fitness levels, or foster intrinsic motivation toward healthy lifestyle habits. In the 2020s, the primary objective of physical education has expanded beyond mere physical exertion; it now encompasses the development of physical literacy, health self-awareness, and personalized fitness trajectories tailored to the unique physical capabilities and health profiles of individual students.

To achieve these modern objectives, physical educators are increasingly adopting innovative training methodologies combined with cutting-edge digital technologies. Modern training methods—such as High-Intensity Interval Training (HIIT), functional fitness programming, cross-training, and differentiated instruction—have replaced uniform exercise regimes. These methodologies allow educators to optimize class time, maximize movement density, and adapt intensity according to individual physiological responses. High-intensity interval training, for example, offers significant cardiovascular and metabolic adaptations within short timeframes, making it exceptionally suited for standard academic schedules. Simultaneously, functional training emphasizes multi-joint movement patterns that enhance posture, core stability, and overall physical functionality, directly benefiting students' daily lives and physical resilience.

Complementing these pedagogical shifts is the rapid integration of innovative digital technologies into the gymnasium environment. Wearable technology, including heart rate monitors, smartwatches, and pedometers, provides immediate objective feedback on cardiovascular strain, caloric expenditure, and activity levels. This quantitative feedback transitions physical education from subjective performance evaluation to data-informed health monitoring, empowering students to understand their own physiological boundaries and progress. Furthermore, video analysis tools and motion-capture software enable educators and students to conduct immediate biomechanical assessments, improving exercise execution, preventing sport-related injuries, and refining athletic techniques in real time.

Additionally, interactive technologies such as gamified fitness platforms, virtual reality (VR) simulations, and mobile health applications have redefined student engagement. Gamification introduces interactive challenges, virtual rewards, and goal-tracking features that appeal directly to digital-native learners, transforming routine physical tasks into engaging, interactive experiences. Modern mobile applications facilitate remote physical tracking and hybrid learning formats, enabling students to log activities outside traditional school hours and maintain continuous fitness routines.

Ultimately, the synergy between modern training methods and innovative technologies creates a dynamic, inclusive, and student-centered educational environment. By shifting the focus from uniform performance metrics to personal growth, health literacy, and technological self-monitoring, modern physical education equips students with the necessary tools, skills, and motivation to sustain a healthy, physically active lifestyle throughout their lives.

References:

1. Armstrong, N., & van Mechelen, W. (2018). *Paediatric Exercise Science and Medicine* (3rd ed.). Oxford University Press. London.
2. Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2020). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4th ed.). Human Kinetics. Champaign.
3. Kirk, D. (2019). *Physical Education Pedagogies for Health and Wellbeing*. Routledge. New York.

© Erkinazarov O., Shekeralyyeva D., Ilmyradov A., 2026

UDC 75.03(575.4)

Orazalyev I.**Vepayev A.**

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Guldurdyev B.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

REFLECTION OF HISTORICAL AND MODERN THEMES IN THE NATIONAL SCHOOL OF PAINTING**Abstract**

This article examines the evolution of the national school of painting, highlighting the seamless integration of rich historical heritage with contemporary artistic expressions. It explores how traditional motifs, cultural identity, national myths, and historical milestones are reinterpreted through modern stylistic techniques, color palettes, and philosophical perspectives. By analyzing key thematic directions, the paper demonstrates the role of fine arts in preserving national memory while actively engaging with contemporary global artistic trends and societal changes.

Keywords:

national painting, fine arts, historical motifs, modern themes, artistic identity, visual culture, Turkmen painting.

Introduction

The formation and maturation of a national school of painting represent a dynamic dialogue between past heritage and contemporary reality. Fine arts serve as a vital medium through which a society interprets its historical trajectory, cultural memory, and aesthetic values. Within the national school of painting, this artistic continuity is particularly pronounced, as painters consistently draw inspiration from deep-rooted historical traditions, epic lore, classical literature, and indigenous visual heritage—such as rug weaving, national ornament, and architectural monuments—while simultaneously addressing the pressing themes and social dynamics of the modern era.

Historically, the national school of painting developed an expressive visual vocabulary characterized by vivid color palettes, monumental compositions, and profound philosophical symbolism. Early masters laid the groundwork by documenting pastoral landscapes, historical heroes, classic literature, and traditional daily life. These works established a foundational canon that celebrated national identity, folk traditions, and the harmonious relationship between humanity and nature. The historical theme in national painting has never been a static recollection of the past; rather, it functions as a spiritual pillar, providing historical memory, national pride, and ethical orientation across generations.

In the contemporary context, modern painters face the creative challenge of reinterpreting this rich heritage through the lens of twentieth- and twenty-first-century artistic innovations. Contemporary masters retain the symbolic weight of historical motifs—such as nomadic heritage, silk road crossroads, classic poetry, and ancient architecture—while introducing non-traditional compositional structures, abstract forms, modern impressionism, and personal introspective narratives. Modern themes in the national school extend to urban transformation, peaceful development, ecological awareness, and the personal experiences of individuals navigating a rapidly globalizing world.

Furthermore, the synthesis of historical and modern themes creates a unique visual synergy where ancient metaphors inform contemporary social and cultural commentary. The ongoing evolution of the national school demonstrates that cultural traditions are not mere relics of the past, but living artistic forces capable of renewal

and innovation. By bridging national historical memory with international modern art trends, contemporary painters ensure the vitality and global relevance of their visual art school, positioning it as both a guardian of heritage and a contributor to global visual culture.

References:

1. Nurmukhammedov, N. Fine Arts of Turkmenistan. 2018, Ashgabat: Ylym Publishing.
2. Saparova, G. History of Turkmen National Painting and Visual Culture. 2019, Saint Petersburg: Art-Press.
3. Berdiyev, M. Tradition and Modernity in Central Asian Art. 2020, Moscow: Vados.

© Orazalyev I., Vepayev A., Guldurdyev B., 2026

УДК 792.01

Парфенова Е.И.

Старший преподаватель СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, РФ

ЯПОНСКАЯ КУХНЯ

Аннотация

Исторически находясь под влиянием китайской кухни, японская кухня в современную эпоху также открылась для влияния западной кухни. Блюда, вдохновленные зарубежной едой — в частности, китайской — такие как рамен и гёдза, а также спагетти, карри и гамбургеры, были адаптированы к японским вкусам и ингредиентам. Традиционно японцы избегали мяса из-за приверженности буддизму, но с модернизацией Японии в 1880-х годах мясные блюда, такие как тонкацу и якинику, стали распространены. С тех пор японская кухня, особенно суши и рамен, приобрела популярность во всем мире.

Ключевые слова:

японская кухня, традиции, рис, саке, сашими.

Японская кухня, блюда которой часто подаются в сыром виде или лишь слегка приготовленными, славится своими тонкими и изысканными вкусами. Возможно, самым известным блюдом в мире являются суши — приготовленный, заправленный уксусом рис, подаваемый с различными овощами, сашими (сырыми морепродуктами) и яйцами в качестве гарнира, придающими ему различные формы; кроме того, сашими часто подают отдельно. Также популярны в Японии и за ее пределами темпура, обычно представляющая собой порции морепродуктов и овощей, обмакнутые в кляр из рисовой муки, обжаренные во фритюре и подаваемые с пропаренным рисом (часто с соевым соусом), а также различные блюда из тофу (соевого творога); тофу может подаваться отдельно или в таких блюдах, как мисо-суп (приготовленный из ферментированных соевых бобов).

Среди других примечательных блюд — сукияки и его разновидность шабу-шабу (в обоих случаях мясо и другие ингредиенты готовятся в неглубокой кастрюле прямо за столом), а также различные виды лапши, включая соба (из гречневой муки, часто подается холодной) и удон (из пшеницы, обычно подается после быстрой обжарки на горячем гриле или в горячем бульоне). Рамен, супообразное блюдо из лапши китайского происхождения, является основным блюдом японского фастфуда и хорошо известен во всем мире. Бенто — это порционное блюдо, широко распространенное в различных вариантах. Онигири — повсеместно распространенное в Японии блюдо и популярная закуска, представляющая собой шарик или

конус из риса, часто с начинкой и завернутая в нори (морские водоросли).

Япония славится своим зелёным чаем, большая часть которого выращивается на склонах горы Фудзи в префектуре Сидзуока или вблизи них. Зелёный порошковый чай матча в последние годы стал особенно популярен на Западе благодаря своим полезным свойствам и разнообразным способам употребления, включая кофе, мороженое и коктейли. Вода из Японских Альп, сформированная в форме капли дождя, стала основой для ныне знаменитого торта «капля дождя», изобретённого в префектуре Яманаси, недалеко от горы Фудзи, в 2014 году; этот нежный желеобразный десерт, продаваемый как «вода, которую можно есть», стал мировой сенсацией. Саке, алкогольный напиток, приготовленный из ферментированного риса, также особенно ассоциируется с Японией, где его обычно подают подогретым в маленьких фарфоровых чашках. Производство пива в Японии началось в середине 1870-х годов, и несколько марок стали известны во всем мире. Япония также производит множество крепких алкогольных напитков, в частности, виски.

Рис является основным продуктом японской кухни. Пшеница и соя появились вскоре после риса. Все три продукта сегодня являются основными продуктами японской кухни. В конце периода Кофун и начале периода Асука буддизм стал официальной религией страны. Поэтому употребление мяса и рыбы было запрещено. В 675 году н.э. император Тэнму запретил употребление в пищу лошадей, собак, обезьян и кур. В VIII и IX веках многие императоры продолжали запрещать убийство многих видов животных. Однако в некоторых районах мясо продолжали употреблять в пищу. В Кагосиме процветало свиноводство, а в Оуми существовала культура употребления говядины. Кроме того, в регионе Сува существовал ритуал жертвоприношения оленей в рамках синтоистских обрядов. Количество регулируемых видов мяса значительно увеличилось, что привело к запрету всех млекопитающих, кроме китов, которые были отнесены к категории рыбы. В период Асука в Японию были завезены палочки для еды. Первоначально ими пользовалась только знать. Остальное население использовало их руками, поскольку посуда была довольно дорогой.

В 1854 году Япония начала заключать новые торговые соглашения с западными странами. Концепция вашоку (японской кухни) была введена в Японии после переговоров с Соединенными Штатами о торговом договоре. Когда император Мэйдзи пришел к власти в 1868 году в рамках Реставрации Мэйдзи, правительство начало перенимать западные обычаи, включая использование продуктов животного происхождения в пище. В 1872 году новый правитель устроил новогодний пир, призванный привлечь внимание западного мира и стран. На пиру подавали блюда, отражающие европейскую кухню. Впервые за тысячу лет людям разрешили употреблять мясо на публике, и население в целом начало включать мясо в свой регулярный рацион.

Японская кухня основана на сочетании основного продукта — пропаренного белого риса или гохана — с одним или несколькими окадзу, «основными» или «гарнирными» блюдами. К этому может подаваться прозрачный или мисо-суп и цукемоно (соленья). Термин итидзю-сансай, «один суп, три гарнира») обозначает состав типичного блюда, но имеет корни в классической кухне кайсэки, хондзэн и юсёку. Этот термин также используется для описания первого блюда, подаваемого в современной стандартной кухне кайсэки.

Истоки японской кухни «один суп, три гарнира» восходят к стилю питания, называемому Итидзю-Иссай («один суп, одно блюдо»), восходящему к Пяти Великим Дзенским храмам периода Камакура (Камакура Годзан) XII века, и развившемуся как форма приема пищи, подчеркивающая бережливость и простоту.

Рис подается в отдельной маленькой миске (тяван), а каждое основное блюдо помещается на отдельную маленькую тарелку (сара) или миску (хати) для индивидуальной порции. Это делается даже в японских домах. Это контрастирует с западным стилем домашних обедов, где каждый берет порции из больших блюд, стоящих в центре обеденного стола. Традиционно в японском стиле не допускается

соприкосновение блюд с разными вкусами на одной тарелке, поэтому различным блюдам отводятся отдельные тарелки, как уже упоминалось, или они разделяются, например, листьями. Помещение основных блюд на рис, тем самым «загрязняя» его, также не одобряется традиционным этикетом.

Хотя традиция не класть другие продукты на рис, она зародилась в классической китайской кухне, особенно после принятия буддийских чайных церемоний, она стала наиболее популярной и распространенной в период Камакура и после него, например, в кайсэки. Хотя современная китайская кухня отказалась от этой практики, японская кухня её сохранила. Исключением является популярный донбури, в котором добавки подаются непосредственно на рис.

Список использованной литературы:

1. Кэйсай Эйсэн Заметки безымянного старца / Пер. с яп. и ком. Н. Иваненко // Мастера искусств об искусстве. М., Т. 1. 1965., С. 139-142.
2. Нисикава Сукэнобу. Предисловие и Послесловие к сборнику «Япония в картинах» / Пер. с яп. и ком. Н. Иваненко // Мастера искусств об искусстве. М., Т. 1. 1965., С. 121-132.

© Парфенова Е.И., 2026



УДК 674.093:519.863

Савельева А.А.

Дизайнер интерьеров и мебели
Университет искусства и дизайна «Academy of Art University» (AAU),
США, Сан-Франциско, Калифорния

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН И РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА: СНИЖАЕТ ЛИ АЛГОРИТМ ОТХОДЫ ФАНЕРЫ

Аннотация

Рассматривается вопрос о том, снижают ли алгоритмы генеративного дизайна и автоматизированного раскроя долю отходов при обработке листовой фанеры. Систематизированы постановки задачи двумерного раскроя, приёмы аппроксимации контуров и эволюционные схемы поиска. Проанализированы условия сохранения выигрыша алгоритма в цехе. Среди них — анизотропия шпона, ширина реза, маршрут инструмента и размер партии. Предложена стоимостная рамка оценки результата.

Ключевые слова:

генеративный дизайн, раскрой листового материала, фанера, минимизация отходов, генетический алгоритм, карта раскроя, коэффициент использования материала

Savelieva A.A.

Interior and furniture designer, Academy of Art University (AAU), San Francisco, California, USA

GENERATIVE DESIGN AND SHEET MATERIAL NESTING: DOES THE ALGORITHM REDUCE PLYWOOD WASTE

Abstract

The paper examines whether generative design and automated nesting algorithms actually reduce waste in plywood sheet processing. Formulations of the two-dimensional cutting stock problem, outer approximation techniques for curvilinear contours and evolutionary search schemes are systematised. The conditions under which algorithmic gains survive in a real workshop are analysed: veneer anisotropy, kerf width, tool routing, batch size. It is shown that the effect of nesting optimisation is not reducible to geometry and depends on organisational constraints. A framework for evaluating results through cost-based rather than purely area-based indicators is proposed. Directions for further empirical verification are outlined.

Keywords:

generative design, sheet material nesting, plywood, waste minimisation,
genetic algorithm, cutting map, material utilisation ratio.

Введение

Фанера остаётся одним из самых востребованных конструкционных листовых материалов в мебельном производстве, малосерийном машиностроении, судостроении, изготовлении тары, оснастки и выставочных конструкций. Её стоимость за последние годы стала заметной статьёй себестоимости, а геометрия деталей, вырезаемых из листа, усложнилась: фрезерование на станках с ЧПУ и лазерная резка сняли прежние технологические ограничения на прямолинейность кроя. Одновременно расширился круг цифровых инструментов, обещающих автоматически сформировать и форму детали, и схему её размещения на листе. Совокупность таких инструментов принято называть генеративным дизайном, хотя за термином скрываются очень разные по природе процедуры — от параметрического перебора

вариантов конструкции до эволюционных алгоритмов упаковки.

Практический интерес формулируется просто: снижает ли алгоритм отходы фанеры и насколько устойчив этот выигрыш. Вопрос не риторический. Обещания поставщиков программных решений обычно опираются на площадные метрики — коэффициент использования материала для отдельной карты раскроя, — тогда как экономика цеха складывается из стоимости листа, времени резки, износа инструмента, трудозатрат на сортировку остатков и потерь, связанных с браком по дефектам шпона. Алгоритм, дающий формально плотную упаковку, может увеличить длину траектории реза, число врезаний и количество мелких неликвидных обрезков, которые никогда не вернутся в производство. Иными словами, экономия площади и экономия денег совпадают не автоматически.

Задача настоящей работы — критически рассмотреть механизм, посредством которого алгоритмические методы влияют на выход годного из листа фанеры, и обозначить границы применимости соответствующих оценок. Последовательность изложения такова: сначала разбирается математическая постановка двумерного раскроя и природа вычислительной трудности задачи, затем — свойства фанеры как объекта раскроя и способы описания фигурных контуров, далее — вопрос корректного измерения эффекта, включая интеграцию раскроя с маршрутизацией инструмента и стоимостные показатели. Работа носит обзорно-аналитический характер и опирается на опубликованные результаты по оптимизации раскроя, автоматизации проектирования карт и применению генеративных инструментов в производственных цепочках; собственных экспериментальных измерений автор не приводит, что оговаривается сознательно, поскольку подмена анализа непроверяемыми процентами экономии — типичный дефект публикаций на эту тему.

Задача двумерного раскроя: постановка, вычислительная сложность и эволюционный поиск

Формально раскрой листового материала относится к классу задач упаковки: требуется разместить заданный набор плоских заготовок на прямоугольных листах фиксированных габаритов без взаимных пересечений и без выхода за границы, минимизируя число листов либо суммарную площадь неиспользованной части. К ограничениям добавляются технологические условия: минимальный зазор между контурами, равный ширине реза с припуском, обязательные краевые отступы, запрет на определённые ориентации детали, требование гильотинности резов для части оборудования. Даже прямоугольная версия задачи с гильотинными ограничениями принадлежит классу NP-сложных проблем дискретной оптимизации, а фигурный раскрой оказывается ещё тяжелее из-за необходимости проверять пересечение произвольных контуров при непрерывном множестве допустимых положений и углов поворота. Точное решение практических экземпляров недостижимо за приемлемое время.

Отсюда вытекает господство приближённых схем. Наиболее прозрачный подход — линейное и целочисленное программирование по заранее сгенерированному множеству допустимых схем размещения: каждая схема задаёт набор деталей, укладываемых на один лист, а модель выбирает, сколько листов раскроить по каждой схеме, чтобы покрыть заказ и минимизировать отходы. Подобные модели минимизации отходов при обработке листовых материалов и пиломатериалов описаны с разбором практических аспектов реализации в производственных условиях [3]. Достоинство метода — интерпретируемость и совместимость с планированием: результат сразу превращается в задание на смену. Ограничение столь же очевидно: качество решения предопределено богатством исходного набора схем, а для фигурных деталей их генерация сама превращается в отдельную трудную задачу.

Второе семейство методов — метаэвристики, среди которых доминируют генетические алгоритмы. Хромосома кодирует порядок укладки деталей и их допустимые ориентации, декодер размещает заготовки жадной процедурой типа «нижняя левая позиция», а функция приспособленности оценивает плотность полученной карты. Комбинированный подход к решению оптимизационной задачи раскроя на основе методов генетического поиска, с явной формулировкой постановки и ограничений задачи раскроя листового материала, представлен в литературе по эволюционным вычислениям [4]. Комбинирование

здесь принципиально: чистый генетический поиск медленно доводит решение до локального оптимума, поэтому его дополняют локальными улучшающими процедурами — сдвигами деталей, поворотами, обменом позициями, повторной укладкой в образовавшиеся полости. Практика показывает, что гибридные схемы дают устойчивый прирост плотности по сравнению с одиночными детерминированными правилами.

Существенно, что промышленные приложения обычно не выбирают между детерминированной эвристикой и эволюционным поиском, а содержат оба механизма. Так, в описанной функциональной модели производства продукции, раскраиваемой из листового материала, приложение автоматизации проектирования карт реализует и детерминированные алгоритмы, и эволюционный генетический алгоритм раскроя [8]. Логика понятна: детерминированные правила работают быстро и предсказуемо, что важно при оперативной корректировке задания, а генетический алгоритм включается там, где есть время на поиск и высока цена материала. Что немаловажно, само наличие двух режимов делает сравнение «алгоритм против человека» некорректным без указания режима и бюджета вычислений. Оптимизация рациональных алгоритмов раскроя рассматривается и как основное направление снижения материальных потерь в логике бережливого производства на машиностроительных предприятиях [6].

Фанера как объект раскроя: анизотропия, дефекты шпона и аппроксимация фигурных контуров

Фанера отличается от стального листа или пластика тем, что она не изотропна. Направление волокон наружного шпона задаёт преимущественную ориентацию для деталей, работающих на изгиб, и произвольный поворот заготовки, столь удобный для алгоритма упаковки, часто недопустим по условиям прочности или внешнего вида. Каждое дополнительное ограничение на ориентацию сокращает пространство поиска и, что критично, снижает теоретический предел плотности укладки. Оптимизатор, которому разрешены повороты на любой угол, покажет на тестовом наборе результат заметно лучше, чем тот же оптимизатор с фиксацией двух ориентаций, — но второй результат и есть производственно осуществимый. Сравнение алгоритмов без указания разрешённого множества поворотов лишено смысла.

Вторая особенность — дефектность полотна. Сортность фанеры допускает сучки, вставки, разошедшиеся участки шпона, локальные расслоения; лист неоднороден по качеству поверхности. Классические модели раскроя предполагают однородный лист, поэтому обнаруженный дефект превращается либо в брак готовой детали, либо в вынужденную ручную корректировку карты. Учёт дефектов требует их предварительной локализации и введения запретных зон, то есть перехода от прямоугольной области к области с вырезами. Это усложняет геометрические проверки, зато переносит часть решений из цеха в расчёт. Примечательно, что именно здесь автоматизация даёт наибольший, но труднее всего измеряемый выигрыш: сокращается не столько геометрический отход, сколько скрытые потери от брака и повторного раскроя.

Третья группа вопросов связана с описанием самих контуров. Криволинейные детали, характерные для генеративного дизайна, неудобны для прямых проверок пересечений, поэтому используется внешняя аппроксимация двумерных фигур. Простейший вариант — прямоугольная аппроксимация ограничивающим прямоугольником: она предельно быстра, совместима с гильотинными схемами и полностью игнорирует вогнутости, из-за чего в отход уходят зоны, куда физически можно вложить мелкие детали. Метод прямоугольной аппроксимации с разбором его достоинств и недостатков, а также алгоритм внешней аппроксимации фигур методом касательных описаны в работе по оптимизации фигурного раскроя [2]. Переход к многоугольным оболочкам и годографам функции плотного размещения повышает плотность укладки за счёт роста вычислительных затрат.

Именно на стыке аппроксимации и ограничений по ориентации становится видно, где генеративный дизайн способен работать не как оптимизатор упаковки, а как проектировщик. Если форма детали не задана жёстко, а порождается параметрически при заданных функциональных требованиях, то оптимизировать можно совместно и геометрию изделия, и его размещение на листе: скруглить контур

так, чтобы соседние детали вкладывались друг в друга, разбить крупный элемент на сегменты, укладываемые в остаток, ввести технологические перемычки. Стоит отметить, что такой совместный подход меняет саму метрику: сравниваются уже не карты раскроя одного и того же набора деталей, а альтернативные конструктивные решения. Сравнимость результатов при этом обеспечивается только фиксацией функциональных требований к изделию.

Измерение эффекта: от коэффициента использования листа к стоимостным и интегрированным критериям

Стандартная метрика — коэффициент использования материала, отношение суммарной площади деталей к площади израсходованных листов. Метрика удобна и обманчива. Она уравнивает крупный прямоугольный остаток, который вернётся в производство как деловой обрезок, и сеть узких полос шириной несколько миллиметров, годных только в утиль. Она не учитывает ширину реза: при фрезеровании фанеры инструментом диаметром шесть-восемь миллиметров суммарная площадь материала, превращённого в стружку, растёт пропорционально длине траектории, поэтому плотная карта с извилистыми резами может проигрывать более разреженной. Она игнорирует и трудозатраты на разбор поддона с обрезками. Корректная оценка требует отдельного учёта неликвидного отхода, делового остатка и потерь на рез.

Логичный шаг — переход к стоимостным критериям. Автоматизированное проектирование ресурсосберегающего раскроя с использованием ресурс-стоимостного показателя, продемонстрированное на примере детали «Панель боковины» вместе с этапами формирования выходных документов «карт раскроя материалов», иллюстрирует такой подход [7]. Свёртка разнородных потерь в денежную единицу позволяет сопоставлять варианты, различающиеся не только плотностью укладки, но и расходом времени станка, и структурой остатков. Оговорка обязательна: результат становится чувствителен к ценам, а при их изменении оптимальная карта меняется. Следовательно, стоимостная оптимизация требует регулярной перекалибровки исходных параметров, иначе она консервирует устаревшие соотношения.

Ещё одна линия уточнения — интеграция раскроя с маршрутизацией режущего инструмента. Задача INRP объединяет двумерный раскрой листа на фигурные заготовки и оптимальную маршрутизацию инструмента машин листовой резки с ЧПУ; исследуется возможность построения точных или эффективных приближённых алгоритмов для практических экземпляров [5]. Постановка отражает реальность: карта раскроя определяет множество допустимых траекторий, а стоимость резки зависит от числа врезаний, холостых перемещений и порядка обхода контуров. Раздельная оптимизация двух подзадач даёт локально хорошие, но совместно неоптимальные решения. Для фанеры это особенно ощутимо, поскольку врезание фрезы сопровождается риском сколов облицовочного шпона и требует аккуратных заходов, то есть дополнительного времени и материала на подходы.

Наконец, эффект зависит от организационного контура, в который встроен алгоритм. Опыт сквозной интеграции инструментов генеративного искусственного интеллекта — генеративного дизайна, автоматизированного раскроя, интеллектуального контроля качества, синтеза контента — в производственно-сбытовой цикл кластера показывает, что операционные и экономические показатели меняются совместно, а не изолированно по отдельной операции [1]. Прикладной вывод для фанеры прямой: выигрыш оптимизатора реализуется только при укрупнении партий, дисциплинированном учёте остатков, устойчивом соответствии между цифровой моделью и фактическими габаритами листа. Если детали раскраиваются мелкими сериями по мере поступления заказов, плотная упаковка недостижима принципиально — не из-за слабости алгоритма, а из-за структуры спроса. Алгоритм снижает отходы; масштаб снижения задаёт производство.

Заключение

Ответ на вынесенный в заголовок вопрос утвердителен, но условен. Алгоритмические методы —

целочисленные модели выбора схем, гибридные генетические процедуры, аккуратная внешняя аппроксимация криволинейных контуров — систематически дают более плотные карты раскроя фанеры, чем ручная компоновка, и делают это воспроизводимо, без зависимости от квалификации конкретного технолога. Однако величина выигрыша определяется не столько качеством поиска, сколько заданными ограничениями: разрешёнными поворотами деталей относительно направления волокон шпона, требованием гильотинности резов, шириной реза, размером партии и правилами обращения с деловыми остатками. Ужесточение любого из этих условий сокращает достижимый предел плотности, и корректное сравнение решений возможно лишь при их полной фиксации.

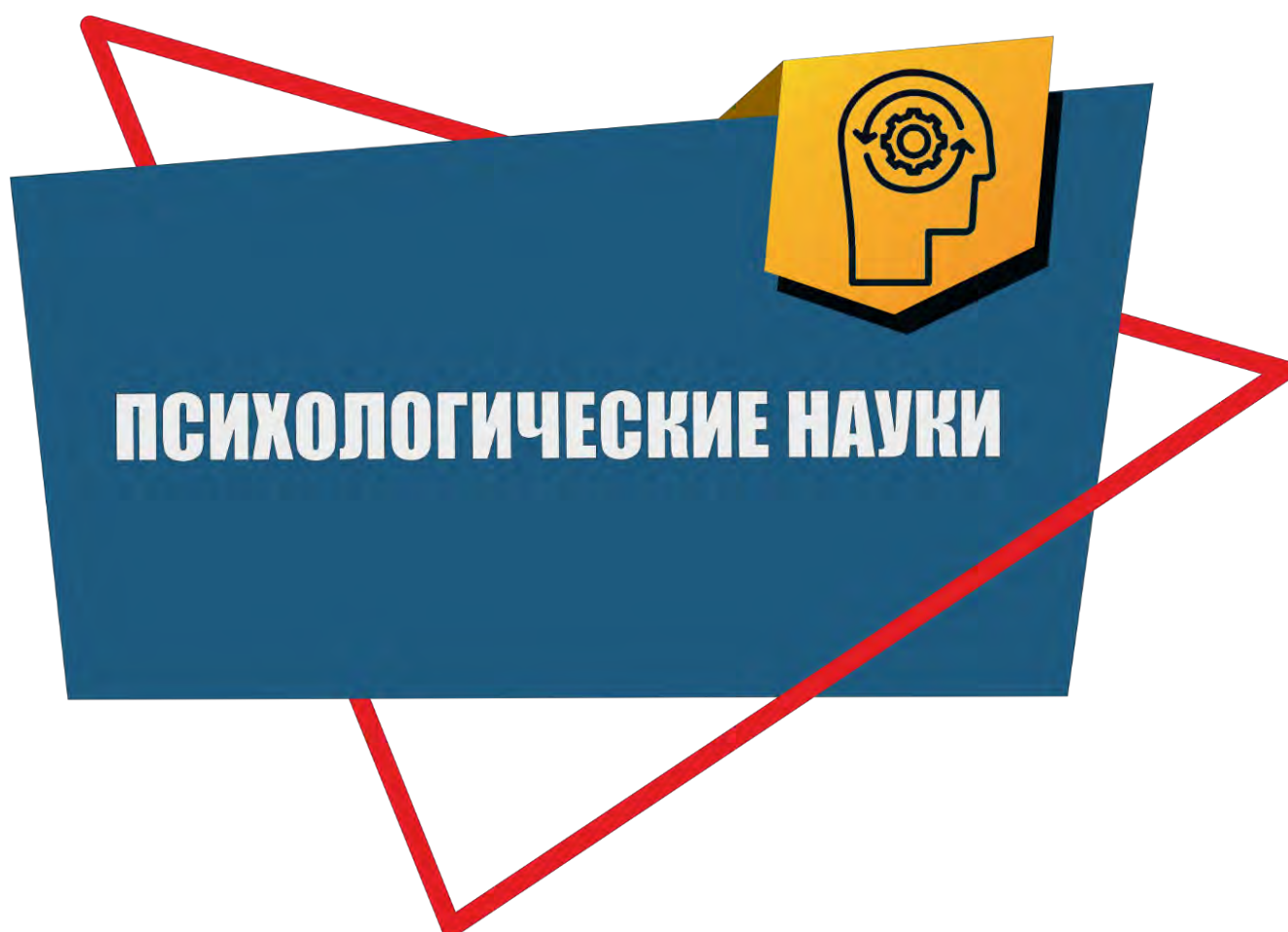
Отсюда вытекают требования к оценке результата. Коэффициент использования листа недостаточен: он не различает ликвидный и неликвидный отход и не учитывает потери на траекторию резки, поэтому его следует дополнять стоимостными показателями и совместным рассмотрением раскроя и маршрутизации инструмента. Генеративный дизайн проявляет наибольший потенциал там, где форма детали не фиксирована и может подстраиваться под геометрию листа, но такой режим меняет предмет сравнения и требует явного описания функциональных требований к изделию. Приоритетным направлением дальнейшей работы представляется контролируемый производственный эксперимент на фанере с отдельным учётом трёх компонент потерь — неликвидного отхода, делового остатка и материала, ушедшего в рез, — при разных размерах партии и режимах оптимизации. Без такой эмпирики заявляемые проценты экономии остаются оценками программного обеспечения, а не свойствами производства.

Список использованной литературы:

1. Грубов Е.О., Крупнов К.В. Сквозная интеграция генеративного искусственного интеллекта в производственно-сбытовой цикл текстильного кластера // Региональная и отраслевая экономика. — 2026. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/skvoznaya-integratsiya-generativnogo-iskusstvennogo-intellekta-v-proizvodstvenno-sbytovoy-tsikl-tekstilnogo-klastera> (дата обращения: 09.09.2026).
2. Гуров П.В. Оптимизация методов фигурного раскроя листового материала. Аппроксимация методом касательных // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. — 2010. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-metodov-figurnogo-raskroya-listovogo-materiala-approksimatsiya-metodom-kasatelnyh-1> (дата обращения: 09.09.2026).
3. Мирсаянов Ф.Р. Расчет оптимального раскроя строительных материалов с помощью линейного программирования (минимизация отходов при раскрое листовых материалов, пиломатериалов и т.д.) // Вестник науки. — 2026. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-optimalnogo-raskroya-stroitelnyh-materialov-s-pomoschyu-lineynogo-programmirovaniya-minimizatsiya-othodov-pri-raskroe> (дата обращения: 09.09.2026).
4. Орлов А. Н., Курейчик В. В., Глушенко А. Е. Комбинированный генетический алгоритм решения задачи раскроя // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2016. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kombinirovannyi-geneticheskiy-algoritm-resheniya-zadachi-raskroya> (дата обращения: 09.09.2026).
5. Петунин А. А., Котел Н. С., Таваева А. Ф. Об одном примере оптимального решения интегрированной задачи 2d-раскроя и маршрутизации инструмента машины листовой резки с чпу // Вестник Югорского государственного университета. — 2023. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-odnom-primere-optimalnogo-resheniya-integrirovannoy-zadachi-2d-raskroya-i-marshrutizatsii-instrumenta-mashiny-listovoy-rezki-s> (дата обращения: 09.09.2026).
6. Смирнов А. А., Кобзев В. В. Инструментарий управления материальными ресурсами в бережливом производстве на предприятиях машиностроения // И-Economy. — 2021. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentariy-upravleniya-materialnymi-resursami-v-berezhlivom-proizvodstve-na-predpriyatiyah-mashinostroeniya> (дата обращения: 09.09.2026).

7. Федорина Е.В., Дьяков И.Ф., Крупенников О.Г. Автоматизированное проектирование ресурсосберегающего раскроя с использованием ресурс-стоимостного показателя // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2023. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannoe-proektirovanie-resursosberegayuschego-raskroya-s-ispolzovaniem-resurs-stoimostnogo-pokazatelya> (дата обращения: 09.09.2026).
8. Якимов А. И., Денисевич Д. А., Якимов Е. А. Автоматизация проектирования карт раскроя листовых материалов в условиях производства // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. — 2022. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-proektirovaniya-kart-raskroya-listovyh-materialov-v-usloviyah-proizvodstva> (дата обращения: 09.09.2026).

© Савельева А.А., 2026



УДК: 159.9:792.8

Мацнева Т. А.,

социальный педагог

Ковтун Ю. И.,

педагог-организатор

ОГБУ «Реабилитационный центр для детей и подростков
с ограниченными возможностями имени В.З. Гетманского»**ОЖИВШИЕ ИСТОРИИ: ПИКСИЛЯЦИЯ КАК ПУТЬ К ТВОРЧЕСТВУ И РЕАБИЛИТАЦИИ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОВЗ****Аннотация**

В статье рассматривается пиксиляция как доступная техника покадровой анимации, в которой «оживают» сами люди. Показаны её возможности в реабилитации детей с ОВЗ: развитие моторики, когнитивных функций, коммуникации, воображения и уверенности в себе. Описаны этапы создания и практические аспекты внедрения. Пиксиляция представлена как эффективный инструмент творческого самовыражения и социальной адаптации детей с ОВЗ.

Ключевые слова:

пиксиляция, дети с ОВЗ, реабилитация, творчество, анимация, моторика,
коммуникация, самооценка, арт-терапия, инклюзия.

Введение

Творческие практики всё чаще используются в реабилитации детей с ОВЗ: они развивают навыки, дают возможность выразить себя и почувствовать успех. Одна из таких практик — пиксиляция: покадровая анимация, в которой «оживают» не предметы, а сами люди. Актёры замирают в позах, затем перемещаются и снова застывают; при воспроизведении кадров возникает иллюзия движения. Для детей с ОВЗ пиксиляция становится инструментом творческого самовыражения и реабилитации.

Как работает пиксиляция

Процесс похож на игру в «замерялки», но с камерой и сценарием:

1. Идея и сценарий. Всё начинается с истории: что рассказать, какие эмоции передать.
2. Подготовка. Выбираются актёры, локация, реквизит.
3. Съёмка. Актёр принимает позу, фотограф делает снимок. Затем актёр меняет положение — и снова кадр. Важны плавность и последовательность.
4. Монтаж. Фотографии собираются в видеоряд с определённой длительностью кадров.
5. Добавление звука. Музыка, звуковые эффекты и озвучка завершают ролик.

Пиксиляция как инструмент реабилитации

Пиксиляция подходит для детей с ОВЗ благодаря своим возможностям:

- Развитие моторики и координации. Съёмка требует точного выполнения команд, замирания в позах, небольших перемещений. Это тренирует моторику, улучшает координацию и пространственное восприятие.
- Стимуляция когнитивных функций. Создание сценария, планирование, запоминание поз задействуют внимание, память, логическое мышление.
- Развитие коммуникации. Работа в команде, обсуждение идей, распределение ролей развивают общение, умение слушать и находить компромиссы.
- Повышение самооценки. Создание собственного ролика дарит чувство успеха и значимости.
- Эмоциональная разрядка. Пиксиляция позволяет выразить эмоции и переживания в безопасной творческой форме.

- Преодоление страхов. В игре и творчестве дети постепенно преодолевают стеснительность и неуверенность.

- Развитие воображения. Дети могут превращаться в любых героев, создавать миры и придумывать сюжеты.

Практические аспекты внедрения

Для успешного внедрения пиксиляции важно учитывать:

- Адаптацию процесса. Задачи должны соответствовать возможностям каждого ребёнка: упрощение сюжета, увеличение времени, дополнительная поддержка.

- Поддерживающую среду. Атмосфера доверия и безопасности, терпеливые и внимательные педагоги.

- Вовлечение родителей. Их участие повышает эффективность реабилитации.

- Доступные технологии. Достаточно смартфона или планшета с приложениями для покадровой съёмки и монтажа.

- Интеграцию с другими видами терапии. Пиксиляция сочетается с арт-терапией, игровой терапией, логопедией и психотерапией.

Примеры применения

- Создание коротких анимационных фильмов. Дети оживляют сказки, придумывают истории о дружбе и приключениях.

- Визуализация эмоций. Через движения и мимику дети учатся выражать радость, грусть, страх, удивление.

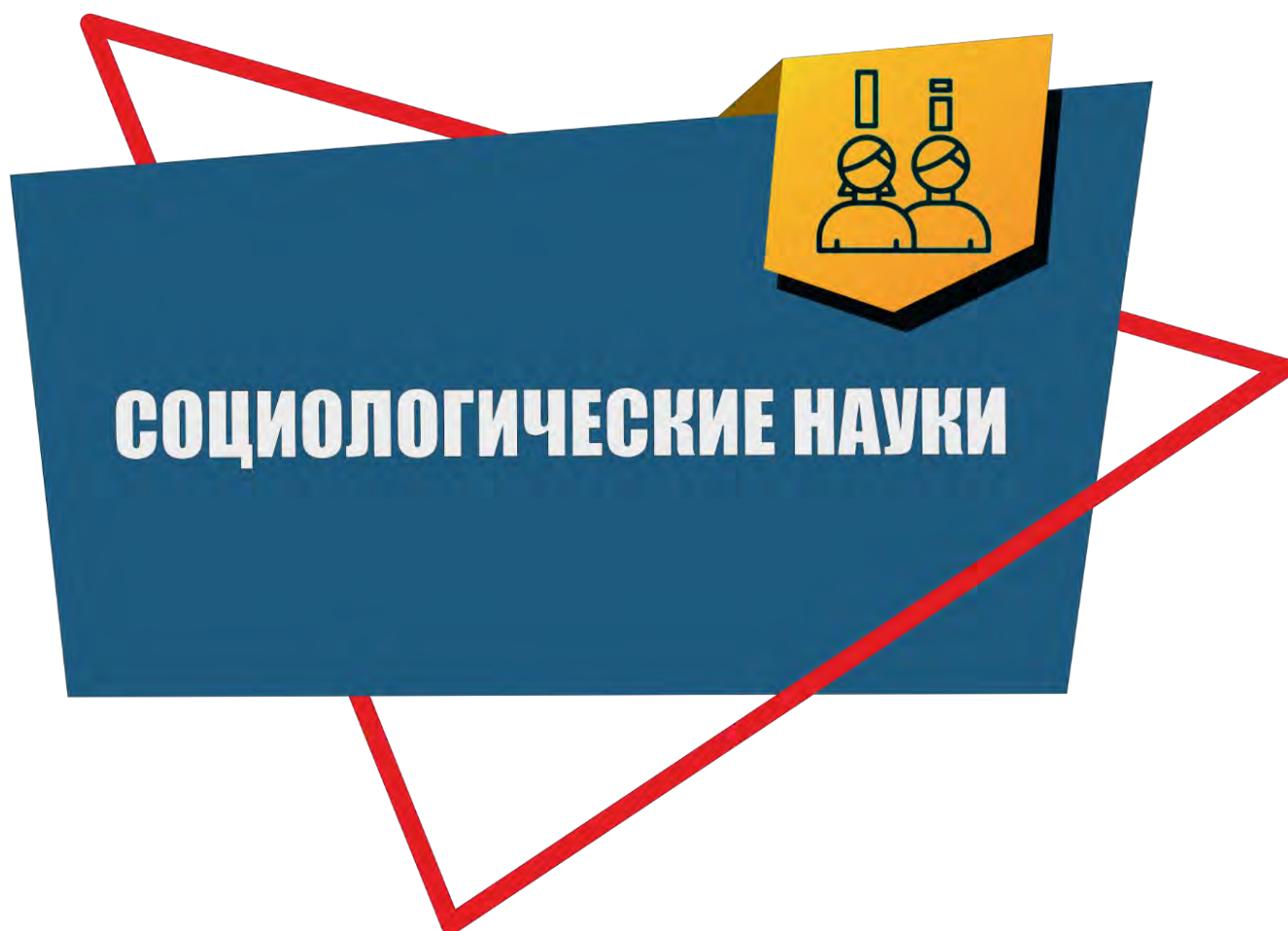
- Развитие социальных навыков. Разыгрывание сценок из повседневной жизни помогает отрабатывать социальные ситуации.

- Изучение новых тем. Пиксиляция делает обучение наглядным и запоминающимся.

Заключение

Пиксиляция — не просто техника анимации, а мощный инструмент, открывающий новые горизонты для детей с ОВЗ. Она помогает раскрыть творческий потенциал, развить важные навыки и обрести уверенность. Ожившие истории, созданные юными творцами, становятся свидетельством их силы и безграничных возможностей, делая пиксиляцию поистине волшебным путём к реабилитации и самопознанию.

© Мацнева Т. А., Ковтун Ю. И., 2026



УДК 36

Шыхмаммедов А.,

Студент,

Овезбердиева Л.,

Студент,

Мырадова А.,

Студент,

Моммаев М.,

Студент,

Научный руководитель: Бабаев О.

Преподаватель,

Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева,

Ашхабад, Туркменистан

35 ЛЕТ СУВЕРЕНИТЕТА ТУРКМЕНИСТАНА: ЭПОХА СОЗИДАНИЯ И УСТРЕМЛЁННОСТИ В БУДУЩЕЕ**Аннотация**

В статье рассматриваются исторические, политико-правовые и социально-экономические аспекты становления и укрепления независимости Туркменистана за 35-летний период суверенного развития.

Ключевые слова:

Туркменистан, государственная независимость, суверенитет,

Конституция Туркменистана, государственное устройство.

Обретение независимости стало переломным моментом в судьбе туркменского народа, открыв новую веху в его многовековой истории. Этот шаг стал естественным проявлением воли людей к самоопределению, бережному сохранению культурных истоков и построению будущего с опорой на собственные исторические традиции. Вводная часть Конституции Туркменистана подчеркивает: провозглашение суверенитета опирается на неотъемлемое право народа самостоятельно вершить судьбу Родины и верность заветам предков. Данная формула отражает глубокое историческое значение события, воплотившего многовековую мечту народа о свободе и независимом развитии.

Исторический рубеж был пройден 26 октября 1991 года, когда на всенародном референдуме граждане единодушно высказались за независимый путь. Уже на следующий день, 27 октября, Верховный Совет утвердил результаты голосования и принял Конституционный закон «О государственной независимости и основах государственного устройства Туркменистана». Этот документ дал официальный старт становлению современного демократического государства. Возрождение суверенной государственности стало гармоничным продолжением богатейшего наследия предков, на протяжении веков стремившихся к созданию крепкого и независимого государства. Фундаментом суверенитета выступают не только институциональные решения, но и духовные ценности, культура, национальные традиции и самосознание, передававшиеся из поколения в поколение. За прошедшие 35 лет Туркменистан преодолел большой путь по укреплению государственного устройства. Были заложены прочные политико-правовые основы, проведены глубокие реформы во всех ключевых сферах общественной жизни. Приоритетное внимание уделялось планомерному обновлению законодательной базы, совершенствованию государственных институтов и развитию гражданского общества.

Ключевым драйвером модернизации стали конституционные преобразования, оптимизировавшие систему государственного управления. В рамках этих реформ были чётко разграничены и уточнены функции высших властных структур, усовершенствованы механизмы их взаимодействия, а также

определены ориентиры для развития органов местного самоуправления. Суверенитет дал мощный импульс для реализации масштабируемых долгосрочных стратегий. Среди главных национальных приоритетов — укрепление энергетической и продовольственной независимости, комплексная модернизация экономической модели, всестороннее развитие промышленности, образования, науки и социальной сферы.

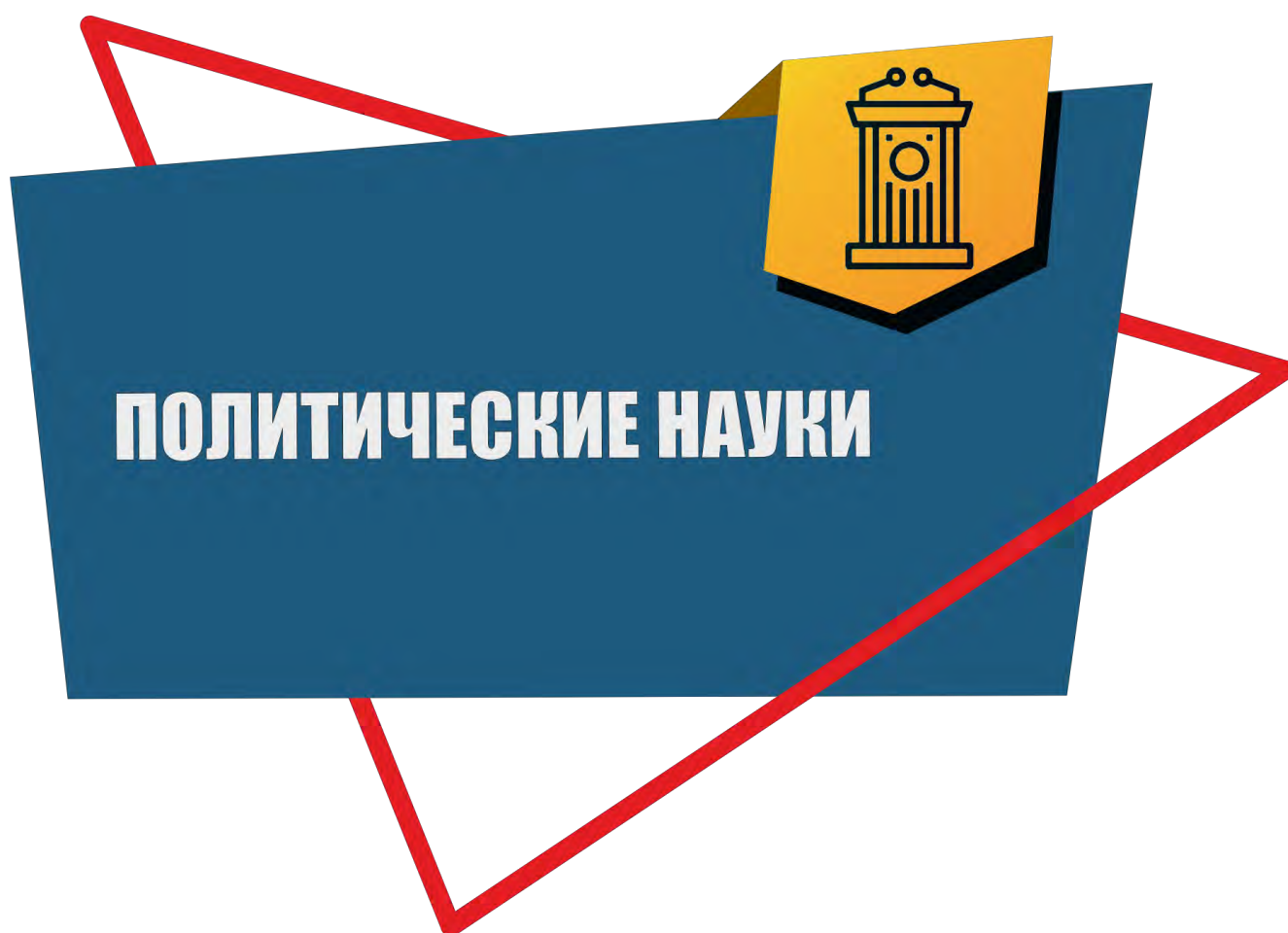
На мировой арене за годы независимости страна заметно укрепила свой международный авторитет. Туркменистан выстроил разветвленную сеть дипломатических отношений, активно развивает многовекторное сотрудничество с другими государствами, Организацией Объединённых Наций и крупными международными объединениями. Взвешенный внешний курс, базирующийся на принципах миролюбия, равноправия и конструктивного диалога, стал гарантией высокого уважения к стране в сообществе наций. Сегодня независимость Туркменистана — это не только священное историческое достояние, но и надёжная опора для непрерывного движения вперёд. Она символизирует право народа быть хозяином своей судьбы, сохранять национальный код и уверенно строить благополучное будущее.

35-летняя история суверенного Туркменистана — это хроника грандиозных свершений, высоких достижений и глубокой ответственности за последующие поколения. Это бесценное наследие объединяет общество и вдохновляет народ на новые масштабные победы.

Список использованной литературы:

1. www.turkmenistan.gov.tm
2. www.economy.gov.tm

© Шыхмаммедов А., Овезбердиева Л., Мырадова А., Моммаев М., 2026



УДК 32

Мамедов Дж.,

Доцент, кандидат технических наук

Амандурдыев У.,

преподаватель,

Аннамыврадова А.,

преподаватель,

Институт Инженерно-технических и транспортных коммуникаций Туркменистана

КНИГА ПРЕЗИДЕНТА НЕЙТРАЛЬНОГО ТУРКМЕНИСТАНА ОЛИЦЕТВОРЯЕТ ПРИНЦИПЫ МИРНОГО СОСУЩЕСТВОВАНИЯ И БЛАГОПОЛУЧИЕ НАРОДОВ ВО ВСЕМ МИРЕ

В стратегии политического, социально-экономического и культурно-гуманитарного развития Туркменистана Уважаемый Президент успешно проводит политику по укреплению мира, сотрудничество на основе взаимного доверия и дружбы между народами всего мира. Цели и задачи стратегии развития Нейтрального Туркменистана обоснованно отражены в принятых программах [1, 2].

Президент Туркменистана Сердар Бердымухамедов констатирует, что: “В новую историческую эпоху, опираясь на традиции и богатый опыт нашего народа, накопленный за тысячелетия, мы проводим политику, соответствующую глобальным целям мира, безопасности и благополучия” (“Нейтральный Туркменистан”, №342 (31378), 27.12.2025г.).

Независимый и Нейтральный Туркменистан как активный член ООН последовательно выступает с глобально значимыми инициативами по актуальным проблемам современности.

Генеральная Ассамблея ООН приняла более 30 (33 до настоящего времени) резолюций, предложенных Туркменистаном и направленных на продвижения философии мира и доверия, в результате – достижения Целей устойчивого развития (“Нейтральный Туркменистан”, №196 (31579), 11.08.2026г. 1с.).

Книга [3] главы государства является современным руководством к более широкому пониманию важности правового статуса нейтралитета, базирующегося на гуманистических принципах туркменского народа. В нем отмечается: “Постоянный нейтралитет является высшей формой нейтралитета и обладает значительным потенциалом для укрепления мира и безопасности во всем мире. Нейтралитет Туркменистана, по происхождению – “признанный”, по форме – “постоянный”, по сути – “позитивный”, представляет собой международно-правовой статус, единогласно признанный самой представительной глобальной структурой – Организацией Объединенных Наций и закрепленный ее исторической Резолюцией. В своей основе он сохраняет высокие морально-гуманистические устои, которые туркменский народ на протяжении тысячелетий возвышал как собственный духовный принцип и ориентир: миролюбие, взаимное уважение, гуманизм. Нейтралитет – это высшая форма уважения к человеку, это совершенный образец признания его свободы, творчества, разума, способностей и навыков. Нейтралитет – это вера в право человека на свободную жизнь. Исторический смысл идеи нейтралитета выражает стремление всего человечества жить в условиях мира, свободного от войн, конфликтов и противостояний, а также нежелание вступать в такие противостояния. Желание жить в мире существует с момента появления человека и всегда было неотъемлемой частью его природы” [4].

Имеющая историческая важность для современного мира книга Президента Сердар Бердымухамедова “Нейтралитет Туркменистана – светлый путь мира и доверия” издана на трех – туркменском, русском и английском языках состоит из девяти глав. В нем глава туркменского государства выдвигает ценные идеи, констатируя неопределимую важность нейтралитета для обеспечения благополучия человечества в нынешних сложных глобальных условиях, позитивного решения актуальных вопросов,

укрепления доверия и дружбы между странами и народами. В книге главы туркменского государства последовательно отражены вопросы о нейтралитете и мировоззрения туркменского народа, взгляды на исторические корни нейтралитета, стратегическому сотрудничеству с ООН, а также о мире и доверия между народами в современном мире.

В главах “Политика открытых дверей Туркменистана” и “XXI век: геополитическая и геоэкономическая стратегия Туркменистана” излагается сочетание национальных интересов страны в международном пространстве с принципами всеобщего мира, добрососедства, взаимовыгодного сотрудничества с целью обеспечения Устойчивого развития Человеческой цивилизации.

В главе “Мир – основа туркменской цивилизации” отмечается: “Ладить, мириться, жить в согласии – это суть и содержание добрых пожеланий, молитв, которые каждый туркмен возносит не только для себя или своего народа, но и для всех людей мира”. В произведении анализируется особое значение доверия в достижении Туркменистаном Целей устойчивого развития.

В заключительные глава книги вошли резолюции ООН о постоянном нейтралитете Туркменистана, исторические документы, принятые в Международный год мира и доверия, а также выступления уважаемого Президента на различных саммитах и конференциях.

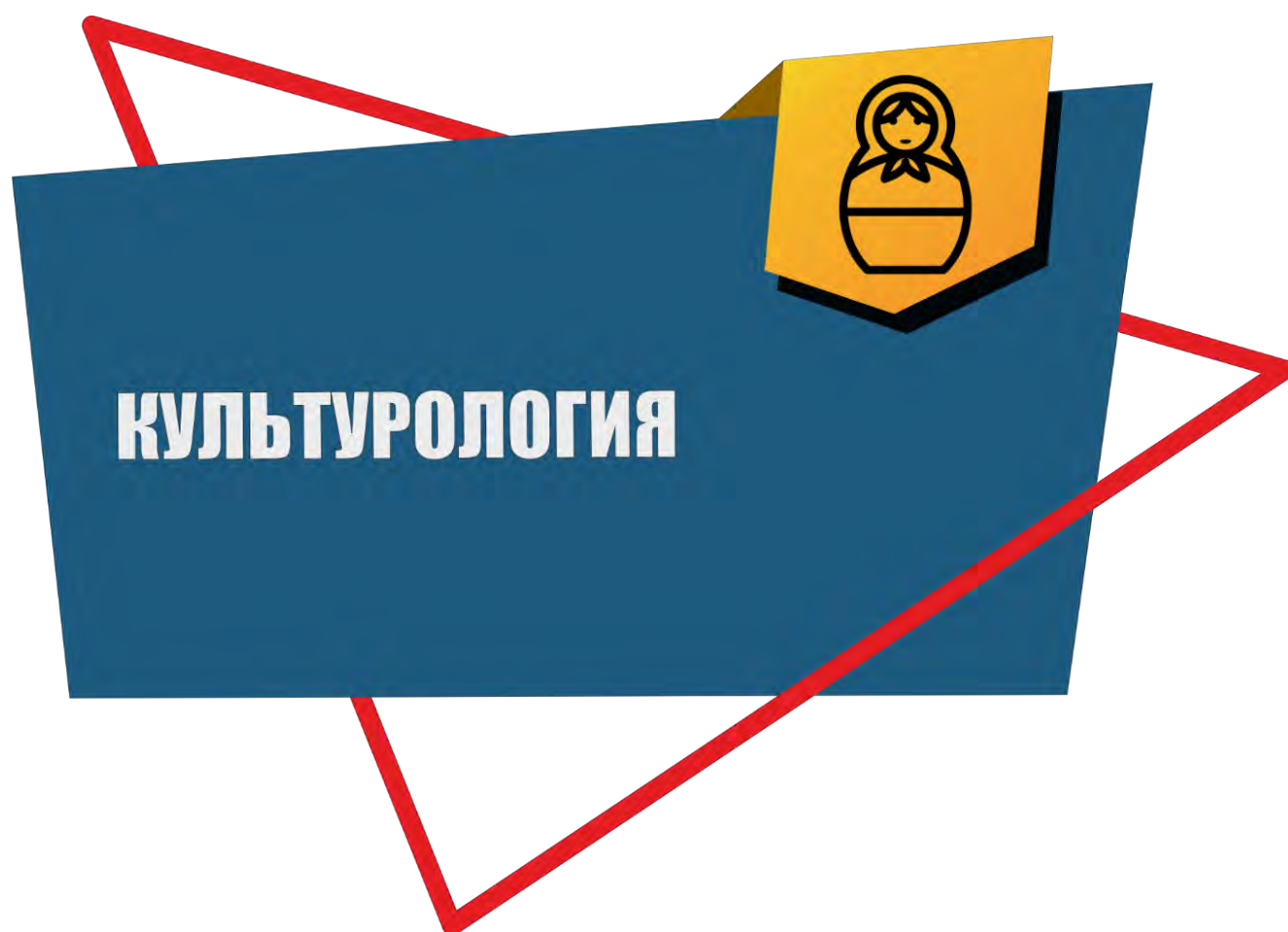
В Независимом и Нейтральном Туркменистане и в многих зарубежных странах состоялись презентации книги Президента Сердар Бердымухамедова “Нейтралитет Туркменистана – светлый путь мира и доверия”. В них, в частности подчеркивались, что книга, словно незыблемый мост, соединяет прошлое и настоящее, неся в себе идеи мира, гуманизма и единства, столь актуальные в современном мире.

В целом, можно заключить, что книга Президента Туркменистана “Нейтралитет Туркменистана – светлый путь мира и доверия” отражает светлый путь мира и доверия для человечества и являющим бесценным трудом для нынешних и будущих поколений всего мира.

Список использованной литературы:

1. Эпоха нового Возрождения могущественного государства: “Программа социального и экономического развития Туркменистана на 2022-2052 годы” А.: ТГСИ. 2022г.
2. Программа Президента Туркменистана по социально-экономическому развитию страны на 2022-2028 годы. А.: ТГСИ. 2022г.
3. Сердар Бердымухамедов “Нейтралитет Туркменистана – светлый путь мира и доверия” А.: ТГСИ. 2025г.
4. Черняев А. Ориентир – светлый путь мира и доверия. (“Нейтральный Туркменистан”, №342 (31378), 27.12.2025г., 3стр.).
5. Мухаммедов Ю. Бесценный труд для нынешнего и будущих поколений. (“Нейтральный Туркменистан”, №337-338 (31373-31374), 23.12.2025г., 3стр.).

© Мамедов Дж., Амандурдыев У., Аннамырадова А., 2026



UDC 398.8 : 37.013

Geldimyradova H.**Abayev Y.**

student

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov

Halylova M.

Lecturer

Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city

THE ROLE OF TRADITIONAL MUSICAL INSTRUMENTS AND FOLKLORE HERITAGE IN EDUCATING THE YOUNGER GENERATION

Abstract

This article explores the pedagogical significance of traditional musical instruments and folklore heritage in the holistic development and education of the younger generation. In an era marked by rapid globalization, digital saturation, and cultural homogenization, native musical traditions serve as vital anchors of cultural identity, historical memory, and ethical values. The study analyzes how direct engagement with folk instruments, traditional melodies, epic storytelling, and performative rituals fosters cognitive development, emotional intelligence, social cohesion, and national self-awareness in children and youth. Furthermore, it highlights contemporary methodologies for integrating folk arts into modern educational curricula, bridging historical traditions with modern technological and pedagogical frameworks to ensure the preservation and continuous evolution of intangible cultural heritage.

Keywords

traditional musical instruments, folklore heritage, youth education, cultural identity, pedagogical musicology, intangible cultural heritage, moral education.

Introduction

The educational landscape of the twenty-first century faces unprecedented challenges driven by global interconnectedness, rapid technological advancement, and a shifting socio-cultural environment. While digital connectivity offers limitless access to information, it frequently contributes to the fragmentation of local cultural traditions and a decline in young people's engagement with their native heritage. In this context, the preservation and transmission of intangible cultural heritage—specifically traditional musical instruments and oral folklore—emerge not merely as nostalgic acts of historical preservation, but as essential pedagogical instruments for humanistic and aesthetic education. Traditional music and folklore represent the distilled wisdom, philosophical outlook, aesthetic values, and emotional memory of a culture, serving as a continuous link between past generations and future citizens.

Folk musical instruments carry profound symbolic, historical, and acoustic weight. Unlike standardized modern electronic sound generators, traditional instruments—crafted from natural, locally sourced materials such as specific woods, hides, horn, and metals—connect players directly to their geographic environment and ancestral ingenuity. Learning to play a traditional instrument requires a unique synthesis of physical dexterity, auditory sensitivity, and cultural understanding. The tactile experience of handling hand-crafted instruments, combined with learning modal scales, rhythmic structures, and microtonal nuances unique to specific ethnic groups, broadens a young learner's acoustic perception and cognitive adaptability. Through this active musical practice, children develop fine motor skills, spatial reasoning, self-discipline, and deep listening skills that extend far beyond musical proficiency.

Moreover, oral folklore—encompassing epic poetry, folk songs, mythic legends, proverbs, and ceremonial

dances—functions as an informal yet powerful system of moral and civic education. Folk narratives historically served as primary vehicles for imparting social norms, ethical boundaries, courage, empathy, and respect for nature and elders. When combined with traditional music, these narratives acquire heightened emotional resonance. The rhythm and melody of a folk song act as memory anchors, embedding complex cultural narratives and ethical lessons into the performer's consciousness. Integrating folklore into early childhood and secondary education fosters a strong sense of national self-awareness and personal identity, providing young people with an authentic sense of belonging in a rapidly changing world.

Ultimately, educating the younger generation through traditional instruments and folklore heritage equips them with cultural literacy and emotional resilience. Far from promoting isolationism, a firm grounding in one's own cultural roots provides the psychological stability and creative confidence required to engage respectfully and constructively with diverse global cultures. Nurturing a deep appreciation for native artistic roots ensures that the younger generation approaches global citizenship not as passive consumers of mass culture, but as articulate bearers of a rich, living heritage.

References:

1. Campbell, P.S. Songs in Their Heads: Music and Its Meaning in Children's Lives. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2010.
2. Nzewi, M. African Music: Theoretical Content and Creative Practice for the Education System. Sankt-Peterburg: Cultural Heritage Press, 2017.
3. Post, J. C. Ethnomusicology: A Contemporary Reader. New York: Routledge, 2018.

© Geldimyradova H., Abayev Y., Halylova M., 2026

УДК 168.522

Кузмина И.П.,

старший преподаватель Кемеровского государственного института культуры,

Кононова Т.К.,

магистрант Кемеровского государственного института культуры

КУЛЬТУРНЫЙ КОД В ТЕАТРАЛЬНОМ ИСКУССТВЕ КАК МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

Аннотация

В статье рассматривается театральное пространство как среда актуализации и трансляции культурного кода, выступающего фундаментальным основанием коллективной идентичности. На основе междисциплинарного подхода анализируются механизмы кодирования и декодирования смыслов в театральной практике. Особое внимание уделяется способности театра конструировать, воспроизводить и критически переосмысливать ценностно-смысловые доминанты, формирующие чувство общности и культурной преемственности.

Ключевые слова:

культурный код, коллективная идентичность, театральное пространство,
ценностно-смысловые доминанты.

Kuzmina I.P.,

Senior Lecturer, Kemerovo State Institute of Culture,

Kononova T.K.,

master's student of the Kemerovo State Institute of Culture

CULTURAL CODE IN THEATRICAL ART AS A MECHANISM FOR THE FORMATION OF COLLECTIVE IDENTITY**Abstract**

The article considers the theater space as an environment of actualization and translation of cultural code, which acts as the fundamental basis of collective identity. On the basis of an interdisciplinary approach, the mechanisms of encoding and decoding meanings in theatrical practice are analyzed. Particular attention is paid to the theater's ability to construct, reproduce and critically rethink value-semantic dominants that form a sense of community and cultural continuity.

Key words:

cultural code, collective identity, theatrical space, value-semantic dominants.

Проблематика культурного кода и его роли в формировании коллективной идентичности принадлежит к числу наиболее актуальных направлений современного гуманитарного знания. В условиях глобализации, культурной гибридизации и поиска новых форм солидарности обращение к глубинным основаниям, обеспечивающим единство и преемственность культурной традиции, приобретает особую значимость. Театр, как «наиболее публичное из искусств», представляет собой уникальную площадку, где культурный код не просто репрезентируется, но и активно конструируется, транслируется и переосмысливается в живом диалоге сцены и зрительного зала. Цель данной работы заключается в выявлении механизмов, посредством которых театральное пространство участвует в формировании и воспроизводстве культурного кода как элемента коллективной идентичности.

Понятие «культурный код» имеет развёрнутую историю в гуманитарной мысли. Фердинанд де Соссюр один из основателей структурной лингвистики и семиотического подхода ввел в обиход понятие «кода», т.е. понимание языка как системы знаков и правил их соотнесения. В отечественной традиции эта линия была продолжена Ю.М. Лотманом, который определял культурный код как «совокупность знаковых систем, обеспечивающих хранение и передачу значимой информации внутри коллектива» [3, с. 132]. Иными словами, у Лотмана культурный код – это не просто набор традиций, а механизм, который позволяет обществу «читать» свою культуру.

В современных исследованиях культурный код трактуется как система знаков, символов, смыслов и ценностных ориентаций, которая обеспечивает возможность взаимопонимания между членами одной культурной общности и отличается устойчивостью, но при этом способна к трансформации под влиянием социокультурных изменений.

Коллективная идентичность, в свою очередь, предстаёт как результат процесса идентификации, в ходе которого индивиды осознают свою принадлежность к определённой группе, разделяя её ценности, нормы и представления о мире. Теоретическим фундаментом для анализа связи культурного кода и идентичности выступает диалогическая концепция М.М. Бахтина, согласно которой самовыражение проявляется через анализ наследия, традиций, внешних факторов и почти всегда внутренне неоднородна: несет в себе спор, переоценку, иронию, согласие и несогласие одновременно. [1, с. 85–87].

Этот подход позволяет рассматривать театральное произведение как «свёрнутую в смысловые конструкты реальность», которая разворачивается зрителем на основе его культурного опыта, формируя тем самым общее поле смыслов. Театр, таким образом, становится той площадкой, где прошлое, настоящее и будущее культуры вступают в диалог, укрепляя коллективную идентичность.

Театральное пространство представляет собой сложную семиотическую систему, в которой культурный код находит множественное выражение. Это и язык драматургии, и система сценических кодов (мизансцена, пластика, музыка, свет), и актёрская игра, и архитектура зрительного зала. Как справедливо отмечает исследователь К.И. Возглицева, театральное пространство как культурологический феномен обладает способностью моделировать реальность, превращая её в знаковую систему эпохи, региона, народа [2, с. 62–63]. В этом смысле театр является не просто зеркалом, но активным интерпретатором культурных смыслов.

Особую роль в трансляции культурного кода играет язык спектакля. Выбор конкретного языкового регистра, интонационного рисунка, ритмического строя речи несёт в себе мощный идентификационный заряд. Акцент, диалектные особенности, манера произнесения классического текста — всё это становится маркерами принадлежности к определённой культурной традиции.

Театр воздействует на процесс формирования коллективной идентичности через несколько взаимосвязанных механизмов. Первый — механизм сакрализации. Исторически театр был тесно связан с ритуалом, и эта связь не утрачена до сих пор. Обращение к классическим сюжетам и мифологическим образам в современной режиссуре, воссоздание атмосферы «театра-храма» способствует созданию «совместного сакрального прошлого», которое становится точкой опоры для коллективной идентичности. Сакральные смыслы, транслируемые со сцены, наделяются нравственным совершенством и становятся объектом почитания и сплочения.

Второй механизм — диалогический. Театральное действие разворачивается в пространстве «здесь и сейчас», что принципиально отличает его от других искусств. Зритель становится соучастником: его прошлый опыт, ценности и ожидания вступают в диалог с тем, что происходит на сцене. В этом диалоге рождается новое понимание, а коллективная идентичность не просто пассивно воспроизводится, но и проблематизируется, уточняется, обретает новые смысловые грани.

Третий механизм — аксиологический (ценностно-ориентирующий). Театр является институтом, устанавливающим этические критерии и моральные нормы для общества. На протяжении своей истории отечественный театр выполнял именно эту функцию, формулируя и предлагая зрителю системы ценностей, модели поведения и нравственные ориентиры. Даже в условиях коммерциализации современного театра его аксиологическая роль сохраняется, хотя и приобретает новые формы.

Проведённый анализ позволяет заключить, что культурный код представляет собой динамичную, исторически обусловленную, но устойчивую систему смыслов и ценностей, которая находит эффективное воплощение в театральном пространстве. Театр, являясь семиотической средой, сочетающей в себе эстетическую, аксиологическую и социокультурную функции, выступает одним из ключевых институтов трансляции культурного кода и формирования коллективной идентичности. В условиях современной культурной нестабильности его роль как «инструмента культурной политики» и хранителя духовных ценностей возрастает.

Именно театр способен объединять народ на основе общих смыслов, транслируя устойчивые паттерны национальной культуры и адаптируя их к меняющимся социальным реалиям, в том числе за пределами исторической родины, где он выполняет миссию сохранения российского культурного наследия.

Список использованной литературы:

1. Бахтин М.М. Эстетика словесного творчества. М.: Искусство, 1979. 423 с.
2. Возглицева, К.И. Театральное пространство: культурологический аспект / К. И. Возглицева // Известия Уральского государственного университета. Серия 2: Гуманитарные науки. — 2005. — № 35. — С. 57-63.
3. Лотман Ю.М. Семиосфера. СПб.: Искусство-СПБ, 2000. 704 с.

© Кузмина И.П., Кононова Т.К., 2026