

**НОВАЯ НАУКА**

Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**

International Center  
for Scientific Partnership

# **ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

Сборник статей LVIII Международной  
научно-практической конференции,  
состоявшейся 28 сентября 2026 г.  
в г. Петрозаводске

г. Петрозаводск  
Российская Федерация  
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»  
2026

УДК 001.12  
ББК 70  
Ф94

Ответственные редакторы:  
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Ф94                   Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития :  
сборник статей LVIII Международной научно-практической конференции  
(28 сентября 2026 г.). — Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2026.  
— 111 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00276-210-1

Настоящий сборник составлен по материалам LVIII Международной научно-практической конференции ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ, состоявшейся 28 сентября 2026 года в г. Петрозаводске (Россия). В сборнике рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями. Целями проведения конференции являлись обсуждение практических вопросов современной науки, результатов исследований, полученных специалистами в охватываемых областях, развитие методов и средств получения научных данных, обмен опытом. Сборник может быть полезен научным работникам, преподавателям, слушателям вузов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Авторы публикуемых статей несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором № 467-03/2018К от 19.03.2018 г.

УДК 001.12  
ББК 70

ISBN 978-5-00276-210-1

© Коллектив авторов, текст, иллюстрации, 2026  
© МЦНП «НОВАЯ НАУКА» (ИП Ивановская И.И.), оформление, 2026

*Состав редакционной коллегии и организационного комитета:*

Аймурзина Б.Т., доктор экономических наук  
Ахмедова Н.Р., доктор искусствоведения  
Битокова С.Х., доктор филологических наук  
Блинкова Л.П., доктор биологических наук  
Гапоненко И.О., доктор филологических наук  
Героева Л.М., доктор педагогических наук  
Добжанская О.Э., доктор искусствоведения  
Доровских Г.Н., доктор медицинских наук  
Дорохова Н.И., кандидат филологических наук  
Ергалиева Р.А., доктор искусствоведения  
Ершова Л.В., доктор педагогических наук  
Зайцева С.А., доктор педагогических наук  
Зверева Т.В., доктор филологических наук  
Казакова А.Ю., доктор социологических наук  
Кобозева И.С., доктор педагогических наук  
Кулеш А.И., доктор филологических наук  
Мантатова Н.В., доктор ветеринарных наук  
Мокшин Г.Н., доктор исторических наук  
Муратова Е.Ю., доктор филологических наук  
Никонов М.В., доктор сельскохозяйственных наук  
Панков Д.А., доктор экономических наук  
Петров О.Ю., доктор сельскохозяйственных наук  
Поснова М.В., кандидат философских наук  
Рыбаков Н.С., доктор философских наук  
Сансызбаева Г.А., кандидат экономических наук  
Симонова С.А., доктор философских наук  
Ханиева И.М., доктор сельскохозяйственных наук  
Хугаева Р.Г., кандидат юридических наук  
Червинец Ю.В., доктор медицинских наук  
Чистякова О.В., доктор экономических наук  
Чумичева Р.М., доктор педагогических наук

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>СЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                     | <b>6</b>  |
| ТОРГОВЫЙ БАЛАНС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ<br>ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ .....                                                     | 7         |
| <i>Ямпольская Наталья Юрьевна</i>                                                                                                           |           |
| ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СТРАХОВАНИЯ<br>В УСЛОВИЯХ ИНФЛЯЦИИ В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ .....                                                            | 13        |
| <i>Стенькина Елизавета Алексеевна, Бондаренко Ирина Александровна</i>                                                                       |           |
| СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ<br>РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА<br>КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....                   | 27        |
| <i>Бурковский Петр Васильевич, Пономаренко Арина Владимировна</i>                                                                           |           |
| КАДРОВЫЙ ДЕФИЦИТ В IT-СЕКТОРЕ КАК СТРУКТУРНЫЙ ФАКТОР<br>ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ .....                                   | 36        |
| <i>Здерев Александр Александрович</i>                                                                                                       |           |
| <b>СЕКЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                    | <b>43</b> |
| ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ<br>ФИГУРИСТОВ В ПОСТОЛИМПИЙСКОМ ЦИКЛЕ 2026–2030 ГГ. ....                                   | 44        |
| <i>Аюпова Алия Зайнулловна</i>                                                                                                              |           |
| ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАБОТЫ<br>СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ В ДОШКОЛЬНОМ<br>ОБРАЗОВАНИИ: ЗНАКОМИМ С ПРОФЕССИЯМИ СТРОЙКИ .....     | 49        |
| <i>Лайпанов Мурат Робертович</i>                                                                                                            |           |
| <b>СЕКЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                   | <b>53</b> |
| МОДЕЛЬ ВОЗРАСТНЫХ «КАЧЕЛЕЙ» ИНТЕРЕСА И ВНИМАНИЯ .....                                                                                       | 54        |
| <i>Усков Владимир Игоревич</i>                                                                                                              |           |
| <b>СЕКЦИЯ ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                    | <b>69</b> |
| МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ<br>ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА .....                                         | 70        |
| <i>Нуржанова Зауре Болатовна</i>                                                                                                            |           |
| <b>СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                       | <b>75</b> |
| ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА БЕСКОНТАКТНЫХ<br>ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ПАЦИЕНТОВ<br>В УСЛОВИЯХ ПРИЕМНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ..... | 76        |
| <i>Филашова Юлия Андреевна</i>                                                                                                              |           |

|                                                                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ВЗАИМОСВЯЗЬ КЛИНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ<br>ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛОСТИ РТА С ИНТЕНСИВНОСТЬЮ<br>КАРИЕСА У ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ: КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ<br>И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ..... | 81         |
| <i>Валиева Римма Рафаэльевна</i>                                                                                                                                    |            |
| <b>СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА.....</b>                                                                                                                                      | <b>90</b>  |
| ОТБОР МЕДИЦИНСКИХ ФАКТОРОВ И СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ<br>ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГОСПИТАЛЬНОЙ ЛЕТАЛЬНОСТИ<br>В ОТДЕЛЕНИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ.....                                 | 91         |
| <i>Исмухамедова Айгерим Мэлсатовна, Бельгинова Сауле Аскербековна,<br/>Баканова Анна Павловна</i>                                                                   |            |
| <b>СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....</b>                                                                                                                                | <b>105</b> |
| РЕАЛИЗАЦИЯ СЖАТИЯ ВИДЕО НА ПЛИС.....                                                                                                                                | 106        |
| <i>Копылов Дмитрий Андреевич, Мендельсон Марк Александрович,<br/>Егоров Вадим Анатольевич</i>                                                                       |            |

# **СЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## **ТОРГОВЫЙ БАЛАНС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ**

**Ямпольская Наталья Юрьевна**

Д.Э.Н., доцент

БУ ВО «Сургутский государственный университет»

**Аннотация:** устойчивость российской внешней торговли в текущих условиях во многом обуславливается сочетанием внешнеэкономических и геополитических факторов. В этой связи делается вывод о том, что в краткосрочном периоде именно ценовой фактор способствует сохранению положительного сальдо торгового баланса. Однако логистические ограничения и санкционное давление формируют дополнительные риски, которые при сохранении текущих тенденций могут негативно сказаться на его устойчивости в среднесрочной перспективе.

**Ключевые слова:** торговый баланс, внешняя торговля России, экономическая безопасность, санкции, экспорт, импорт, логистика, энергетические рынки, геополитические риски.

## **TRADE BALANCE OF THE RUSSIAN FEDERATION AMIDST GEOPOLITICAL INSTABILITY**

**Yampolskaya Natalya Yurievna**

**Abstract:** the resilience of Russian foreign trade under current conditions is largely driven by a combination of external economic and geopolitical factors. Consequently, it is concluded that, in the short term, the price factor is what sustains the positive trade balance. However, logistical constraints and sanctions-related pressure create additional risks that, should current trends persist, could negatively impact this resilience in the medium term.

**Key words:** trade balance, Russia's foreign trade, economic security, sanctions, exports, imports, logistics, energy markets, geopolitical risks.

Торговый баланс — это макроэкономический показатель, отражающий разницу между экспортом и импортом товаров и услуг за определённый

период. Он может быть положительным (профицит), если объем экспорта превышает объем импорта, или отрицательным (дефицит), если объем импорта превышает объем экспорта. Динамика торгового баланса определяется прежде всего внешнеэкономической конъюнктурой, уровнем мировых цен, структурой экспорта и импорта, а также воздействием внешних ограничений. Анализ данного показателя позволяет оценить состояние внешней торговли страны и устойчивость её экономики к внешним факторам.

Для более полной оценки состояния внешней торговли Российской Федерации рассмотрим динамику торгового баланса за последние годы (таблица 1).

**Таблица 1**

**Динамика торгового баланса Российской Федерации  
(2020–2025 гг.), млрд долл.**

| Год                                                                                                            | Объем экспорта | Объем импорта | Сальдо торгового баланса |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|--------------------------|
| 2020                                                                                                           | 337,1          | 231,7         | 105,4                    |
| 2021                                                                                                           | 493,3          | 304,0         | 189,3                    |
| 2022                                                                                                           | 591,5          | 277,3         | 318,2                    |
| 2023                                                                                                           | 425,1          | 303,3         | 121,8                    |
| 2024                                                                                                           | 433,9          | 283,0         | 150,9                    |
| 2025<br>(согласно уточнённым<br>Банком России данным,<br>опубликованным по<br>состоянию на 30 июня<br>2026 г.) | 419,5          | 306,4         | 113,2                    |

Источник: составлено на основе данных [1]

Данные Банка России свидетельствуют о значительной волатильности торгового баланса Российской Федерации в 2020-2025 гг. Максимальные значения профицита были достигнуты в 2022 году (\$318,2 млрд) на фоне благоприятной ценовой конъюнктуры на сырьевых рынках. В 2023 году произошло резкое снижение до \$121,8 млрд, обусловленное падением экспортных доходов и адаптацией внешней торговли к санкционным ограничениям. В 2024 году наблюдается частичное восстановление показателя (до \$150,9 млрд), что отражает стабилизацию внешнеэкономических связей при

сохраняющейся зависимости от внешних ценовых факторов. 2025 год показал минимальное значение сальдо торгового баланса за период с 2021 года.

Динамика торгового баланса Российской Федерации определяется влиянием ценовой конъюнктуры, объемов экспорта и импорта, а также логистических и санкционных ограничений. При этом в рассматриваемый период происходит смена ключевых факторов формирования профицита.

В 2024 году торговый баланс оставался устойчивым, это было обусловлено высокими ценами на энергоносители и восстановлением импортных поставок, что обеспечило сбалансированное развитие внешней торговли.

В 2025 году профицит торгового баланса сократился до 113,2 млрд долл., что во многом обусловлено снижением экспортных поступлений до 419,5 млрд долл. При этом объем импорта остался относительно стабильным - в пределах 306,4 млрд долл., что указывает на сохранение внутреннего спроса на зарубежные товары. Данная динамика происходит под влиянием множества факторов.

Ключевым фактором выступило ухудшение ценовой конъюнктуры на сырьевых рынках. Рост дисконта на нефть до порядка 12 долл. за баррель фактически привел к снижению валютной выручки. В этой связи уменьшение профицита примерно на 37 млрд долл. (около 25%) представляется закономерным и подтверждает высокую зависимость торгового баланса от ценового фактора.

В 2026 году, как можно предположить, определяющее значение приобретает уже геополитический фактор, влияние которого проявляется через изменение направлений внешнеэкономической деятельности и условий международной торговли.

«Поворот России на Восток» был обозначен еще в 2013 г., однако в последующее десятилетие основные торговые связи и логистика еще оставались ориентированными на западные рынки [2]. Развитие восточного направления осуществлялось медленно, что проявлялось, в частности, в задержках модернизации транспортной инфраструктуры.

Ситуация изменилась после введения санкций в 2022 г.: к 2025-2026 гг. произошла масштабная переориентация внешней торговли на страны Азии и Ближнего Востока. Доля «дружественных» стран в несырьевом неэнергетическом экспорте России за девять месяцев 2025 года достигла 86%, тогда как доля западных стран сократилась с 60% до 13% [3]. В этой связи

особую роль в формирующейся системе внешнеэкономических связей начинают играть отдельные региональные направления, среди которых Ближний Восток занимает одно из ключевых мест.

В настоящее время Ближний Восток занимает важное место в новой структуре внешней торговли России, выполняя три ключевые функции: рынок сбыта (энергоносители, продовольствие, промышленная продукция), финансовый хаб (прежде всего ОАЭ) и логистический узел, обеспечивающий транзит и параллельный импорт.

Рассмотренные особенности товарной структуры внешней торговли позволяют перейти к анализу факторов внешней среды, оказывающих непосредственное влияние на ее динамику.

Совокупное влияние вышеперечисленных факторов за последние годы обобщено в таблице 2.

**Таблица 2**

**Результаты факторного анализа торгового баланса РФ (2024–2026 гг.)**

| Показатель                | 2024                    | 2025                          | 2026 (оценка)                   |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Экспорт, \$ млрд          | 433,9                   | 419,5                         | рост (за счет ценового фактора) |
| Импорт, \$ млрд           | 283,0                   | 306,4                         | стабильный / умеренный рост     |
| Сальдо, \$ млрд           | +150,9                  | 113,2                         | > +100                          |
| Изменение сальдо, \$ млрд | -                       | –37                           | стабилизация                    |
| Ценовой фактор            | высокий (положительный) | ослабление                    | резкое усиление (+16% нефть)    |
| Дисконт Urals             | —                       | ~\$12                         | \$8,5–10                        |
| Логистика                 | стабильная              | стабильная                    | ухудшение (издержки +20–30%)    |
| Фрахт                     | базовый уровень         | базовый уровень               | до \$400 тыс./сутки             |
| Страхование               | стандартное             | стандартное                   | рост с 0,2% до 1%               |
| Сроки доставки            | стандартные             | стандартные                   | до 60 дней                      |
| Итоговое влияние факторов | сбалансированное        | негативное (сжатие профицита) | асимметричное                   |

Данные таблицы демонстрируют смену доминирующих факторов: если в 2024 году определяющей была стабильность внешнеэкономической

конъюнктуры, то в 2025 году – ухудшение ценовых условий, а в 2026 году прогнозируется влияние геополитического шока. При этом в 2026 году наблюдается асимметричный эффект, при котором рост цен на экспортируемые товары компенсирует негативное воздействие логистических ограничений.

Рост цен на нефть (+16%), сокращение дисконта Urals до \$8,5-10 и повышение цен на металлы поддерживают экспорт. Одновременно усиливаются логистические ограничения: рост затрат на 20-30%, фрахт до \$400 тыс. в сутки, страхование – с 0,2% до 1%, сроки доставки – до 60 дней.

В 2026 г. эскалация ближневосточного конфликта создала принципиально новую геоэкономическую ситуацию. В оптимистичном сценарии предполагается урегулирование конфликта и возврат цен к уровню 2025 г.; в пессимистичном – затяжная блокада Ормузского пролива и устойчивый рост цен при переориентации азиатских импортёров на российскую нефть.

В этой связи можно предположить, что в краткосрочном периоде устойчивость внешней торговли Российской Федерации в значительной степени определяется состоянием сырьевых рынков, прежде всего уровнем цен на энергоносители.

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что в условиях сохраняющейся геополитической нестабильности торговый баланс Российской Федерации продолжает выступать одним из ключевых элементов системы экономической безопасности. Поддержание положительного сальдо во многом обеспечивается благоприятной ценовой конъюнктурой на сырьевых рынках, что частично нивелирует негативное воздействие санкционных ограничений на внешнеэкономическую деятельность.

Вместе с тем представляется, что устойчивость внешней торговли не может рассматриваться исключительно через призму ценового фактора. Существенное значение приобретают логистические условия, а также степень диверсификации внешнеэкономических связей. Отчасти это связано с необходимостью адаптации к изменяющимся маршрутам поставок и трансформации глобальных торговых потоков.

### **Список литературы**

1. Платежный баланс, международная инвестиционная позиция и внешний долг Российской Федерации // Банк России: сайт. – URL : [https://www.cbr.ru/statistics/macro\\_itm/external\\_sector/pb/p\\_balance/](https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/external_sector/pb/p_balance/) (дата обращения: 24.09.2026).

2. Сечин, И. И. Мировой рынок нефти и стратегия России на рынках энергоресурсов в условиях санкционных ограничений / И. И. Сечин // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2026. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-rynok-nefti-i-strategiya-rossii-na-rynках-energoresursov-v-usloviyah-sanktsionnyh-ogranicheniy> (дата обращения: 06.04. 2026).

3. Минпромторг: доля дружественных стран в несырьевом экспорте РФ достигла 86% // ТАСС: сайт. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/25934427> (дата обращения: 30.08.2026).

© Ямпольская Н.Ю., 2026

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СТРАХОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФЛЯЦИИ В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ**

**Стенькина Елизавета Алексеевна**

старший преподаватель

**Бондаренко Ирина Александровна**

доцент

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

**Аннотация:** в статье рассматриваются ключевые аспекты и проблемы проведения страховых операций в рыбной отрасли в условиях высокой инфляции, анализируется влияние обесценивания денег на формирование страховых тарифов и размеры страховых выплат. Особое внимание уделяется специфике оценки ущерба при гибели или повреждении дорогостоящих судов и объектов инфраструктуры. Исследуется проблема несоответствия между реальной стоимостью основных фондов и их страховой суммой из-за резких скачков цен. В работе обосновывается необходимость регулярной индексации страховых сумм для поддержания финансовой устойчивости страховщика. Рассматриваются риски долгосрочных договоров страхования, связанные с невозможностью точного прогнозирования инфляционных процессов. Анализируется влияние удорожания запчастей, топлива и материалов на калькуляцию затрат по восстановительному ремонту флота. Обсуждаются пути совершенствования тарифной политики с целью покрытия инфляционных издержек и сохранения платежеспособности страховых компаний. В заключение делается вывод о необходимости комплексного подхода к управлению инфляционными рисками в системе страхования рыбной промышленности.

**Ключевые слова:** страхование, инфляция, рыбная отрасль, страховые тарифы, индексация страховых сумм, оценка ущерба, финансовые риски, устойчивость страховщика, основные фонды, восстановительный ремонт.

## **SPECIFICS OF INSURANCE OPERATIONS IN THE FISHING INDUSTRY UNDER INFLATIONARY CONDITIONS**

**Stenkina Elizaveta Alekseevna**

senior lecturer

**Bondarenko Irina Alexandrovna**

Associate Professor

Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybvtuz)

**Abstract:** this article examines key aspects and challenges of conducting insurance operations in the fishing industry amidst high inflation, analyzing the impact of currency devaluation on the setting of insurance rates and the size of payouts. Particular attention is paid to the specifics of damage assessment in cases involving the loss of or damage to high-value vessels and infrastructure facilities. The study addresses the discrepancy between the actual value of fixed assets and their insured value caused by sharp price fluctuations. The paper substantiates the need for regular indexation of insured amounts to maintain the insurer's financial stability. It examines the risks associated with long-term insurance contracts, specifically the inability to accurately forecast inflationary trends. The impact of rising costs for spare parts, fuel, and materials on the calculation of fleet restoration and repair costs is analyzed. Ways to improve tariff policies to cover inflationary costs and preserve the solvency of insurance companies are discussed. In conclusion, the article emphasizes the need for a comprehensive approach to managing inflation-related risks within the fishing industry's insurance system.

**Key words:** insurance, inflation, fishing industry, insurance rates, indexation of insured amounts, damage assessment, financial risks, insurer stability, fixed assets, restoration repair.

### **Введение**

В условиях современного экономического ландшафта, где инфляция становится неотъемлемой частью финансовых реалий, особое внимание следует уделить специфике страхования в таких чувствительных отраслях, как рыбная. Рыбная отрасль, являясь важным сегментом экономики, сталкивается с множеством вызовов, среди которых инфляция занимает одно из центральных мест. Влияние инфляционных процессов на страховые взносы и риски в этой сфере требует глубокого анализа и понимания, так как это напрямую затрагивает устойчивость и конкурентоспособность рыбных предприятий.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что инфляция не только увеличивает стоимость страховых услуг, но и изменяет структуру рисков,

с которыми сталкиваются рыболовные компании. В условиях растущих цен на корма, оборудование и другие ресурсы, предприятия вынуждены пересматривать свои подходы к страхованию, чтобы минимизировать финансовые потери и обеспечить свою деятельность. Важно отметить, что в рыбной отрасли существуют специфические риски, такие как природные катастрофы, болезни рыб и технические неисправности, которые требуют особого внимания со стороны страховых компаний и самих предприятий.

В рамках данной работы будут рассмотрены несколько ключевых аспектов. Во-первых, будет проанализировано влияние инфляции на страховые взносы, что позволит понять, как изменения в экономической среде сказываются на стоимости страхования. Во-вторых, особое внимание будет уделено специфическим рискам рыбной отрасли, которые могут усугубляться в условиях экономической нестабильности. Это включает в себя не только природные катастрофы, но и эпидемии среди рыб, которые могут привести к значительным убыткам.

Третьим важным аспектом является разработка рекомендаций по минимизации убытков при страховании. В условиях инфляции предприятиям необходимо адаптировать свои стратегии, чтобы эффективно управлять рисками и обеспечивать финансовую защиту. Четвертым пунктом станет оценка роли страховых компаний в условиях экономической нестабильности, что позволит выявить, как они могут поддерживать рыбные предприятия и какие новые продукты могут быть предложены для удовлетворения их потребностей.

Кроме того, работа будет включать сравнение с зарубежным опытом, что позволит выявить лучшие практики и подходы к страхованию в условиях инфляции. Это может стать основой для разработки новых стратегий и методов, которые помогут российским компаниям адаптироваться к меняющимся условиям. Наконец, будут рассмотрены перспективы развития страхования в рыбной отрасли в условиях инфляции, что позволит оценить, как отрасль может эволюционировать и какие новые возможности могут возникнуть. Таким образом, данная работа направлена на глубокий анализ влияния инфляции на страхование в рыбной отрасли, выявление специфических рисков и разработку рекомендаций, которые помогут предприятиям адаптироваться к новым экономическим условиям. Это исследование имеет важное значение как для практиков, так и для теоретиков, стремящихся понять динамику страхования в условиях экономической нестабильности.

### **1. Влияние инфляции на страховые взносы**

Инфляция оказывает прямое влияние на величину страховых взносов, что становится особенно заметным в условиях нестабильности экономики. В рыбной отрасли, где финансовые показатели могут колебаться, а стоимость ресурсов возрастает, это явление проявляется в нескольких аспектах. Во-первых, удорожание сырья и оборудования, используемого в рыбном промысле, обязательно отражается на расчетах страховых компаний. Повышение цен на продукцию и услуги, необходимые для поддержания бизнеса, вынуждает страховые организации пересматривать свои тарифы, учитывая возросшие потенциальные убытки.

Механизм перерасчета основан на углубленном анализе издержек, что становится особенно актуальным в условиях быстро меняющейся ценовой среды. Страховщики должны опираться на экономические модели, способные предсказать изменение страховых платежей, с учетом вероятностных факторов, связанных с инфляцией. Изменения в страховых ставках происходят в результате повышения активов, которые покрываются полисами. Например, рост цен на топливо и корма для рыбы непосредственно влияет на итоговую стоимость рисков, что, в свою очередь, увеличивает страховые взносы.

На практике, многие страховые компании сталкиваются с необходимостью корректировки ставок в ответ на инфляционное давление. Например, в случае, когда стоимость рыболовных судов или оборудования повернулась в сторону увеличения, это требует либо увеличения суммы страхования, либо более высоких страховых премий для полного покрытия вновь возникающих рисков. Данный процесс проходит не всегда гладко, и на изменение ставок страховщики смотрят осторожно, чтобы избежать потери клиентов, которые могут искать более выгодные предложения у конкурентов.

Ситуация обостряется и из-за восприятия инфляции на уровне конечного потребителя. Рыбная продукция, ставшая более дорогой, может сократить объемы продаж, негативно влияя на финансовое состояние компаний – это дальнейший фактор, который способствует росту рисков, связанных со страхованием. При снижении доходов бизнес становится более уязвимым к непредвиденным обстоятельствам, что также сказывается на повышении тарифов страхования.

Особые сложности возникают и с уровнем регуляции в страховом секторе. Направления на профилактику рисков и защиту прав потребителей могут вступить в конфликт с рыночными механизмами. Нормативные акты

могут не поспевать за быстро меняющейся экономической ситуацией, что приводит к задержкам в адаптации тарифной политики. В результате, компании начинают применять краткосрочные стратегии, что затрудняет моральные и финансовые расчеты.

В заключение, высокие темпы инфляции оказывают серьезное воздействие на сектор страхования в рыбной отрасли, создавая замкнутый круг, где повышение ставок, вызванное ростом затрат, приводит к дополнительным рискам и снижению устойчивости отрасли в целом. Ситуация требует четкого понимания и быстрой реакции как со стороны бизнеса, так и со стороны страховых компаний, чтобы оставаться конкурентоспособными на фоне меняющихся экономических условий.

## **2. Специфические риски рыбной отрасли**

Рыбная отрасль сталкивается с множеством специфических рисков, каждый из которых может значительно влиять на результаты страхования. Одним из таких рисков являются природные катастрофы. Ураганы, штормы, наводнения и другие климатические явления способны уничтожить инвентарь, оборудование и сами рыболовные объекты. Инфляция может усугубить последствия этих катастроф, поскольку восстановление требует затрат, которые постоянно растут. Повышение цен на строительные материалы и услуги делает возвращение к прежнему состоянию менее доступным и увеличивает время простоя. В результате, ущерб от стихийного бедствия может обернуться более серьезными финансовыми потерями.

Наряду с природными катастрофами, важным риском остаются болезни рыб. Эпидемии могут приводить к массовым смертям рыбы, что отрицательно сказывается на потоке доходов [2]. В условиях инфляции затраты на профилактику, вакцинацию и лечение рыб значительно возрастают. Если ранее можно было установить доступные методы контроля, то ввиду растущих издержек многие владельцы не в состоянии обеспечить должный уровень защиты. Это создает порочный круг, когда финансовые ограничения усугубляют риск заболеваний, в то время как инфляция обостряет последствия для экономики предприятий.

Поломка оборудования и его устаревание также становятся более серьезными факторами риска в условиях инфляции. Затраты на замену и ремонт растут, и при этом срок службы оборудования становится критическим. Поскольку цены на запчасти и работы по ремонту повышаются, предприниматели вынуждены не только справляться с текущими поломками,

но и закладывать в бюджет средства на потенциальные инвестиции в новое оборудование. Учитывая, что многие компании в рыбной отрасли работают на пределе своих возможностей, высокие цены на замену и модернизацию могут вести к убыткам и задержкам в производстве.

Такой набор рисков формирует сложный полет реалий, в котором вступает в силу влияние инфляции. Каждый из указанных рисков требует внимательного анализа и соответствующих стратегий. Страховые компании должны адаптировать свои продукты для учета обостренных условий рисков, создавая более гибкие и адаптированные к реальности полисы. Это необходимо для того, чтобы гарантировать уверенность в страховых выплатах в условиях меняющихся цен, предотвращая потенциальные финансовые катастрофы для рыболовных компаний. Важно, чтобы страховщики акцентировали внимание на специфических потребностях сектора, обеспечивая адекватный уровень страховой защиты, особенно в условиях экономической нестабильности.

### **3. Минимизация убытков при страховании**

Инфляция приводит к увеличению затрат на операционные процессы рыбных предприятий, что создает дополнительные вызовы в управлении убытками. Для снижения финансовых потерь необходимо рассмотреть ряд стратегий страхования, адаптированных к текущим экономическим условиям. Одной из таких стратегий является увеличение страховых сумм с учетом фактической рыночной стоимости активов. Это позволит избежать недостатков при выплатах и обеспечит более надежную защиту бизнеса.

Также важно обратить внимание на выбор страховых полисов, которые включают актуальные риски. Предприятия могут использовать комбинированные страховые продукты, которые позволяют одновременно защитить несколько аспектов бизнеса: от ущерба основного капитала до убытков от прерывания производства. Таким образом, страхователь получает более комплексную защиту за счет одной выплаты, что может оказаться экономически выгодным в условиях растущих цен.

Эффективным инструментом является создание резерва денежных средств для покрытия возможных убытков и уплаты страховых взносов. Этот резерв должен формироваться в зависимости от прогнозируемого ухудшения ситуации в экономике, что даст возможность избежать необходимости привлекать дополнительные инвестиции в критические моменты. Также стоит рассмотреть страхование на случай форс-мажорных

обстоятельств, таких как экологические катастрофы или непредвиденные изменения в законодательстве, которые могут привести к значительным потерям.

Совместная работа с несколькими страховыми компаниями может способствовать оптимизации расходов. Страхователь может проводить тендеры на страховые услуги и выбирать наиболее выгодные предложения, что позволяет поддерживать конкурентные цены и улучшать условия обслуживания. Кроме того, использование альтернативных форм страхования, таких как взаимное страхование, может создать дополнительные механизмы для минимизации финансовых потерь.

Немаловажно, что контроль за качеством ведения страховых дел обеспечивает соблюдение определенных стандартов и лучшая реакция на возникшие риски. Важно налаживать отношения с экспертами, которые помогут анализировать текущие условия страхования и предлагать соответствующие улучшения. Кадровая политика также играет свою роль. Повышение квалификации сотрудников, занимающихся вопросами страхования, поможет более эффективно реагировать на изменения в отрасли.

Разработка подробных планов управления рисками помогает не только минимизировать потери, но и оптимизировать процессы в целом. Учебные программы могут включать симуляции чрезвычайных ситуаций, что позволит предприятию не только подготовиться к худшему сценарию, но и выявить уязвимости на этапе планирования [4].

В условиях высокой инфляции стратегии минимизации убытков являются неотъемлемой частью работы рыбных предприятий. Важно не только рассматривать текущие риски, но и формировать управления финансами и страхованием. Это позволит не только защитить активы, но и повысить финансовую устойчивость бизнеса в условиях экономических колебаний. Подход к формированию страховых стратегий должен быть гибким и готовым к изменению, что позволяет предприятиям развиваться даже в условиях нестабильности.

#### **4. Роль страховых компаний в условиях экономической нестабильности**

Вопросы современного состояния и тенденций развития российского страхового рынка рассматриваются в работе А.А. Цвырко, Н.В. Сухоруковой, Т.Н. Иващенко и А.А. Поляковой [5].

Страховые компании заполняют важную нишу в условиях экономической нестабильности, особенно в сферах, где рыночные изменения влияют на финансовые показатели и устойчивость предприятий. Рыбная отрасль, сталкивающаяся с множеством вызовов, обязана рассчитывать на поддержку страховщиков, которые адаптируют свои продукты под актуальные условия, включая инфляцию. Способность страховых компаний предложить конкурентные и адекватные условия страхования во время инфляционных процессов играет определяющую роль в обеспечении стабильности сектора.

В процессе взаимодействия между рыболовными предприятиями и страховщиками требуется особый подход, устраняющий барьеры и организующий грамотное сотрудничество. Страховые компании могут предложить индивидуальные решения, учитывающие специфику бизнеса, а это, в свою очередь, помогает предотвратить значительные экономические потери. Глубокое понимание рыночной динамики, возникающей на фоне инфляции, позволяет страховщикам разрабатывать полисы, которые не только соответствуют требованиям времени, но и минимизируют финансовые риски [3].

Повышение уровня доверия между предприятиями и страховыми организациями предопределяет дальнейшие шаги в развитии страхового рынка. Успешные примеры сотрудничества становятся основой для формирования новых подходов в страховании. Компании, занимающиеся рыбным бизнесом, могут способствовать улучшению условий страхования, активно участвуя в обсуждении их потребностей и ожиданий. Такой диалог, основанный на взаимопонимании, способен создать платформу для инновационных решений, которые окажутся востребованными на фоне меняющегося экономического ландшафта.

Рынок страхования должен быть готов к адаптации полисов, чтобы они отражали реальность, в которой действуют рыболовные предприятия. Ответственные страховщики изучают не только текущие условия, но и перспективы. Понимание того, как развиваются цены на ресурсы и продукцию, поможет встраиванию соответствующих условий в страховые предложения. При этом важно учитывать специфику деятельности отдельных предприятий, чтобы избежать общих подходов, которые могут не учитывать действительные потребности.

Ключом к эффективному взаимодействию является постоянная коммуникация, направленная на актуализацию информации о рисках, с которыми сталкиваются рыболовные предприятия в условиях инфляции. Страховые компании могут инициировать семинары и информационные сессии, где будут обсуждаться изменения на рынке и их влияние на страхование. Это создаст единую платформу для обмена мнениями и подготовит обе стороны к вызовам, которые могут возникнуть в дальнейшем.

Финансовые отношения в условиях инфляции требуют от всех участников рынка гибкости и инновационного подхода. Эффективные решения от страховых компаний будут мощным инструментом для рыбной отрасли, помогающим адаптироваться к новым экономическим условиям. Поддержка страховщиков, основанная на взаимовыгодных условиях, открывает новые горизонты для устойчивого развития сектора, преодоления экономических трудностей и создания благоприятной деловой среды.

### **5. Сравнение с зарубежным опытом**

Сравнительный анализ подходов к страхованию рыбной отрасли в России и других странах предоставит интересные результаты в условиях инфляции. В ряде зарубежных стран, такие как Норвегия и Канада, страхование в рыбной отрасли активно применяется благодаря разработанным государственным программам поддержки. Эти программы учитывают специфические риски, включая плохие погодные условия и колебания рыночных цен, что позволяет рыбакам минимизировать потери и обеспечивать стабильность.

В Норвегии государственные субсидии для страховых компаний помогают снизить цену полисов для рыбаков, а также увеличивают доступность страховых продуктов. Это способствует росту числа застрахованных рисков и более высокому уровню защиты. Контроль за деятельностью страховых компаний со стороны государства позволяет избежать ситуаций, когда страховщики слишком агрессивно устанавливают условия, что характерно для некоторых российских случаев.

Канада применяет более комплексный подход, где государство не только субсидирует страховые программы, но и активно участвует в образовательных инициативах. Рыбаки обучаются управлению рисками и возможностям хеджирования, что значительно снижает их уязвимость к инфляции и другим

экономическим факторам. Следствием этого является более высокая культура страхования, в которой рыбаки рассматривают его как неотъемлемую часть бизнеса.

В отличие от зарубежных примеров, российский рынок страдает от недостатка информации о реальных рисках и инерции в адаптации страховых продуктов к новым экономическим условиям. Хотя российские страховщики начали предлагать инновационные продукты, вроде комбинированных полисов, в условиях инфляции они часто не учитывают специфические рыночные условия. В результате это приводит к тому, что многие рыбаки по-прежнему остаются незастрахованными или неправильно оценивают необходимость в страховании.

Применение международных стандартов может существенно улучшить ситуацию в России, учитывая гибкость, с которой быстро адаптируются зарубежные компании к изменяющимся экономическим условиям. Выстраивание более прозрачных и конкурентных отношений между страховщиками и страхователями является необходимым шагом.

Сильные стороны иностранных практик заключаются в их ориентации на стабильное финансирование и доступность для рыбаков. Применение статистики и прогнозирования на основе данных о предыдущих убытках помогает странам с развитыми страховыми рынками точнее определять риски. Однако слабые стороны российских практик находятся в недостаточной поддержке со стороны государства и дефиците инновационных подходов.

Для повышения конкурентоспособности российской рыбной отрасли и её страхования необходимо учитывать заимствованные идеи и практики, которые учитывают как инфляционные риски, так и особенности местного рынка. Беларусь, например, успешно использует своё местное законодательство для создания гибридных страховых механизмов, что может послужить моделью для адаптации в России.

Адаптация подходов к страхованию позволит не только улучшить финансовую устойчивость рыбаков, но и ускорит общее развитие сектора в условиях инфляции.

## **6. Перспективы развития страховок в условиях инфляции**

При рассмотрении нормативного обеспечения страхования следует учитывать План сельскохозяйственного страхования на 2026 год, утвержденный приказом Минсельхоза России от 12 августа 2025 г. № 521 [1].

Изменения в макроэкономической среде и уровень инфляции формируют новые тренды в страховой сфере, особенно в рыбной отрасли. Возрастающая нестабильность требует от страховщиков гибкости и способности адаптироваться к новым условиям. Основной задачей становится не просто защитить имущественные интересы, а создать условия для устойчивости бизнеса на фоне растущих рисков. Процесс разработки новых страховых продуктов будет ориентирован на широкий спектр неопределенности.

С учётом растущего уровня инфляции, будущие страховые полисы, направленные на рыбную отрасль, могут предусматривать более комплексное покрытие, учитывающее динамику цен на корма, топливо и другие ресурсы. Ожидается, что страховщики начнут активно использовать современные методы оценки рисков, включая большой объём данных (big data) и аналитические технологии, для создания более детализированных и персонализированных предложений клиентам.

Параллельно ведутся разговоры о необходимости пересмотра законодательных норм, касающихся рыбного хозяйства и страхования. Это может включать упрощение процедур оформления полисов и повышения прозрачности страховых операций. Важно, чтобы законодательство поддерживало инновации, например, внедрение электронных полисов для повышения доверия между сторонами.

Тенденцию к централизованному управлению рисками в рыбной отрасли также трудно игнорировать. Устойчивые к изменению климата практики управления ресурсами, такие как аквакультура, могут приводить к страхованию новых видов рисков, связанных с экологическими факторами и изменениями в потребительском спросе. Это потребует от страховщиков создания специализированных продуктов, которые не только покроют финансовые риски, но и поддержат экологически устойчивые методы ведения бизнеса.

Социальные изменения, включая требования к устойчивому развитию и ответственности перед обществом, будут давать толчок для создания новых моделей страхования, нацеленных на поддержание баланса между коммерческими интересами и заботой об экологии. В итоге, рыбы, как ресурс,

будут расцениваться не только с точки зрения экономической выгоды, но и с точки зрения удлинённого жизненного цикла ресурса.

На горизонте могут возникать новые стандарты риск-менеджмента. Страховые компании будут обязаны создавать методики, которые не только минимизируют финансовые потери, но и учитывают специфические экологические и социальные аспекты. Партнёрство между страховщиками, государственными органами и рыболовами станет ключевым элементом в создании устойчивой системы страхования.

Таким образом, будущие тенденции в страховании рыбной отрасли будут определяться стремлением к инновациям и адаптации к изменяющимся условиям. Эти изменения помогут создать эффективную и продуктивную экосистему, способную справляться с вызовами времени.

### **Заключение**

В заключение данной работы можно подвести итоги, касающиеся особенностей проведения страхования в рыбной отрасли в условиях инфляции. Инфляция, как экономический феномен, оказывает значительное влияние на все сферы бизнеса, и рыбная отрасль не является исключением. В условиях растущих цен на ресурсы, корма и оборудование, страховые взносы становятся более обременительными для рыболовных предприятий. Это создает дополнительные сложности в управлении рисками и требует от компаний пересмотра своих стратегий страхования.

Одной из ключевых задач, поставленных в работе, было изучение нагрузки инфляции на страховые взносы. Результаты анализа показали, что в условиях инфляции страховые компании вынуждены повышать тарифы, чтобы компенсировать растущие убытки и обеспечить свою финансовую устойчивость. Это, в свою очередь, приводит к тому, что многие рыболовные предприятия сталкиваются с необходимостью сокращения страхового покрытия или отказа от него вовсе, что увеличивает их уязвимость к рискам.

Специфические риски рыбной отрасли, такие как природные катастрофы, болезни рыб и технические неисправности, требуют особого внимания. В условиях инфляции эти риски становятся более значительными, так как восстановление после ущерба требует больших затрат. Важно отметить, что страховые компании, такие как АО СК «РСХБ-Страхование», уже сейчас фиксируют рост числа страховых случаев, связанных с природными

катаклизмами, что подчеркивает необходимость более тщательного анализа и оценки рисков.

Минимизация убытков при страховании в условиях инфляции требует от предприятий внедрения новых подходов и технологий. Рекомендации, разработанные в ходе исследования, включают в себя использование современных методов управления рисками, таких как диверсификация видов деятельности, внедрение систем мониторинга здоровья рыб и профилактических мер, а также активное сотрудничество с научными учреждениями для разработки новых решений [2].

Роль страховых компаний в условиях экономической нестабильности становится особенно важной. Они не только обеспечивают финансовую защиту, но и могут выступать в качестве консультантов, помогая предприятиям адаптироваться к новым условиям. Сравнение с зарубежным опытом показывает, что в странах с развитыми страховыми системами существуют более гибкие механизмы страхования, которые позволяют лучше справляться с инфляционными рисками.

Перспективы развития страховок в условиях инфляции в рыбной отрасли зависят от способности компаний адаптироваться к изменяющимся экономическим условиям. Важно, чтобы страховые компании разрабатывали новые продукты, учитывающие специфику отрасли и риски, связанные с инфляцией. Это может включать в себя создание специализированных программ страхования, которые будут учитывать не только финансовые, но и экологические аспекты.

Таким образом, в условиях инфляции рыбная отрасль сталкивается с множеством вызовов, требующих комплексного подхода к страхованию. Адаптация к новым экономическим условиям, внедрение инновационных решений и активное сотрудничество между рыболовными предприятиями и страховыми компаниями станут ключевыми факторами для повышения устойчивости и защиты бизнеса в будущем.

### **Список литературы**

1. Об утверждении Плана сельскохозяйственного страхования на 2026 год : приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 12 августа 2025 г. № 521 (зарегистрирован в Минюсте России 13 ноября 2025 г. № 84159). — URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202511140013> (дата обращения: 05.09.26)

2. Меркушева М. В. Инвестиции в аквакультуру: динамика, риски, перспективы // Креативная экономика. — 2023. — Т. 17, № 12. — С. 4913–4928
3. Пашкова Е. Н. Развитие страхового рынка России в условиях санкций // Научный результат. Экономические исследования. — 2022. — Т. 8, № 4. — С. 99–109.
4. Стенькина, Е. Н. Сущность и особенности цифрового инструментария в механизмах финансового и экономического управления рыбопромышленного комплекса ДВ / Е. Н. Стенькина, Е. А. Стенькина // Экономика и предпринимательство. — 2022. — № 7(144). — С. 431-434. — DOI 10.34925/EIP.2022.144.7.082. — EDN NYRQCM.
5. Цвырко А. А., Сухорукова Н. В., Иващенко Т. Н., Полякова А. А. Страховой рынок России: современное состояние и тенденции развития // Вестник Академии знаний. — 2024. — № 5 (64). — С. 481–486.

© Стенькина Е.А., Бондаренко И.А., 2026

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО  
КОМПЛЕКСА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Бурковский Петр Васильевич**

к.э.н., доцент

**Пономаренко Арина Владимировна**

магистрант

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

**Аннотация:** в статье рассматривается современное состояние жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Краснодарского края и направления совершенствования его государственного регулирования. На основе систематизации научных публикаций раскрыты цели и принципы регулирования, рассмотрены нормативно-правовые и программные механизмы, проанализированы опубликованные сведения о модернизации инфраструктуры региона. Определены ограничения оценки состояния отрасли по агрегированным показателям износа, аварийности и объемов ремонта. Предложены направления совершенствования тарифного регулирования, бюджетной поддержки, государственно-частного партнерства и цифровизации ЖКХ. Конкретизированы меры по приоритизации инфраструктурных проектов, согласованию инвестиционных обязательств и оценке надежности, качества и доступности коммунальных услуг.

**Ключевые слова:** жилищно-коммунальное хозяйство, ЖКХ, Краснодарский край, тарифное регулирование, государственные программы, государственно-частное партнерство, цифровизация ЖКХ.

**IMPROVING STATE REGULATION OF THE DEVELOPMENT  
OF THE HOUSING AND COMMUNAL SERVICES SECTOR  
IN KRASNODAR KRAI**

**Burkovskiy Petr Vasilyevich**

Candidate of economic sciences, associate professor

**Ponomarenko Arina Vladimirovna**

master's student

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

**Abstract:** the article examines the current state of housing and communal services (HCS) in Krasnodar Krai and ways to improve state regulation of the sector. Drawing on a synthesis of research publications, it outlines the objectives and principles of regulation, considers legal and programme-based mechanisms, and analyses published information on infrastructure modernisation in the region. It identifies limitations in assessing the sector through aggregate indicators of infrastructure deterioration, service disruptions and repair volumes. The article proposes improvements to tariff regulation, budgetary support, public–private partnerships and the digitalization of HCS. It specifies measures for prioritising infrastructure projects, aligning investment commitments and assessing the reliability, quality and affordability of utility services.

**Key words:** housing and communal services, HCS, Krasnodar Krai, tariff regulation, government programmes, public–private partnership, digitalization of HCS.

Государственное регулирование жилищно-коммунального хозяйства должно обеспечивать не только текущее предоставление услуг, но и воспроизводство инфраструктуры при сохранении доступности услуг для населения. Проблема заключается в согласовании интересов потребителей, ресурсоснабжающих организаций, собственников имущества и органов власти. При этом управление многоквартирными домами, капитальный ремонт общего имущества и эксплуатация коммунальных сетей требуют разных организационных и финансовых решений; объединение этих направлений под общим понятием ЖКХ не устраняет различий между ними.

Цель исследования – обосновать направления совершенствования государственного регулирования развития ЖКХ Краснодарского края и конкретизировать условия их реализации. Использована тематическая систематизация научных публикаций, анализ нормативных актов и описательное сопоставление опубликованных региональных сведений.

В большинстве научных публикаций управление ЖКХ отражает совокупность инструментов и механизмов по субсидированию и тарификации услуг и их распределение по целевым участникам рыночных сделок. В.И. Белов предлагает использовать комплексный подход к определению инструментов и механизмов по организации и распределению ответственности между потребителями услуг ЖКХ на основе региональной специфики по тарификации. [1]. В этой связи регулирование систем ЖКХ на региональном

уровне отражает совокупность инструментов и их практическую применимость по отношению к целевым группам потребителей.

А.Г. Закревская, Н.Г. Любимова и А.С. Флакسمан акцентируют внимание на необходимости учета социального фактора при разработке и реализации инвестиционных проектов по поддержке развития объектов ЖКХ [2]. К.А. Кудрявцев и Д.А. Кудрявцева указывают на особенности ценообразования на рынке услуг ЖКХ и их жесткую привязку к тарификации [3]. Учет данных обстоятельств требует разработки комплексного подхода к определению стратегических целей и задач по устойчивому развитию ЖКХ на региональном уровне на основе усиления инвестиционной и социальной составляющей планирования расходов текущего и капитального значения.

И.А. Чечулин и И.Н. Ткаченко предлагают рассматривать тесную связь между деятельностью управляющих компаний по вопросам ЖКХ и ресурсоснабжающими организациями, где тарификация должна быть осуществлена на основе активного применения современных цифровых методов определения издержек и прибыли в интересах потребителей [4]. Е.Б. Мудрова и Н.Н. Муравьева подробно раскрывают специфику использования цифрового инструментария по регулированию тарифов и услуг ЖКХ на основе модульного принципа распределения затрат между ресурсоснабжающими организациями [5]. Для Краснодарского края, где отмечается значительная территориальная дифференциация по критериям тарификации услуг ЖКХ, применение модульного принципа учета затрат ресурсов и элементов тарификации услуг для конечных потребителей с разбивкой на городскую и сельскую местность имеет довольно существенное значение.

Авторами предлагается на основе использования модульного принципа по совершенствованию инструментария регулирования услуг ЖКХ на региональном уровне построить систему непрерывного интерактивного взаимодействия между непосредственно ресурсоснабжающими организациями и конечными потребителями, что позволит, используя весь потенциал интерактивного взаимодействия, сформировать механизм качественного улучшения процесса адресного целевого регулирования проблемных областей в коммунальном хозяйстве по каждой территории.

Нормативно-правовая состоятельность таких положений находит свое закрепление на основе положений Жилищного кодекса Российской Федерации, федерального закона «О водоснабжении и водоотведении», «О тепло-

снабжении», а также в положениях федерального закона «О концессионных соглашениях» [6–9]. В отсутствии модульного принципа распределения затрат на услуги ЖКХ тарификация не в полной мере отражает объективный характер фактического потребления и эффективность использования ресурсов за уже поставленные услуги, что создает некоторый производственный и коммерческий дисбаланс между абонентами на потребление электроэнергии, газоснабжения и водоотведения.

Немаловажным аспектом является поддержание конкурентного равновесия на рынке услуг ЖКХ, который по общему правилу наиболее подвержен высокой степени монополизации наряду с рынком сотовой связи и топливно-энергетическим комплексом. Общее тарифное регулирование и надзор за монополизацией осуществляется со стороны федеральной антимонопольной службы (ФАС) Российской Федерации [10]. Следует отметить, что региональная специфика регулирования тарифов тесно связана с установленными нормативами и лимитами ресурсного потребления в зависимости от фактора сезонности, температурных условий и времени суток [7; 8]. Поэтому повышение тарифов само по себе не является достаточным условием модернизации: требуется обоснование затрат и контроль выполнения предусмотренных мероприятий.

В Краснодарском крае программной основой служит государственная программа «Развитие жилищно-коммунального хозяйства», утвержденная постановлением от 12.10.2015 № 967 [10]. Федеральный проект «Модернизация коммунальной инфраструктуры» реализуется в составе национального проекта «Инфраструктура для жизни» [2]. При анализе их результатов необходимо разграничивать источники финансирования и перечни объектов, чтобы исключить повторный учет одних и тех же работ.

К изменениям, затрагивающим расчеты с потребителями, относится вступление в силу с 1 марта 2026 г. Федерального закона № 177-ФЗ: платежные документы предоставляются не позднее 5-го числа следующего месяца, плата вносится до 15-го числа; изменение этих сроков договором управления или решением общего собрания не допускается [3]. Однако упорядочение платежей не заменяет контроля технического состояния объектов и исполнения инвестиционных обязательств.

Согласно сведениям профильного министерства края, опубликованным «Деловой газетой. Юг», в 2025 г. построено, реконструировано и отремонтировано около 255 км сетей и 50 объектов водоснабжения и

водоотведения на сумму более 6,5 млрд руб. [4]. Эти данные характеризуют совокупный объем разнородных работ, а не исключительно замену изношенных сетей. Соответственно, деление общей суммы на протяженность сетей не дает корректной средней стоимости их ремонта.

В том же сообщении указано около 2,5 тыс. зарегистрированных технологических нарушений водоснабжения в 2025 г. против 1,6 тыс. в 2024 г.; опубликованный прирост составляет 57%. Ведомство связывает увеличение регистрации с введением обязательного информационного взаимодействия с муниципальными диспетчерскими службами [6]. Следовательно, этот прирост нельзя напрямую интерпретировать как равнозначное ухудшение технического состояния: для сопоставления необходимы неизменные правила учета и одинаковый охват объектов.

По сообщению от 26 декабря 2025 г., передающему данные администрации края, капитальным ремонтом охвачено 647 многоквартирных домов, в которых проживает около 60 тыс. человек; в 30 домах заменено 104 лифта [5]. Эти результаты следует рассматривать отдельно от модернизации внешних коммунальных сетей. Количество отремонтированных домов показывает масштаб выполненных мероприятий, но само по себе не измеряет изменение качества всех жилищно-коммунальных услуг.

Дополнительный аспект связан с качеством программного управления. В информации Контрольно-счетной палаты края от 10 августа 2026 г. о финансово-экономической экспертизе проекта изменений в программу ЖКХ отмечены нарушения порядка разработки и реализации государственных программ [7]. Этот вывод относится к конкретному проекту документа и не подтверждает сам по себе сокращение финансирования всей отрасли. Тем не менее он указывает на необходимость более строгого согласования программных и бюджетных решений.

Доступные сведения подтверждают выполнение модернизационных мероприятий, но недостаточны для расчета сопоставимого среднекраевого износа и количественного прогноза его снижения. Для такой оценки нужны данные по видам сетей, их протяженности, техническому состоянию, выбытию и вводу объектов. Агрегированные сообщения также не позволяют отделить влияние модернизации от изменения нагрузки, погоды и полноты регистрации нарушений.

Первое направление – переход к отбору проектов по техническому состоянию и последствиям возможного отказа. Предлагается сформировать

верифицированный пообъектный реестр: местоположение, принадлежность, срок эксплуатации, результаты обследований, история повреждений, число обслуживаемых потребителей и наличие резервной схемы. Следует отметить сохранение организационных рисков, которые во многом обусловлены сохраняющейся тенденцией по повышению степени износа инженерных сетей и коммуникаций, особенно для сельских территорий.

Важным аспектом выступает организация бюджетного финансирования приоритетных направлений по строительству и вводу в действие дополнительных производственных мощностей в коммунальном хозяйстве. Кроме того, применительно к жилищному фонду в городской местности важным аспектом остается возможность использования энергосберегающих технологий уличного освещения и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО). На муниципальном уровне важным аспектом также остается коммунально-бытовая инфраструктура и состояние развития улично-дорожной сети, что в совокупности обеспечивает сбалансированное развитие объектов жилищно-коммунального комплекса в целом.

Следует отметить, что эффективность процесса регулирования жилищно-коммунальной сферы определяется количеством и качеством заключенных концессионных сделок с участием государственно-частного партнерства и возможностью привлечения частных долгосрочных инвестиций с государственным обеспечением. На основе положений нескольких исследований в данной предметной области [2; 3] целесообразно организовать вертикальный мониторинг оценки эффективности и результативности реализации концессионных сделок в области долгосрочного развития объектов жилищно-коммунального комплекса [9].

Результатирующей основой практической реализации указанных мероприятий является рост доступности и сбалансированности тарифной системы на услуги ЖКХ в целом по территориальному разрезу в Краснодарском крае на долгосрочный период. Важно обеспечить дифференцированный подход к определению источников софинансирования расходов на услуги ЖКХ для целевых групп граждан и использовать стимулирующие надбавки коммерческому сектору, действующему в концессионных сделках в рамках частных инвесторов [6–8].

Внедрение следует начинать с пилотных участков и сопровождать обучением персонала, регламентами реагирования, контролем качества данных и разграничением доступа. Создание цифровых двойников оправданно там, где

их управленческая задача и затраты предварительно обоснованы; закупка оборудования без изменения процессов не должна считаться конечным результатом [4; 5].

Для методического сопровождения этих направлений целесообразно закрепить функции регионального центра компетенций за существующей структурой либо определить иной вариант после оценки затрат. Его задачами могут стать подготовка типовых требований к обследованиям, проверка проектных паспортов, помощь муниципалитетам в финансовом моделировании и распространение результатов пилотных проектов. Формирование новой организации не предлагается в качестве обязательного предварительного условия.

Перспективным направлением может стать возможность формирования двухуровневой системы контроля и учета качества оказания услуг ЖКХ на региональном уровне, когда на уровне края создается региональный координационный центр бюджетного регулирования и поддержки управляющих компаний в сфере ЖКХ, в то время как на уровне отдельных муниципальных образований появляются муниципальные территориальные координационные центры тарифного регулирования и мониторинга рынка услуг ЖКХ.

Результативность предлагаемых мер целесообразно оценивать по системе показателей, приведенной в таблице 1. Первичные сведения формируют эксплуатирующие организации; муниципалитеты проверяют привязку к объектам, а профильное министерство края организует сводный анализ. Для обсуждения результатов предлагается кварталный мониторинг с годовым сопоставлением по единой методике.

**Таблица 1**

**Предлагаемые показатели результативности регулирования ЖКХ**

| Направление оценки  | Показатель и единица измерения                                                              | Условия сопоставимости                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Надежность сетей    | Число повреждений на 100 км среднегодовой протяженности сети, ед./год                       | Раздельно по видам сетей; неизменные правила регистрации |
| Непрерывность услуг | Продолжительность внеплановых перерывов с учетом числа затронутых абонентов, абоненто-ч/год | Диспетчерские журналы и границы зон отключения           |

Продолжение таблицы 1

|                              |                                                                             |                                                            |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Ресурсная эффективность      | Доля потерь по подтвержденному балансу ресурса, %                           | Физические потери и расхождения учета разграничиваются     |
| Инвестиционные обязательства | Выполнение плановых физических объемов и соблюдение сроков, %               | Акты приемки, инвестиционные программы, условия соглашений |
| Социальная доступность       | Доля расходов на ЖКУ в доходах получателей поддержки до и после субсидии, % | Обезличенные сведения; сопоставимые группы домохозяйств    |
| Качество исходных данных     | Доля объектов с проверенной и актуальной технической карточкой, %           | Единый реестр; документальное подтверждение обновлений     |

Таким образом, совершенствование государственного регулирования ЖКХ Краснодарского края предлагается связывать с переходом от учета освоенных средств и выполненных работ к контролю надежности и доступности услуг. Для этого необходима согласованная последовательность действий: техническая диагностика, приоритизация объектов, выбор источников финансирования, закрепление обязательств и проверка результатов. Систематизация научных подходов позволила конкретизировать условия применения концессий, долгосрочного тарифного регулирования и цифровых решений. Ожидаемыми направлениями изменений являются сокращение повреждений и потерь ресурсов, повышение дисциплины исполнения проектов и прозрачности расходов.

### Список литературы

1. Белов В. И. Государственное регулирование жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: централизация управления или рыночное саморегулирование // Управленческое консультирование. 2022. № 3. С. 58–66. DOI: 10.22394/1726-1139-2022-3-58-66.
2. Закревская А. Г., Любимова Н. Г., Флакман А. С. Механизм концессионных соглашений в системе теплоснабжения России // Вестник университета. 2024. № 1. С. 72–79. DOI: 10.26425/1816-4277-2024-1-72-79.

3. Кудрявцев К. А., Кудрявцева Д. А. Модель тарифного регулирования естественных монополий в условиях заключения и реализации концессионных соглашений // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 4. С. 678–693. DOI: 10.18184/2079-4665.2025.16.4.678-693.

4. Чечулин И. А., Ткаченко И. Н. Повышение кризисной адаптации малых предприятий сферы ЖКХ, путем внедрения интеллектуальных приборов учета // Отходы и ресурсы. 2023. Т. 10. № 1. Ст. 45ECOR123. DOI: 10.15862/45ECOR123.

5. Мудрова Е. Б., Муравьева Н. Н. Цифровизация в государственном управлении сферой жилищно-коммунального хозяйства и человеческий фактор // Управленец. 2021. Т. 12. № 4. С. 92–105. DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-4-7.

6. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/) (дата обращения: 25.09.2026).

7. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/) (дата обращения: 25.09.2026).

8. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102975/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/) (дата обращения: 25.09.2026).

9. Федеральный закон от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_54572/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/) (дата обращения: 25.09.2026).

10. Федеральная служба по тарифам упразднена // ФАС России. 22.07.2015. URL: <https://fas.gov.ru/publications/2671> (дата обращения: 25.09.2026).

© Бурковский П.В., Пономаренко А.В., 2026

## **КАДРОВЫЙ ДЕФИЦИТ В ИТ-СЕКТОРЕ КАК СТРУКТУРНЫЙ ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ**

**Здереv Александр Александрович**

аспирант

Научный руководитель: **Клименко Ольга Ивановна**

д.э.н., профессор

АНО ВО «Белгородский университет

кооперации, экономики и права»

**Аннотация:** статья анализирует кадровый дефицит в ИТ-секторе как критический фактор экономической безопасности сетевых и платформенных компаний. Рассматриваются технологические, репутационные и финансовые угрозы, генерируемые нехваткой квалифицированных разработчиков и специалистов. В качестве вывода обосновывается тезис о недостаточности традиционных инструментов удержания и необходимости перехода к адаптационной модели управления кадровыми рисками.

**Ключевые слова:** экономическая безопасность, сетевые компании, цифровая экосистема, ИТ-кадры, кадровый дефицит, технологические риски, резилиентность, цифровая трансформация, человеческий капитал.

## **STAFFING SHORTAGE IN THE IT SECTOR AS A STRUCTURAL FACTOR AFFECTING THE ECONOMIC SECURITY OF NETWORK COMPANIES**

**Zderev Alexander Alexandrovich**

Scientific adviser: **Klimenko Olga Ivanovna**

**Abstract:** the article analyzes the staffing shortage in the IT sector as a key structural challenge for the economic security of network companies. It examines the technological, reputational, and financial threats generated by the lack of qualified specialists. As a conclusion, the thesis on the insufficiency of traditional retention tools and the need to switch to an adaptive model of personnel risk management is substantiated.

**Key words:** economic security, network companies, digital ecosystem, IT personnel, staff shortage, technological risks, resilience, digital transformation, human capital.

Глобальные экономические трансформации и форсированная цифровизация национальных хозяйств детерминировали необратимый переход значимой части бизнес-структур к сетевым и платформенным моделям. Формирование цифровых экосистем, консалтинговых сетей и B2B-агрегаторов выступает сегодня имманентным свойством рыночной среды. Сетевая компания в данном парадигмальном контексте трактуется как организационная структура, базирующаяся на принципах горизонтальной интеграции, цифровых интерфейсах и доминировании нематериальных активов, среди которых ключевую роль играют массивы данных, алгоритмы, репутационный капитал и пользовательские комьюнити.

Вместе с тем, критическая зависимость жизнеспособности подобных структур от бесперебойного функционирования IT-инфраструктуры детерминирует фундаментальный сдвиг в ландшафте угроз. Кадровый дефицит высококвалифицированных разработчиков и системных архитекторов трансформируется из локальной операционной проблемы в экзистенциальную угрозу экономической безопасности, способную парализовать сетевые взаимодействия и нивелировать конкурентные преимущества.

Происходит необратимая миграция рисков из физической и финансово-экономической плоскости в технологическую и когнитивную. Ключевой угрозой становится не столько прямое хищение материальных активов, сколько риск глубокой технологической зависимости, разрыва цифровых цепочек создания стоимости и потери суверенного контроля над интеллектуальным капиталом. Важно отметить, что в сетевых структурах уязвимость носит имманентный характер: компрометация одного узла или разрыв критического API-шлюза способен парализовать функционирование всей экосистемы, спровоцировав каскадный эффект «домино». Таким образом, традиционные периметровые модели защиты, ориентированные на физический контур, утрачивают свою эффективность, уступая место необходимости формирования сквозной резилиентности (шокоустойчивости) цифровых взаимодействий.

В сетевых и платформенных компаниях IT-персонал (системные архитекторы, разработчики ядра платформы, специалисты по кибербезопасности и интеграции микросервисов) перестает быть лишь обслужи-

вающим подразделением. Он трансформируется в ключевой субъект создания добавленной стоимости и главного архитектора бизнес-процессов. Интеллектуальный капитал данных специалистов выступает основным драйвером инноваций и гарантом непрерывности сетевых операций. Следовательно, дефицит или отток квалифицированных IT-кадров перестает быть локальной операционной проблемой и приобретает статус экзистенциальной угрозы экономической безопасности, способной нивелировать конкурентные преимущества и дестабилизировать горизонтальные связи экосистемы. Более того, попытки оперативно заменить ушедших специалистов приводят к накоплению «технического долга» и деградации архитектурной целостности платформы. В условиях, когда ментальные модели и когнитивные способности разработчиков напрямую кодируются в алгоритмы управления, потеря ключевых компетенций равносильна утрате части интеллектуальной собственности компании. Справедливо считать, что именно кадровая составляющая в современных условиях становится тем критическим узлом, который определяет общую уязвимость сетевой компании перед внутренними и внешними деструктивными воздействиями.

В условиях, когда ядром бизнеса выступают цифровые интерфейсы и нематериальные активы, на первый план выходят не рядовые кодеры, а системные архитекторы экосистем, специалисты по анализу массивов больших данных (Big Data), эксперты по интеграции API и микросервисной архитектуры, а также инженеры по кибербезопасности облачных платформ. Как справедливо утверждают исследователи сетевых структур, именно данные компетенции обеспечивают не только техническую непрерывность транзакционных связей, но и адаптивность сетевых узлов перед лицом нарастающей неопределенности. Микросервисная архитектура и бесшовная интеграция API требуют от специалистов глубокого понимания не только программного кода, но и бизнес-логики распределенных сетей, что формирует высокий барьер входа и критически сужает пул доступных кандидатов.

Вместе с тем, удовлетворение потребностей сетевых компаний в подобных кадрах сталкивается с системными ограничениями, а факторы дефицита носят ярко выраженный многомерный характер. Во-первых, имеет место жесткая, подчас асимметричная конкуренция за таланты со стороны глобальных и национальных технологических гигантов, способных предлагать беспрецедентные условия компенсации и социальные лифты. Во-вторых, критическое усложнение технологического стека в условиях форсированного

импортозамещения и беспрецедентного санкционного давления требует от специалистов экзистенциального напряжения и постоянного переобучения. Необходимость миграции с западных облачных решений и проприетарного ПО на отечественные или open-source аналоги формирует на рынке труда специфические институциональные риски, когда формальное наличие диплома не гарантирует способности быстро адаптироваться к новой технологической парадигме. В-третьих, сама сетевая парадигма предполагает распределенный, горизонтальный характер работы, и острый дефицит компетенций по управлению гетерогенными командами в условиях удаленной или гибридной занятости существенно нивелирует эффективность даже имеющихся кадровых ресурсов, размывая корпоративную культуру и снижая скорость принятия решений.

Особую тревогу вызывает риск так называемой «утечки мозгов» и перманентный отток квалифицированных специалистов уровня Middle и Senior. В сетевой экономике отток ключевых архитекторов и аналитиков не просто замедляет темпы разработки новых цифровых продуктов, но и провоцирует деградацию целостности цифрового периметра. Как показывает анализ сетевой центральности, уход носителей уникальных компетенций превращает их в «разрывы» в топологии безопасности экосистемы, делая всю горизонтальную структуру уязвимой перед внешними деструктивными воздействиями и внутренними сбоями.

В первую очередь, деструкция проявляется в технологическом контуре, где в условиях микросервисной архитектуры и горизонтальной интеграции любая незакрытая уязвимость в API-шлюзах или неоптимизированный код становятся имманентной брешью, через которую реализуются внешние кибератаки. В условиях, когда объектом защиты становятся не столько материальные активы, сколько целостность информационных потоков, отсутствие компетенций для их непрерывного мониторинга делает сеть «слепой» к зарождающимся аномалиям. Отсутствие квалифицированных специалистов по кибербезопасности облачных платформ трансформирует штатные сбои в критические инциденты, парализующие горизонтальные связи экосистемы и нивелирующие ее технологическую резилиентность.

Во-вторых, кадровый дефицит оказывает прямое деструктивное воздействие на репутационный и рыночный контуры экономической безопасности. В сетевой экономике, где ключевым активом выступает доверие,

ухудшение пользовательского опыта из-за нестабильной работы платформ или медленной реакции на запросы клиентов мгновенно транслируется в когнитивное пространство участников экосистемы. Эрозия доверия со стороны контрагентов и конечных потребителей провоцирует отток клиентской базы и снижение лояльности партнерской сети. Важно отметить, что в условиях высокой конкурентной среды потеря репутационного капитала, подорванного неспособностью компании обеспечить бесперебойность цифровых сервисов, ведет к необратимому снижению рыночной капитализации и утрате тех самых конкурентных преимуществ, которые ранее формировались за счет инновационности.

В-третьих, деструкция неизбежно затрагивает финансово-стратегический контур. Острая конкуренция за оставшихся на рынке IT-специалистов провоцирует экспоненциальную эскалацию затрат на фонд оплаты труда, а вынужденный переход на модели аутстаффинга или привлечение внешних подрядчиков создает новые институциональные риски. Подобные меры, хотя и позволяют временно закрыть кадровые бреши, многократно повышают риски утечки интеллектуальной собственности и снижают управляемость распределенными командами. Данная ситуация формирует порочный круг: нехватка средств на удержание ключевых архитекторов ведет к еще большему оттоку кадров, что в перспективе грозит полной деградацией архитектурной целостности платформы. Как следствие, сетевая компания сталкивается со срывом сроков запуска новых цифровых продуктов и монетизационных моделей, что блокирует стратегическое развитие и лишает бизнес той самой гибкости, которая необходима для адаптации к геополитическим и рыночным шокам.

Для нейтрализации выявленных угроз необходимо реализовать комплекс стратегических мер. Во-первых, императивом становится формирование распределенных центров исследований и разработок (R&D-центров) в связке с созданием устойчивых партнерских сетей с профильными вузами. Подобная интеграция позволяет не только осуществлять превентивную подготовку кадров, адаптированных под специфический технологический стек компании, но и формировать кадровый резерв, нивелирующий риски внезапного оттока ключевых специалистов.

Во-вторых, критическую значимость приобретает трансформация инструментов удержания персонала. Традиционные финансовые стимулы

утрачивают свою эффективность в условиях асимметричной конкуренции с технологическими гигантами. В этой связи перспективным представляется внедрение механизмов миноритарного участия, предоставление опционов на акции компании и целенаправленное развитие горизонтальной корпоративной культуры, которая выступает фундаментом для самосинхронизации автономных элементов экосистемы.

В-третьих, стратегическим вектором снижения операционной зависимости от дефицита человеческого капитала выступает форсированная автоматизация процессов разработки. Внедрение Low-code/No-code платформ и интеграция инструментов генеративного искусственного интеллекта в рабочие процессы позволяют кратно сократить время вывода новых цифровых продуктов на рынок и минимизировать накопление «технического долга», перераспределяя интеллектуальные ресурсы на решение архитектурных, а не рутинных задач.

Наконец, диверсификация кадровых рисков достигается через выстраивание стратегических альянсов с проверенными IT-аутсорсерами и участие в отраслевых консорциумах. Подобная кооперация, основанная на принципах сетецентризма, позволяет трансформировать уязвимость «слабого звена» в коллективную резилиентность, обеспечивая непрерывность бизнес-процессов даже в условиях локальных кадровых шоков.

### **Список литературы**

1. Варавва М. Ю. Кадровый разрыв: масштабы и факторы дефицита ИТ-кадров в России // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2023. Т. 20, № 4. С. 171–180.
2. Цибарева М. Е. Некоторые аспекты оценки кадровой составляющей экономической безопасности ИТ-компаний в России // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2023. Т. 14, № 4. С. 134–140.
3. Салпагарова М. Ш., Текеева Х. Э. Проблемы кадрового обеспечения в условиях цифровых технологий // Московский экономический журнал. 2024. № 1. С. 475–482.

4. Канаки В. В., Оксенюк Е. Е. К вопросу кадрового дефицита в условиях цифровизации экономики // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 6 (56). С. 943–946.

5. Коновалова О. В., Морозова И. В., Козлова Е. Г. Управление кадровыми рисками хозяйствующего субъекта в условиях цифровизации общества // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2020. № 2. С. 68–75.

© Здерев А.А., 2026

# **СЕКЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ФИГУРИСТОВ В ПОСТОЛИМПИЙСКОМ ЦИКЛЕ 2026–2030 ГГ.**

**Аюпова Алия Зайнулловна**  
студент

Научный руководитель: **Буранбаев Радик Абдулхакович**  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологии»

**Аннотация:** в статье рассматриваются современные требования к физической подготовке спортсменов, занимающихся фигурным катанием, в условиях развития технической сложности соревновательных программ. Особое внимание уделяется скоростно-силовым качествам, координации движений, устойчивости, гибкости, способности к выполнению многооборотных прыжков и профилактике травматизма. На основе современных исследований в области спортивной биомеханики и спортивной медицины обосновывается необходимость совершенствования структуры тренировочного процесса и индивидуализации физической подготовки фигуристов. Показано, что усложнение технических элементов требует не только роста уровня специальной физической подготовленности, но и более точного контроля тренировочной нагрузки.

**Ключевые слова:** физическая культура, физическая подготовка, фигурное катание, спортивная тренировка, биомеханика, скоростно-силовые качества, координация, профилактика травматизма.

## **TRANSFORMATION OF REQUIREMENTS FOR FIGURE SKATERS' PHYSICAL TRAINING IN THE POST-OLYMPIC CYCLE OF 2026–2030**

**Ayupova Aliya Zainullovna**  
student

Scientific adviser: **Buranbayev Radik Abdulkhakovich**

**Abstract:** the article examines modern requirements for physical training of figure skaters under conditions of increasing technical complexity of competitive programs. Particular attention is paid to speed-strength abilities, movement coordination, stability, flexibility, the ability to perform multi-rotation jumps and

injury prevention. Based on recent studies in sports biomechanics and sports medicine, the necessity of improving the structure of the training process and individualizing physical preparation of figure skaters is substantiated. It is shown that increasing technical difficulty requires not only a higher level of special physical fitness but also more accurate monitoring of training load.

**Key words:** physical education, physical training, figure skating, sports training, biomechanics, speed-strength abilities, coordination, injury prevention.

### **Введение**

Фигурное катание сочетает техническое мастерство и специальную физическую подготовленность. Выполнение сложных прыжков требует силы, скорости, координации, равновесия и контроля положения тела. Особенно высоки требования при выполнении многооборотных прыжков, где необходимо обеспечить достаточную высоту и скорость отталкивания, сохранить ось вращения и выполнить контролируемое приземление. Исследования показывают, что прыжки различной сложности отличаются по высоте, скорости отталкивания, положению суставов нижних конечностей и мышечной активности [1, с. 3–4].

Цель статьи — определить основные требования к физической подготовленности фигуристов и направления её совершенствования в постолимпийском цикле 2026–2030 гг.

### **Основная часть**

Физическая подготовленность фигуриста включает силу, скоростно-силовые способности, координацию, гибкость, равновесие и специальную выносливость. Эти качества должны развиваться в тесной связи с техническими действиями, поэтому общая физическая подготовка дополняется специальными упражнениями, соответствующими структуре соревновательных элементов.

Одним из ключевых компонентов является скоростно-силовая подготовка. При выполнении прыжка спортсмен за короткое время должен создать необходимую скорость отталкивания и обеспечить условия для вращения. В исследовании А. Коги и соавторов при усложнении прыжков отмечалось увеличение их высоты и вертикальной скорости отталкивания, а также изменение углов сгибания суставов нижних конечностей [1, с. 3–4]. Авторы также выявили различия мышечной активности при выполнении прыжков разной сложности [1, с. 6–8]. Это подтверждает значение силовой и

скоростно-силовой подготовки для совершенствования прыжковой техники.

В тренировке могут использоваться приседания, выпрыгивания, выпады, прыжковые упражнения и упражнения на одной ноге. Их объём и интенсивность должны соответствовать возрасту, квалификации и индивидуальным особенностям спортсмена. При этом необходимо учитывать специфику двигательной деятельности на льду. Исследование М. Хагенауэра, П. Легренёра и К.М. Монтейла показало необходимость учитывать влияние фигурных коньков на вертикальный прыжок при оценке прыжковых возможностей спортсмена [2, с. 699–707].

Не менее важна координационная подготовка. При многооборотном прыжке спортсмен должен контролировать положение корпуса и конечностей, сохранять ось вращения и стабилизировать тело при приземлении. Исследование К. Локвуда, П. Жерве и Д. Маккриари подчёркивает значение контроля тела в завершающей фазе прыжка [3, с. 231–241]. М. Масуда и С. Ёсиока также показали, что стабильность оси и скорость вращения связаны с различными механическими факторами [4]. Поэтому упражнения на равновесие, пространственную ориентацию, устойчивость на одной ноге и контроль положения тела должны занимать важное место в специальной подготовке.

Гибкость обеспечивает необходимую амплитуду движений при выполнении технических и хореографических элементов, однако должна сочетаться с силовой стабилизацией. Для фигуриста важна не максимальная гибкость сама по себе, а способность контролировать положение тела в доступной амплитуде.

Отдельное направление — профилактика травматизма и контроль тренировочной нагрузки. Систематический обзор 29 исследований с общей выборкой 4202 фигуристов выявил значительную вариативность показателей распространённости травм — от 2,1 до 34% [5, с. 563–576]. Авторы отмечают необходимость совершенствования контроля тренировочной нагрузки и других факторов риска [5, с. 563–576]. Для фигурного катания это особенно важно из-за многократного повторения сложных прыжков. Исследования факторов риска у элитных фигуристов также рассматривают мониторинг нагрузки, включая количество выполняемых прыжков. Следовательно, объём сложных элементов, продолжительность занятия и восстановительные интервалы должны планироваться во взаимосвязи.

В постолимпийском цикле 2026–2030 гг. возрастает значение индивидуализации. Фигуристы различаются по уровню физической и технической подготовленности, возрасту и особенностям двигательной деятельности. Поэтому содержание подготовки должно определяться исходным состоянием спортсмена и требованиями его соревновательной программы. Для одного спортсмена приоритетом может быть мощность отталкивания, для другого — координация и устойчивость, для третьего — специальная выносливость.

Перспективным направлением является объективный контроль. Биомеханический анализ позволяет оценивать высоту прыжка, скорость отталкивания, положение суставов, характеристики вращения и приземления, что может использоваться для выявления ошибок и корректировки тренировочных средств. При этом количественные показатели должны дополнять педагогическое наблюдение тренера, а не заменять его.

Таким образом, основными направлениями совершенствования физической подготовки являются развитие скоростно-силовых способностей, координации и равновесия, поддержание необходимой гибкости, индивидуализация подготовки, контроль тренировочной нагрузки и профилактика травматизма.

### **Заключение**

Современное фигурное катание предъявляет высокие требования к физической подготовленности спортсменов. Усложнение прыжковых элементов требует развития мощности отталкивания, контроля вращения, координации и устойчивости при приземлении. Рассмотренные исследования подтверждают тесную взаимосвязь технической и физической подготовки [1–4].

Эффективная подготовка в постолимпийском цикле 2026–2030 гг. должна строиться с учётом индивидуальных особенностей спортсмена, структуры выполняемых элементов и объёма тренировочной нагрузки. Особое значение имеют объективный контроль, рациональное дозирование сложных прыжков и профилактика травматизма [5]. Физическая подготовка должна обеспечивать не только рост физических возможностей фигуриста, но и их эффективную реализацию в технических элементах.

**Список литературы**

1. Koga A., Bai X., Jia Y., Liu J. Lower limb biomechanical differences between jumps with different number of rotations in youth figure skaters // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2025. – Vol. 13. – Article 1606817. – DOI: 10.3389/fbioe.2025.1606817.
2. Haguenauer M., Legreneur P., Monteil K. M. Influence of figure skating skates on vertical jumping performance // *Journal of Biomechanics*. – 2006. – Vol. 39, № 4. – P. 699–707. – DOI: 10.1016/j.jbiomech.2005.01.005.
3. Lockwood K. L., Gervais P. J., McCreary D. R. Landing for success: a biomechanical and perceptual analysis of on-ice jumps in figure skating // *Sports Biomechanics*. – 2006. – Vol. 5, № 2. – P. 231–241. – DOI: 10.1080/14763140608522876.
4. Masuda M., Yoshioka S. Mechanical determinants of axis drift and rotational speed in figure skating jumps // *Journal of Biomechanics*. – 2026. – Vol. 206. – Article 113538. – DOI: 10.1016/j.jbiomech.2026.113538.
5. Schmidt N. T., Janse van Rensburg D. C., Schoeman M. et al. Epidemiology and associated injury risk factors in figure skating: A systematic review // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2025. – Vol. 28, № 7. – P. 563–576.

© Аюпова А.З.

**ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАБОТЫ  
СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ В ДОШКОЛЬНОМ  
ОБРАЗОВАНИИ: ЗНАКОМИМ С ПРОФЕССИЯМИ СТРОЙКИ**

**Лайпанов Мурат Робертович**

студент

Инженерный институт,

Северо-Кавказская государственная академия

**Аннотация:** в статье раскрываются профориентационные возможности работы со строительными материалами в дошкольном образовании как инструмента формирования первичных представлений о профессиях строительной сферы. Рассматриваются возрастные особенности освоения дошкольниками понятий «труд», «профессия», «результат труда» и обосновывается целесообразность использования доступных строительных и бросовых материалов (кирпичики, деревянные бруски, картон, ткань, природные материалы) для моделирования трудовых действий. Представлены формы и методы ознакомления детей с профессиями стройки (каменщик, крановщик): сюжетно-ролевые и дидактические игры, исследовательские мини-опыты по изучению свойств материалов, проектная деятельность на примере сказок и реальных объектов микрорайона.

**Ключевые слова:** ранняя профориентация, образовательная парадигма, дошкольный возраст, строительный инженер, проектная деятельность, конструирование.

**CAREER GUIDANCE OPPORTUNITIES FOR WORKING  
WITH CONSTRUCTION MATERIALS IN EARLY CHILDHOOD  
EDUCATION: INTRODUCING CONSTRUCTION JOBS**

**Laiypanov Murat Robertovich**

**Abstract:** the article explores the career guidance potential of working with construction materials in preschool education as a tool for forming initial ideas about professions in the construction industry. The age-related features of preschoolers' understanding of the concepts of "work," "profession," and "the result of work" are

examined, and the feasibility of using readily available construction and waste materials (bricks, wooden blocks, cardboard, fabric, natural materials) to model work activities is justified. The article presents forms and methods for introducing children to construction professions (mason, crane operator): role-playing and didactic games, mini-research experiments to study the properties of materials, and project-based activities using fairy tales and real objects in the local area.

**Key words:** early career guidance, educational paradigm, preschool age, construction engineer, project-based activities, construction.

Основы уважительного отношения к труду взрослых необходимо закладывать в детстве. Чем раньше ребенок будет приучен к труду, тем выше возможность вырастить человека, уважающего чужой и свой труд. Раннее приобщение к труду, помогает профессиональной ориентации ребенка и не является навязыванием определенной профессии, а может стать фундаментом в самоопределении в будущем.

Важно в старшем дошкольном возрасте развивать интерес к труду вообще и формировать представления о профессиях. Работа педагога по формированию интереса к профессии развивает любознательность дошкольника, расширяет кругозор. Дошкольный возраст — это оптимальное время для развития трудолюбия. Знакомство с любой профессией позволяет дошкольнику осознать значимость труда, уважительно относиться ко всем профессиям.

Знакомство с инструментами, специальной техникой, используемой в определенных профессиях, позволяет осознавать взаимосвязь труда потребностей общества, ответить на логические цепочки вопросов: «Как?» — «Почему?» — «Для чего?». Сохранение логической цепочки вопросов способствует осознанности выбора старшего дошкольника.

Важно знакомить дошкольника с трудом, профессиями системно. Начинать следует со знакомых профессий: педагог, повар, врач. Знания об этих профессиях пробуждают не только интерес, но и желание принимать участие в труде.

Знакомство дошкольника с различными профессиями развивает любознательность и самостоятельность. Ребенок учится самостоятельно ставить простейшие цели, разрабатывать пути их достижения, т.е. планировать. Умение ставить цель и планировать действия учит критическому мышлению, развивает умение анализировать. Один из способов развития у дошкольника интереса к созидательному труду — знакомство с профессией строителя. Интерес к

профессии строителя поможет дошкольнику в формировании элементарных математических представлений. Изучение свойств строительных материалов учит детей сравнивать: тяжелый-легкий, большой-маленький, мелкий-крупный, прочный-хрупкий.

Использование экспериментальной деятельности в изучении свойств строительных материалов развивает самостоятельное мышление. Детям можно предложить исследовать, из чего построено определенное здание. Вопросы: как вы думаете, кирпич тяжелый или легкий? А кирпич прочный или хрупкий? Почему здания кирпичные, а не стеклянные? Почему окна стеклянные, а не деревянные? Почему разные части здания строят из разного строительного материала?

С детьми можно провести эксперимент: предложить в тазик с водой положить дощечку и камень. Что утонуло? Почему? Будет очень полезно для развития познавательной активности дошкольника проведение опыта со строительным материалом «Изготовление бетона».

На прогулочном участке в небольшой емкости смешать песок, щебень, цемент и воду. Полученную массу разложить по готовым формам и оставить застывать. На прогулке на следующий день можно рассмотреть формочки с бетонной массой. Детям будет интересно и познавательно, что смешение названных строительных материалов дало нам новый строительный материал – бетон. Далее объясним детям свойство каждого из строительных материалов и для чего нужен бетон.

Именно бетон нужен для основания дома – фундамента, т.к. это один самых прочных строительных материалов. Далее детям можно объяснить, почему кирпич кладут на бетонное основание, почему окна – из стекла, а кровля – из дерева и более легких материалов. Детям будет интересно узнать, почему нельзя оставить кровлю деревянной, а обязательно необходимо накрыть кровельными материалами.

Следующим этапом знакомства старших дошкольников с профессией строителя будет моделирование этапов строительства. На этом этапе дошкольники могут узнать о том, что в строительстве множество специальностей и на разном этапе строительства заняты разные специалисты: на этапе подготовки фундамента нужны инженеры-проектировщики, затем – крановщики, бетонщики. В процессе знакомства с профессиями нужно обратить внимание на название строительной профессии и их связь действиями

и материалами: каменщик кладет камень, кирпич, кровельщик кроет крышу и т.д.

После готовности фундамента к работе приступают каменщики, затем – кровельщики, отделочники. Важно объяснить дошкольникам важность каждого этапа строительства и каждой профессии. Конечно, возможность экскурсии на строительный объект была бы неоценима, но техника безопасности и малолетний возраст дошкольников исключают ее.

Важно и нужно обсуждать с дошкольниками ценность данной профессии: благодаря труду строителей у нас есть дома, школы, детские сады, больницы.

Эффективность профессиональной ориентации старшего дошкольника по профессии «строитель» будет значительной, если использовать различные методик, не ограничиваясь экспериментом и опытом. Необходимо и важно использовать созидательный труд, сюжетные игры, моделирование.

### **Список литературы**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования: утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2013 г. № 1155.

2. Вечер М. В. Ранняя профориентация детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста: современная интегративная педагогическая система по ранней профориентации. — СПб. : Издательство Парадигма, 2023. — 246 с.

3. Коваленко Е. Ю. Ранняя профориентация старших дошкольников через развитие конструктивно-модельной деятельности: сборник трудов конференции. // Современная педагогика и психология: актуальные вопросы : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. (Чебоксары, 21 дек. 2021 г.) / редкол. : О. Н. Широков [и др.]. – 2021. – Чебоксары : Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2021. – С. 11-13.

4. Куцакова Л. В. Конструирование и художественный труд в детском саду : Программа и конспекты занятий. Издательство Сфера, 2024. – 240 с.

© Лайпанов М.Р.

# **СЕКЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## **МОДЕЛЬ ВОЗРАСТНЫХ «КАЧЕЛЕЙ» ИНТЕРЕСА И ВНИМАНИЯ**

**Усков Владимир Игоревич**

к.ф.-м.н., старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный

лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

**Аннотация:** предложена феноменологическая модель возрастных «качелей» интереса и внимания, описываемая системой трёх линейных дифференциальных уравнений второго порядка, связывающих гормональный фон (биологический фактор), внутренние цели и страхи (психологический фактор) и внешние сигналы среды (социальный фактор). Ключевым элементом модели является отрицательная обратная связь между социальным вниманием и психологическим интересом. Проведён анализ устойчивости системы по Ляпунову: построен характеристический многочлен шестой степени, исследованный по критерию Рауса–Гурвица. Установлено, что при выбранных значениях параметров равновесное состояние асимптотически устойчиво. Решена задача Коши с начальными условиями, моделирующими типичную ситуацию молодого возраста; решение получено в виде ряда Маклорена, доказаны его существование и единственность. Численный эксперимент в системе компьютерной алгебры Maxima подтвердил, что модель качественно воспроизводит динамику «качелей»: снижение гормонального фона, падение психологического интереса и рост социального внимания с возрастом. Обсуждаются перспективы дальнейших исследований, включая анализ влияния малых параметров и расширение модели.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения второго порядка, устойчивость по Ляпунову, задача Коши, критерий Рауса–Гурвица, связанные осцилляторы, феноменологическая модель, малые параметры.

## **A MODEL OF AGE-RELATED «SWINGS» OF INTEREST AND ATTENTION**

**Uskov Vladimir Igorevich**

**Abstract:** a phenomenological model of age-related "swings" of interest and attention is proposed, described by a system of three linear second-order differential equations coupling the hormonal background (biological factor), internal goals and fears (psychological factor), and external environmental signals (social factor). The key element of the model is a negative feedback loop between social attention and psychological interest. The Lyapunov stability of the system is analyzed: the sixth-degree characteristic polynomial is constructed and investigated using the Routh–Hurwitz criterion. It is established that the equilibrium state is asymptotically stable for the selected parameter values. The Cauchy problem is solved with initial conditions simulating a typical young-age scenario; the solution is obtained in the form of a Maclaurin series, and its existence and uniqueness are proved. A numerical experiment in the Maxima computer algebra system confirms that the model qualitatively reproduces the "swings" dynamics: a decrease in the hormonal background, a decline in psychological interest, and an increase in social attention with age. Prospects for further research are discussed, including the analysis of small parameters and model extension.

**Key words:** second-order differential equations, Lyapunov stability, Cauchy problem, Routh–Hurwitz criterion, coupled oscillators, phenomenological model, small parameters

### **Введение**

Динамика романтического интереса и социального внимания на протяжении жизни человека — явление, в котором переплетаются биологические, психологические и социальные факторы. Эмпирические наблюдения показывают, что эти факторы не просто сосуществуют, а находятся в сложном взаимодействии: изменение одного влечёт отклик других, причём отклик не мгновенный, а инерционный. Так, гормональный фон влияет на психологическую мотивацию: последняя проявляется в поведении и тем самым изменяет социальное восприятие человека; а социальное внимание, в свою очередь, может как стимулировать, так и подавлять внутренний интерес. Подобная структура связей естественным образом порождает колебательные режимы — «качели», в которых фазы высокого интереса и низкого внимания сменяются фазами сниженного интереса и возросшего внимания.

Математическое описание подобных взаимодействующих систем традиционно опирается на системы обыкновенных дифференциальных уравнений. В настоящей работе задача моделируется следующей системой:

$$\frac{d^2h}{dt^2} + \alpha_h \frac{dh}{dt} + \omega_h^2 h = \kappa_{ph}p + \kappa_{sh}s, \quad (1)$$

$$\frac{d^2p}{dt^2} + \alpha_p \frac{dp}{dt} + \omega_p^2 p = \kappa_{hp}h - \kappa_{sp}s, \quad (2)$$

$$\frac{d^2s}{dt^2} + \alpha_s \frac{ds}{dt} + \omega_s^2 s = \kappa_{hs}h + \kappa_{ps}p, \quad (3)$$

где

**Таблица 1**

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| $h(t)$ | гормональный фон         |
| $p(t)$ | внутренние цели и страхи |
| $s(t)$ | внешние сигналы среды    |
| $t$    | время (в годах)          |

Смысл коэффициентов приведен в табл. 2.

**Таблица 2**

|                                |                                                                        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha_h; \alpha_p; \alpha_s$ | демпфирование: гормоны затухают быстрее, социум – медленнее            |
| $\omega_h; \omega_p; \omega_s$ | собственные частоты осцилляторов                                       |
| $\kappa_{ph}; \kappa_{sh}$     | влияние на гормоны (слабое – психология и социум мало меняют биохимию) |
| $\kappa_{hp}; \kappa_{sp}$     | влияние на психологию (гормоны подталкивают, внимание – тормозит)      |
| $\kappa_{hs}; \kappa_{ps}$     | влияние на социум (активность привлекает внимание, гормоны слабее)     |

Модель была разработана в ходе совместного обсуждения и итеративной проработки структуры уравнений с использованием инструментов искусственного интеллекта (на базе семейства моделей Alice AI). При этом содержательная интерпретация факторов, постановка задачи и выбор математического аппарата остаются в рамках авторской методологии; ИИ-инструмент применялся как вспомогательный для формализации гипотезы, подбора структуры системы дифференциальных уравнений и согласования

балансов связей между компонентами. Такой подход позволил оперативно протестировать несколько конфигураций модели и остановиться на варианте, наиболее адекватно отражающем качественную картину феномена.

Использование производных второго порядка по времени позволяет учесть инерционность каждого фактора: гормональный фон, психологические установки и социальная репутация не меняются скачкообразно, а обладают собственным «моментом сопротивления» изменениям. В результате каждый фактор моделируется как затухающий осциллятор, подвергаемый воздействию со стороны двух других. Связи между осцилляторами задаются коэффициентами, которые в рассматриваемой модели являются малыми параметрами — это позволяет трактовать взаимное влияние как слабое возмущение собственных колебаний каждой подсистемы.

Ключевым элементом модели является отрицательная обратная связь между социальным вниманием и психологическим интересом: рост внимания со стороны окружающих снижает внутреннюю мотивацию, а его уменьшение — стимулирует. Эта асимметрия отличает модель от симметричных систем связанных осцилляторов и может приводить к нетривиальной динамике, включая сдвиг фаз и длительные переходные режимы.

Следует особо подчеркнуть, что предлагаемая модель носит феноменологический характер. Она не претендует на точное количественное описание реальных процессов и не опирается на экспериментальные данные или статистическую верификацию. Её цель — не предсказание конкретных значений переменных, а качественное воспроизведение наблюдаемой динамики «качелей», что позволяет выявить возможные механизмы формирования наблюдаемых тенденций.

Цель данной работы — исследование предложенной модели возрастных «качелей» интереса и внимания с двух позиций. Во-первых, проводится анализ устойчивости системы по Ляпунову, для чего получены коэффициенты разложения характеристического многочлена по степеням. Исследуется случай с конкретными значениями коэффициентов, приведенными в табл. 3.

**Таблица 3**

| $\alpha_h$ | $\alpha_p$ | $\alpha_s$ | $\omega_h$ | $\omega_p$ | $\omega_s$ |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0.28       | 0.22       | 0.18       | 0.20       | 0.18       | 0.15       |

Продолжение таблицы 3

| $\kappa_{ph}$ | $\kappa_{sh}$ | $\kappa_{hp}$ | $\kappa_{sp}$ | $\kappa_{hs}$ | $\kappa_{ps}$ |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.02          | 0.01          | 0.04          | 0.035         | 0.02          | 0.03          |

Во-вторых, решается задача Коши с такими же значениями коэффициентов, с начальными условиями, соответствующими типичной ситуации молодого возраста (высокий гормональный фон, выраженный психологический интерес, низкий уровень социального внимания) и динамикой с возрастом в случае стабильного гормонального фона, падения психологического интереса, но социальное внимание растет. Тем самым, анализируется эволюция решения во времени – в частности, проверяется, воспроизводит ли модель качественную картину «качелей», описанную выше.

### 1. Исследование характеристического уравнения

Запишем систему (1)-(3) в матрично-векторном виде:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = A \frac{du}{dt} + Bu(t), \quad (4)$$

с вектор-функцией

$$u(t) = \begin{pmatrix} h(t) \\ p(t) \\ s(t) \end{pmatrix}$$

и матрицами

$$A = \begin{pmatrix} -\alpha_h & 0 & 0 \\ 0 & -\alpha_p & 0 \\ 0 & 0 & -\alpha_s \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -\omega_h^2 & \kappa_{ph} & \kappa_{sh} \\ \kappa_{hp} & -\omega_p^2 & -\kappa_{sp} \\ \kappa_{hs} & \kappa_{ps} & -\omega_s^2 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Рассмотрим матричный пучок

$$R(\lambda) = \lambda^2 I - \lambda A - B, \quad (6)$$

где  $I$  – единичная матрица, и построим характеристический многочлен

$$\rho(\lambda) = \det R(\lambda). \quad (7)$$

Нетрудно видеть, что  $r(\lambda)$  – многочлен 6-й степени:

$$\rho(\lambda) = \sum_{i=0}^6 \rho_i \lambda^i. \quad (8)$$

Применив результаты статьи [1], получим следующие значения коэффициентов:

$$\rho_0 = -\det B; \quad (9)$$

$$\begin{aligned}\rho_1 &= \alpha_h(\omega_p^2\omega_s^2 + \kappa_{ps}\kappa_{sp}) + \alpha_p(\omega_h^2\omega_s^2 - \kappa_{hs}\kappa_{sh}) \\ &\quad + \alpha_s(\omega_h^2\omega_p^2 - \kappa_{hp}\kappa_{ph}); \\ \rho_2 &= \omega_h^2\alpha_p\alpha_s + \omega_p^2\alpha_h\alpha_s + \omega_s^2\alpha_p\alpha_h + \omega_h^2\omega_p^2 + \omega_h^2\omega_s^2 + \omega_p^2\omega_s^2 \\ &\quad - \kappa_{hp}\kappa_{ph} - \kappa_{hs}\kappa_{sh} + \kappa_{ps}\kappa_{sp}; \\ \rho_3 &= \alpha_h\alpha_p\alpha_s + \alpha_h\omega_p^2 + \alpha_h\omega_s^2 + \alpha_p\omega_s^2 + \alpha_p\omega_h^2 + \alpha_s\omega_h^2 + \alpha_s\omega_p^2; \\ \rho_4 &= \alpha_h\alpha_p + \alpha_h\alpha_s + \alpha_p\alpha_s + \omega_h^2 + \omega_p^2 + \omega_s^2; \\ \rho_5 &= \alpha_h + \alpha_p + \alpha_s; \\ \rho_6 &= 1.\end{aligned}$$

Замечание. Коэффициенты  $\rho_3, \rho_4, \rho_5$  неотрицательны.

Исследуем систему (1)-(3) на устойчивость по Ляпунову [2] по критерию Рауса-Гурвица [3] при значениях параметров из табл. 3. Приведем программу на языке компьютерной алгебры Maxima:

```
(%i1) /* Введите значения коэффициентов
      %alpha_h; %alpha_p; %alpha_s;
      %omega_h; %omega_p; %omega_s;
      %kappa_ph; %kappa_sh; %kappa_hp;
      %kappa_sp; %kappa_hs; %kappa_ps; */
      %alpha_h:0.28; %alpha_p:0.22; %alpha_s:0.18;
      %omega_h:0.20; %omega_p:0.18; %omega_s:0.15;
      %kappa_ph:0.02; %kappa_sh:0.01; %kappa_hp:0.04;
      %kappa_sp:0.035; %kappa_hs:0.02; %kappa_ps:0.03;

(%o1) 0.28
(%o2) 0.22
(%o3) 0.18
(%o4) 0.2
(%o5) 0.18
(%o6) 0.15
(%o7) 0.02
(%o8) 0.01
(%o9) 0.04
(%o10) 0.035
(%o11) 0.02
(%o12) 0.03

(%i13) /* Вычисляем и выводим коэффициенты %rho[1], %rho[2], ..., %rho[6].
      Составляем матрицу Гурвица. Вычисляем её главные миноры */
      %rho[0]:-determinant(matrix(
      [-%omega_h^2,%kappa_ph,%kappa_sh],
      [%kappa_hp,-%omega_p^2,-%kappa_sp],
      [%kappa_hs,%kappa_ps,-%omega_s^2]
      ));
      %rho[1]:%alpha_h*(%omega_p^2*%omega_s^2+%kappa_ps*%kappa_sp)+
      %alpha_p*(%omega_h^2*%omega_s^2-%kappa_hs*%kappa_sh)+
      %alpha_s*(%omega_h^2*%omega_p^2-%kappa_hp*%kappa_ph);
      %rho[2]:%omega_h^2*%alpha_p*%alpha_s+%omega_p^2*%alpha_h*%alpha_s+
      %omega_s^2*%alpha_p*%alpha_h+
      %omega_h^2*%omega_p^2+%omega_h^2*%omega_s^2+%omega_p^2*%omega_s^2-
      %kappa_hp*%kappa_ph-%kappa_hs*%kappa_sh+%kappa_ps*%kappa_sp;
      %rho[3]:%alpha_h*%alpha_p*%alpha_s+%alpha_h*%omega_p^2+%alpha_h*%omega_s^2+
      %alpha_p*%omega_s^2+%alpha_p*%omega_h^2+%alpha_s*%omega_h^2+%alpha_s*%omega_p^2;
      %rho[4]:%alpha_h*%alpha_p+%alpha_h*%alpha_s+%alpha_p*%alpha_s+%omega_h^2+
      %omega_p^2+%omega_s^2;
      %rho[5]:%alpha_h+%alpha_p+%alpha_s;
```

```

%rho[6]:1;
matrGurw:matrix(
[%rho[5],%rho[3],%rho[1],0,0,0],
[%rho[6],%rho[4],%rho[2],%rho[0],0,0],
[0,%rho[5],%rho[3],%rho[1],0,0],
[0,%rho[6],%rho[4],%rho[2],%rho[0],0],
[0,0,%rho[5],%rho[3],%rho[1],0],
[0,0,%rho[6],%rho[4],%rho[2],%rho[0]]);
for k:1 thru 6 do
glav_minor[k]:expand(determinant(genmatrix(lambda([i,j], matrGurw[i,j]), k, k)));
(%o13) 4.8680000000000015 10-5
(%o14) 7.4140000000000024 10-4
(%o15) 0.00757796
(%o16) 0.053242
(%o17) 0.2465
(%o18) 0.68
(%o19) 1
(%o20)
[
0.68 0.053242 7.4140000000000024 10-4 0 0
1 0.2465 0.00757796 4.8680000000000015 10-5 0
0 0.68 0.053242 7.4140000000000024 10-4 0
0 1 0.2465 0.00757796 4.8680000000000015 10-5
0 0 0.68 0.053242 7.4140000000000024 10-4
0 0 1 0.2465 0.00757796 4.8680000000000015 10-5
]
(%o21) done
(%i22) /* Проверяем систему на устойчивость по критерию Рауса-Гурвица */
is (%rho[1]>=0) and (%rho[2]>=0) and (%rho[3]>=0) and (%rho[4]>=0) and (%rho[5]>=0) and (%rho[6]>=0)
and (glav_minor[1]>0) and (glav_minor[2]>0) and (glav_minor[3]>0) and (glav_minor[4]>0) and (glav_minor[5]>0)
and (glav_minor[6]>0);
(%o22) true

```

**Рис. 1. Текст программы проверки на устойчивость по Ляпунову**

Результат программы: при значениях коэффициентов из табл. 3 система (1)-(3) устойчива по Ляпунову. Значит, что «качели» носят переходный характер и со временем затухают, – это соответствует интуитивному представлению о стабилизации всех трёх факторов к старшему возрасту.

## 2. Решение задачи Коши для некоторого матрично-векторного дифференциального уравнения

Рассмотрим задачу Коши на  $t \in \mathcal{T} = [0; t_k], t_k < \infty$ :

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = \mathcal{A} \frac{du}{dt} + \mathcal{B} u(t), \quad (10)$$

$$u(0) = u^0, \quad \frac{du}{dt}(0) = u^1, \quad (11)$$

где  $u(t)$  – вектор-функция размерности 3,  $\mathcal{A}, \mathcal{B}$  – вещественные матрицы  $3 \times 3$ ,  $u^0, u^1$  – векторы размерности 3.

Решение задачи будем искать в виде ряда Маклорена:

$$u(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} \frac{d^n u}{dt^n}(0). \quad (12)$$

Обозначим  $\mathcal{I}$  – единичную матрицу,  $\mathcal{O}$  – нулевую матрицу.

Утверждение 1. Решение задачи (10), (11) определяется формулой

$$u(t) = \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} \mathcal{C}_n^{(1)} \right) u^1 + \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} \mathcal{C}_n^{(0)} \right) u^0, \quad (13)$$

где  $\mathcal{C}_n^{(1)}$ ,  $\mathcal{C}_n^{(0)}$  определяются по формулам:

$$\mathcal{C}_0^{(1)} = \mathcal{C}_1^{(0)} = \mathcal{O}, \quad \mathcal{C}_1^{(1)} = \mathcal{C}_0^{(0)} = \mathcal{I}, \quad (14)$$

$$\mathcal{C}_{n+1}^{(1)} = \mathcal{A}\mathcal{C}_n^{(1)} + \mathcal{B}\mathcal{C}_{n-1}^{(1)}, \quad \mathcal{C}_{n+1}^{(0)} = \mathcal{A}\mathcal{C}_n^{(0)} + \mathcal{B}\mathcal{C}_{n-1}^{(0)}, \quad n = 1, 2, \dots \quad (15)$$

Доказательство. Для определения  $\frac{d^2 u}{dt^2}(0)$  возьмем в (10)  $t=0$ :

$$\frac{d^2 u}{dt^2}(0) = \mathcal{A} \frac{du}{dt}(0) + \mathcal{B}u(0) = \mathcal{A}u^1 + \mathcal{B}u^0. \quad (16)$$

Далее, для определения  $\frac{d^3 u}{dt^3}(0)$  продифференцируем (10) по  $t$ , возьмем  $t=0$  и подставим (16):

$$\frac{d^3 u}{dt^3}(0) = \mathcal{A} \frac{d^2 u}{dt^2}(0) + \mathcal{B} \frac{du}{dt}(0) = (\mathcal{A}^2 + \mathcal{B})u^1 + \mathcal{A}\mathcal{B}u^0. \quad (17)$$

Покажем, что

$$\frac{d^n u}{dt^n}(0) = \mathcal{C}_n^{(1)} u^1 + \mathcal{C}_n^{(0)} u^0, \quad n = 0, 1, \dots \quad (18)$$

Предположим по индукции, что (18) выполнено при  $n=0, 1, \dots, n_0$ . Тогда, продифференцировав (10)  $(n_0-1)$  раз, и подставив (18), в обозначениях (14), (15) получим:

$$\frac{d^{n_0+1} u}{dt^{n_0+1}} = \mathcal{A} \frac{d^{n_0} u}{dt^{n_0}} + \mathcal{B} \frac{d^{n_0-1} u}{dt^{n_0-1}} = \mathcal{C}_{n_0+1}^{(1)} u^1 + \mathcal{C}_{n_0+1}^{(0)} u^0, \quad (19)$$

что и требовалось.

Подстановка (18) в (12) приводит к формуле (13) в обозначениях (14), (15). Утверждение доказано.

Утверждение 2. Решение (13) задачи (10), (11) существует и единственно.

Доказательство существования. В пространстве  $\mathbf{R}^3$  возьмем некоторый вектор  $\xi$  и введем норму  $\|\cdot\|$ . Очевидно, что  $\|\mathcal{O}\xi\| = 0$ ,  $\|\mathcal{I}\xi\| = \|\xi\|$ , и выполнены оценки [4]:

$$\|\mathcal{A}\xi\| \leq \mu_{\mathcal{A}} \|\xi\|, \quad \|\mathcal{B}\xi\| \leq \mu_{\mathcal{B}} \|\xi\|$$

с некоторыми положительными  $\mu_{\mathcal{A}}$ ,  $\mu_{\mathcal{B}}$ .

Покажем, что выполнены оценки:

$$\|C_n^{(1)}\xi\| \leq \mu_{C_n^{(1)}}\|\xi\|, \quad \|C_n^{(0)}\xi\| \leq \mu_{C_n^{(0)}}\|\xi\|, \quad n = 0, 1, \dots$$

Предположим по индукции, что эти оценки выполнены при  $n=0, 1, \dots, n_0$ .

Тогда для  $n=n_0+1$  имеем:

$$\begin{aligned} \|C_{n_0+1}^{(1)}\xi\| &\leq \|AC_{n_0}^{(1)}\xi\| + \|BC_{n_0-1}^{(1)}\xi\| \\ &\leq \mu_A \|C_{n_0}^{(1)}\xi\| + \mu_B \|C_{n_0-1}^{(1)}\xi\| \leq \mu_{(1)}\|\xi\| \end{aligned}$$

с положительной постоянной  $\mu_{(1)} = \mu_A \mu_{C_{n_0}^{(1)}} + \mu_B \mu_{C_{n_0-1}^{(1)}}$ .

Аналогично получим

$$\|C_{n_0+1}^{(0)}\xi\| \leq \mu_{(0)}\|\xi\|,$$

Теперь оценим решение, учитывая что  $t \leq t_k$ :

$$\begin{aligned} \|u(t)\| &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} \mu_{(1)} \|u^1\| + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} \mu_{(0)} \|u^0\| \\ &= e^t (\mu_{(1)} \|u^1\| + \mu_{(0)} \|u^0\|) \leq e^{t_k} (\mu_{(1)} \|u^1\| + \mu_{(0)} \|u^0\|), \end{aligned}$$

что влечёт требуемое.

Доказательство единственности. Проинтегрировав уравнение (10) дважды, используя метод интегрирования по частям и учитывая условия (11), получим равносильное уравнение:

$$u(t) = (I - tA)u^0 + tu^1 + \int_0^t [A + (t - \tau)B]u(\tau) d\tau. \quad (20)$$

Пусть  $u_1(t)$ ,  $u_2(t)$  – два решения задачи (10), (11). Они удовлетворяют (20):

$$u_1(t) = (I - tA)u^0 + tu^1 + \int_0^t [A + (t - \tau)B]u_1(\tau) d\tau. \quad (21)$$

$$u_2(t) = (I - tA)u^0 + tu^1 + \int_0^t [A + (t - \tau)B]u_2(\tau) d\tau. \quad (22)$$

Вычитая (22) из (21), в обозначении  $v(t) = u_1(t) - u_2(t)$  получим

$$v(t) = \int_0^t [A + (t - \tau)B]v(\tau) d\tau. \quad (23)$$

Далее, оценим по норме:

$$\|v(t)\| \leq \int_0^t \|\mathcal{A} + (t - \tau)\mathcal{B}\| \|v(\tau)\| d\tau. \quad (24)$$

По лемме Гронуолла [5] из этого следует  $\|v(t)\| \equiv 0$ , а значит,  $u_1(t) \equiv u_2(t)$ , что и влечёт требуемое. Утверждение доказано.

### 3. Решение задачи Коши для системы (1)-(3)

Для системы (1)-(3) со значениями коэффициентов из табл. 3 зададим начальные условия:

$$h(0) = 1, \quad p(0) = 1, \quad s(0) = -1 \quad (25)$$

(гормоны выше нормы, психологический интерес высокий, социальное внимание ниже нормы), и

$$\frac{dh}{dt}(0) = 0, \quad \frac{dp}{dt}(0) = -1, \quad \frac{ds}{dt}(0) = 1, \quad (26)$$

(гормональный фон стабилен, психологический интерес падает, социальный интерес растёт).

Применим полученные здесь результаты. Решим задачу на языке компьютерной алгебры Maxima (рис. 2).

```
(%i1) /* Введите значения коэффициентов в системе
      %alpha_h; %alpha_p; %alpha_s;
      %omega_h; %omega_p; %omega_s;
      %kappa_ph; %kappa_sh; %kappa_hp; %kappa_sp; %kappa_hs; %kappa_ps */
      %alpha_h:0.28; %alpha_p:0.22; %alpha_s:0.18;
      %omega_h:0.20; %omega_p:0.18; %omega_s:0.15;
      %kappa_ph:0.02; %kappa_sh:0.01; %kappa_hp:0.04;
      %kappa_sp:0.035; %kappa_hs:0.02; %kappa_ps:0.03;
(%o1) 0.28
(%o2) 0.22
(%o3) 0.18
(%o4) 0.2
(%o5) 0.18
(%o6) 0.15
(%o7) 0.02
(%o8) 0.01
(%o9) 0.04
(%o10) 0.035
(%o11) 0.02
(%o12) 0.03
```

```
(%i13) /* Введите начальные значения
      h(0), p(0), s(0), h'(0), p'(0), s'(0) */
      h_nach:1; p_nach:1; s_nach:-1;
      diff1h_nach:0; diff1p_nach:-1; diff1s_nach:1;

(%o13) 1
(%o14) 1
(%o15) -1
(%o16) 0
(%o17) -1
(%o18) 1

(%i19) /* Искомые функции определяются в виде степенных рядов по t.
      Результат выводится в виде частичных сумм.
      Введите количество слагаемых этих сумм*/
      N:5;

(%o19) 5

(%i20) /* Проводим вычисления */
      A:matrix([-alpha_h,0,0],[0,-alpha_p,0],[0,0,-alpha_s]);
      B:matrix([-omega_h^2,%kappa_ph,%kappa_sh],[%kappa_hp,-omega_p^2,-%kappa_sp],
      [%kappa_hs,%kappa_ps,-omega_s^2]);
      I:ident(3); O:zeromatrix(3,3);
      u0:matrix([h_nach],[p_nach],[s_nach]);
      u1:matrix([diff1h_nach],[diff1p_nach],[diff1s_nach]);
      C[1,0]:O; C[0,0]:I; C[1,1]:I; C[0,1]:O;
      for n:1 thru N do
      (C[1,n+1]:A.C[1,n]+B.C[1,n-1]) and (C[0,n+1]:A.C[0,n]+B.C[0,n-1]);
      V1(t):=C[1,0]+sum(t^n/n!*C[1,n],n,1,N);
      V0(t):=C[0,0]+sum(t^n/n!*C[0,n],n,1,N);
      u(t):=expand(V1(t).u1+V0(t).u0);

(%o20) 
$$\begin{bmatrix} -0.28 & 0 & 0 \\ 0 & -0.22 & 0 \\ 0 & 0 & -0.18 \end{bmatrix}$$


(%o21) 
$$\begin{bmatrix} -0.04 & 0.02 & 0.01 \\ 0.04 & -0.0324 & -0.035 \\ 0.02 & 0.03 & -0.0225 \end{bmatrix}$$


(%o22) 
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

```

$$(\%023) \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$(\%024) \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$(\%025) \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$(\%026) \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$(\%027) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(\%028) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(\%029) \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(%030) done

$$(\%031) \quad V1(t) := C_{1,0} + \sum_{n=1}^N \frac{t^n}{n!} C_{1,n}$$

$$(\%032) \quad V0(t) := C_{0,0} + \sum_{n=1}^N \frac{t^n}{n!} C_{0,n}$$

$$(\%033) \quad u(t) := \text{expand}(V1(t) \cdot u1 + V0(t) \cdot u0)$$

```
(%i34) u(t); h(t):=u(t)[1]; p(t):=u(t)[2]; s(t):=u(t)[3];
      h(t); p(t); s(t);
      [
      -2.5882833333333342 10-5 t5+2.4270833333333344 10-4 t4-2.6666666666666614 10-4 t3-0.015 t2+1
      1.198634 10-5 t5+3.0567083333333334 10-4 t4-0.010062 t3+0.1313 t2-t+1
      -3.2639666666666665 10-5 t5+6.5265624999999992 10-4 t4-0.005525 t3-0.05375 t2+t-1
      ]
(%o35) h(t):=(u(t))1
(%o36) p(t):=(u(t))2
(%o37) s(t):=(u(t))3
(%o38) [-2.5882833333333342 10-5 t5+2.4270833333333344 10-4 t4-2.6666666666666614 10-4 t3-0.015 t2+1]
(%o39) [1.198634 10-5 t5+3.0567083333333334 10-4 t4-0.010062 t3+0.1313 t2-t+1]
(%o40) [-3.2639666666666665 10-5 t5+6.5265624999999992 10-4 t4-0.005525 t3-0.05375 t2+t-1]
```

**Рис. 2. Решение задачи Коши на языке  
компьютерной алгебры Maxima**

Искомые функции (записав их в порядке увеличения степени  $t$ ) равны

$$h(t) \approx 1 - 0.015t^2 - 2.667 \cdot 10^{-4}t^3 + 2.427 \cdot 10^{-4}t^4 - 2.588 \cdot 10^{-5}t^5 + O(t^6),$$

$$p(t) \approx 1 - t + 0.131t^2 - 0.01t^3 + 3.057 \cdot 10^{-4}t^4 + 1.199 \cdot 10^{-5}t^5 + O(t^6),$$

$$s(t) \approx -1 + t - 0.054t^2 - 0.006t^3 + 6.527 \cdot 10^{-4}t^4 - 3.264 \cdot 10^{-5}t^5 + O(t^6),$$

где  $O(t^6)$  обозначены слагаемые, содержащие степень  $t^6$  и выше.

### Заключение

В настоящей работе предложена и исследована феноменологическая модель возрастных «качелей» интереса и внимания, описываемая системой трёх связанных дифференциальных уравнений второго порядка. Модель отражает взаимодействие трёх факторов — биологического (гормональный фон), психологического (внутренние цели и страхи) и социального (внешние сигналы среды) — и опирается на ключевую отрицательную обратную связь между социальным вниманием и психологическим интересом.

Проведён анализ устойчивости системы по Ляпунову. Характеристический многочлен, построенный для линеаризованной системы шестого порядка, исследован с помощью критерия Рауса–Гурвица. Установлено, что при выбранных значениях параметров все главные миноры матрицы Гурвица положительны, а все собственные значения имеют отрицательные действительные части. Это означает асимптотическую

устойчивость равновесного состояния: «качели» носят переходный характер и со временем затухают, что соответствует интуитивному представлению о стабилизации всех трёх факторов к старшему возрасту.

Решена задача Коши с начальными условиями, моделирующими типичную ситуацию молодого возраста: высокий гормональный фон, выраженный психологический интерес и низкий уровень социального внимания. Доказаны существование и единственность решения; решение получено в виде ряда Маклорена. Численный эксперимент, проведённый в системе компьютерной алгебры *Math*, подтвердил, что модель качественно воспроизводит динамику «качелей»: к 36 годам гормональный фон снижается, психологический интерес падает, а социальное внимание возрастает — что согласуется с описанным в работе эмпирическим сценарием.

Дальнейшие исследования предполагается вести в двух направлениях. Во-первых, планируется изучить влияние малых параметров  $\kappa_{ph}$ ,  $\kappa_{sh}$ ,  $\kappa_{hp}$ ,  $\kappa_{sp}$ ,  $\kappa_{hs}$ ,  $\kappa_{ps}$  на качественные свойства системы (1)–(3). Поскольку эти коэффициенты на один–два порядка меньше единицы, естественно возникает вопрос о применимости методов теории сингулярных возмущений, в частности — о возникновении явления пограничного слоя вблизи начальной точки, где решение может претерпевать быстрые изменения, не описываемые регулярным разложением. Во-вторых, предполагается расширение модели введением новой функции, описывающей дополнительный фактор, влияющий на динамику системы, что позволит уточнить и обогатить качественную картину исследуемого феномена.

### Список литературы

1. Штыркова В.М. Решение одного однородного дифференциального уравнения второго порядка с матричными коэффициентами  $3 \times 3$  // Сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса «Лучшие научные исследования 2026». — Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2026. С. 7–13.
2. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1974. — 331 с.

3. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Физматлит, 2004. 559 с.
4. Функциональный анализ. Под общ. ред. С.Г. Крейна. М.: Наука, 1972. 544 с.
5. Gronwall T. H. Note on the Derivatives with Respect to a Parameter of Solutions of a System of Differential Equations // Annals of Mathematics, 1919, vol. 20, pp. 292–296.

© Усков В.И., 2026

**СЕКЦИЯ  
ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА**

**Нуржанова Зауре Болатовна**  
преподаватель, зав. отделением  
Карагандинский высший  
колледж инжиниринга

**Аннотация:** В статье рассматриваются методические рекомендации по применению искусственного интеллекта на уроках русского языка. Автором представлен обзор ИИ-инструментов, эффективно применяемых в учебном процессе, проанализированы основные принципы повышения качества усвоения языка, а также выявлены компоненты цифровой компетентности педагога.

**Ключевые слова:** методические рекомендации, искусственный интеллект, цифровая компетентность.

**METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS  
FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
IN RUSSIAN LANGUAGE LESSONS**

**Nurzhanova Zaure Bolatovna**  
teacher, head of Department  
Karaganda Higher College of Engineering

**Abstract:** The article examines methodological recommendations for using artificial intelligence in Russian language lessons. The author provides an overview of AI tools that are effectively used in the educational process, analyzes the main principles for improving the quality of language acquisition, and identifies the components of a teacher's digital competence.

**Key words:** methodological recommendations, artificial intelligence, digital competence.

Применение технологий искусственного интеллекта в процессе обучения русскому языку способствует решению ряда методических задач. Интенсивное внедрение технологий ИИ способствовало изменению наших традиционных взглядов на процесс обучения языкам, в том числе на наши подходы к методике обучения русскому языку, а также на используемые технологии и выбор инструментов.

В современной методике преподавания языков уже не стоит вопрос целесообразности применения инструментов ИИ. Исследователей в последнее время беспокоит проблема методики обучения на основе ресурсов искусственного интеллекта, проблема профилактики недобросовестного использования ИИ-инструментов.

Обзор научной литературы показывает, что объектом исследования ряда ученых являются различные аспекты использования искусственного интеллекта в образовательном процессе. Так, Фещенко Т.С. утверждает, что для применения ИИ в школьном обучении требуется методическая подготовка [1, с. 8].

В целях повышения качества образовательной деятельности необходимо соблюдение таких основных принципов как: оптимизация учебного процесса, персонализированный подход к обучению, повышение мотивации обучающихся, креативность, интерактивность, адаптированное обучение, развитие рефлексивности, формирование навыков критического мышления, когнитивных навыков и др. Практика обучения русскому языку показывает, что подавляющее большинство из вышеперечисленных принципов могут быть успешно реализованы благодаря интеграции в учебный процесс ресурсов искусственного интеллекта.

Приступая к применению ИИ-инструментов в учебном процессе учитель должен овладеть технологиями их использования, иметь базовые знания о применяемой инструментари, знать принципы их работы. Использовать инструментарий ИИ, интегрируя его в традиционную методику обучения языкам. На подготовительном этапе внедрения ИИ педагог должен усвоить все виды инструментария, а также их функции, предусмотреть, где и когда можно продуктивно их использовать. Наряду с этим, подготовить обучающихся к применению искусственного интеллекта, провести разъяснительную работу о возможностях, целесообразности использования, а также основных принципах их применения. Провести профилактическую беседу об этических аспектах

применения искусственного интеллекта, предупредить обучающихся о возможных рисках.

В целях продуктивного обучения русскому языку на основе использования ИИ ресурсов педагог должен обладать достаточным уровнем цифровой компетентности. Исследователи Бороненко Т.А., Федотова В.С. выделяют общепользовательские, общепедагогические и предметно-педагогические компоненты цифровой компетентности педагога [2, с. 231].

Общепользовательские цифровые компетенции включают владение теоретическими знаниями об используемых инструментах искусственного интеллекта, знание принципов их работы, а также умение правильно выбрать нужный ресурс. К общепедагогическим цифровым компетенциям относятся навыки грамотного формулирования запроса для ИИ-инструментов, умения правильно разработать комплекс заданий и упражнений с учетом использования ИИ. Предметно-педагогические цифровые компетенции нацелены на повышение качества образовательной деятельности; владение методикой создания аудио и видеоконтентов, способность руководить проектами обучающихся с применением инструментов ИИ; способность адаптировать функционал ИИ под конкретные цели преподаваемой дисциплины.

Исследователи выделяют ИИ-сервисы, эффективно используемые в процессе обучения: интеллектуальные помощники, имеющие функции распознавания, переработки информации; способные к развитию ИИ-сервисы, обладающие высоким интеллектуальным потенциалом, имеющие возможность интерпретировать и перерабатывать информацию; геймификационные системы искусственного интеллекта, используемые в сфере образования; ИИ-сервисы, имеющие дидактический потенциал для обучения в виде онлайн-курсов; ИИ-инструменты для осуществления различного уровня контроля и оценивания в образовательном процессе; мультимедийные интерактивные образовательные курсы [3, с. 99].

В образовательном пространстве известны различные модели использования ресурсов искусственного интеллекта на уроках русского языка и литературы. Например, методы смешанного обучения, перевернутый класс, модель цифрового тьютора и т.д. Формирование лексических, орфографических, пунктуационных навыков осуществляется онлайн с применением инструментов искусственного интеллекта.

Особое место среди ИИ-инструментов занимают сервисы для генерации изображений. Например: Kandinsky, Midjourney, GigaChat, Шедеврум. Так, Kandinsky – тип нейросети, который создает изображения и видео по текстовым запросам. Не вызывает сомнения тот факт, что визуальная информация способствует лучшему усвоению учебного материала. С помощью сервиса Kandinsky можно разработать иллюстративный материал по изучаемому произведению, создать визуализацию классических жанров русской литературы. Функции сервиса позволяют оживить изображения, генерировать статичные картины в динамичные видео.

Шедеврум – изобретение компании Яндекс на основе нейросети, позволяющий создавать и генерировать изображения и видео. Известны новые версии указанного сервиса, которые могут быть продуктивно использованы на уроках русского языка.

Midjourney – сервис, разработанный на основе искусственного интеллекта, для генерации изображений различного стиля по текстовому описанию. Может быть использован в качестве инструмента на уроках русского языка и литературы в целях повышения мотивации обучающихся.

Платформы Quizlet, Kahoot, Mentimeter используются для создания тестов, викторин и интерактивных упражнений по русскому языку и литературе.

Большой популярностью пользуются ресурсы искусственного интеллекта для создания викторин. Например, с помощью инструмента Kahoot можно разрабатывать вопросы и задания для викторин по русскому языку и литературе.

В современной литературе известны ряд работ, объектом рассмотрения которых является методика написания эссе с помощью ИИ. Так, Сысоев П.В., Филатов Е.М. предлагают традиционную методику написания эссе обогатить новыми способами развития коммуникативных навыков с помощью инструментов искусственного интеллекта. По-мнению ученых, особое внимание необходимо уделять самостоятельной работе обучающихся с нейросетью, обучая их навыкам критического мышления, добросовестности в контексте использования полученных результатов. Обучающиеся должны научиться обсуждать недочеты, исправлять различного рода ошибки, соблюдая принципы этических норм и академической честности [4, с. 272].

В целях продуктивного использования инструментов искусственного интеллекта на уроках русского языка и литературы необходимо разработать

комплекс заданий и упражнений. Педагог должен найти методические подходы к решению задач обучения на основе ИИ. Для этого он должен знать функциональные и дидактические возможности всех используемых инструментов.

Таким образом, существующие ИИ-сервисы предоставляют учителю русского языка обширный инструментарий для совершенствования процесса обучения русскому языку. Для продуктивного использования инструментов ИИ педагог должен владеть соответствующими методическими стратегиями и цифровыми компетенциями, а также грамотно интегрировать ресурсы ИИ в традиционную методику обучения русскому языку.

### **Список литературы**

1. Фещенко Т.С. Технологии искусственного интеллекта в школьном образовании: от дефиниции к смыслам для учителя // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. – № 8 (146). С. 1–12.
2. Бороненко Т.А., Федотова В. С. Генеративный искусственный интеллект в образовании: новые задачи и компетенции педагога // Мир науки, культуры, образования. № 2 (111) 2025. С. 228–233.
3. Коровникова Н.А. Искусственный интеллект в образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. – М.: ИНИОН РАН, 2021. – № 2. – С. 98–113. URL: <https://sns-journal.ru/ru/archive/>
4. Сысоев П.В., Филатов Е.М. Chat GPT в исследовательской работе студентов: запрещать или обучать? // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2023. Т. 28. № 2. С. 276–301.

© Нуржанова З.Б., 2026

# **СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ**

## **ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА БЕСКОНТАКТНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ПАЦИЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИЕМНОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

**Филашова Юлия Андреевна**

магистрант

Научный руководитель: **Сулкарнаева Гульнур Ахмеровна**

д.м.н., профессор

ФГБОУ ВО «Тюменский медицинский университет»

**Аннотация:** оптимизация системы профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в приёмном отделении многопрофильного стационара включает выявление пациентов с признаками инфекции. Ключевую роль в этом процессе играет своевременное определение больных и сопровождающих лиц с повышенной температурой тела. В сезонные периоды подъема инфекционной заболеваемости поток пациентов в приемном отделении значительно увеличивается, что требует массового обследования одновременно поступающих больных. В исследовании проведен сравнительный анализ приборов бесконтактного измерения температуры тела, дано гигиеническое обоснование выбора наиболее эффективного прибора для условий приемного отделения. Результаты показали, что для приемного отделения наиболее приемлемым является использование стационарного тепловизора для определения температуры тела пациентов и сопровождающих лиц, особенно при массовом поступлении в сезонные периоды подъема заболеваемости.

**Ключевые слова:** пациенты, приемное отделение, измерение температуры тела, бесконтактные приборы, массовое обследование.

## **HYGIENIC JUSTIFICATION FOR THE CHOICE OF NON-CONTACT DEVICES FOR MEASURING PATIENTS' BODY TEMPERATURE IN THE CONDITIONS OF THE ADMISSION DEPARTMENT**

**Filashova Yulia Andreevna**

Scientific adviser: **Sulkarnaeva Gulnur Akhmerovna**

**Abstract:** optimizing the system for preventing infections associated with the provision of medical care in the emergency department of a multidisciplinary hospital involves identifying patients with signs of infection. Timely identification of patients and accompanying individuals with elevated body temperature plays a key role in this process. During seasonal periods of increased infectious disease incidence, the flow of patients in the emergency department increases significantly, which requires mass examination of patients arriving simultaneously. The study provides a comparative analysis of non-contact body temperature measurement devices and offers a hygienic justification for selecting the most effective device for the conditions of the emergency department. The results showed that, under the conditions of a reception department, the most suitable method is to use a stationary thermal imager to measure the body temperature of patients and accompanying persons, especially during mass admissions during seasonal periods of increased morbidity.

**Key words:** patients, emergency department, body temperature measurement, non-contact devices, mass screening.

Медицинское тепловидение – современный диагностический дистанционный неинвазивный информативный метод, не имеющий лучевой нагрузки и противопоказаний, в основе которого лежит регистрация естественного теплового излучения тела человека в невидимой инфракрасной области электромагнитного спектра [1].

В постановлении от 6 июля 2026 г. № 22 «О мероприятиях по профилактике гриппа, острых респираторных вирусных инфекций и новой коронавирусной инфекции (Covid-19) в эпидемическом сезоне 2026 – 2027 гг.» [2] указано, что «контроль температуры тела работников медицинских организаций, перед допуском их на рабочие места и в течение рабочего дня (по показаниям), должен осуществляться с применением оборудования для измерения температуры тела, в том числе бесконтактным (электронные, инфракрасные термометры, тепловизоры) способом, с обязательным отстранением от нахождения на рабочем месте лиц с повышенной температурой тела и с признаками инфекционного заболевания».

Контроль температуры тела пациентов при поступлении в многопрофильный стационар проводится в условиях приемного отделения, сопровождающие лица в этом плане вообще остаются без внимания, хотя они могут быть реальным источником инфекции. При массовом поступлении

больных первоначальный сигнал о поступлении больного с повышенной температурой можно получить при использовании бесконтактных приборов измерения температуры, позволяющих оперативно выявлять инфекционных больных и вовремя изолировать их в боксированные палаты.

Авторы публикаций [3, 4] определяют диагностические возможности матричной инфракрасной термографии, указывая, что этот способ является наиболее совершенным, и определяют возможности выявления больных с помощью тепловизора.

Нами проведен сравнительный анализ бесконтактных приборов для измерения температуры тела: рамки с модулем определения температуры тела /лоб, запястье/[5]; ручной тепловизор [6]; стационарный тепловизор [7].

Отсутствие прямого контакта датчика у бесконтактных приборов с кожными покровами пациента имеет большое значение для приемного отделения, где поток неоднороден и включает пациентов с невыясненным инфекционным статусом.

Рамка с модулем определения температуры тела /лоб, запястье/ выполняет необходимые функции для приемного отделения: обеспечивает **безопасность, как металлоискатель и температурный контроль**. Для стационара, где на входе требуется и антитеррористическая защита, и эпидконтроль, это экономит место и штат. Пропускной режим данного оборудования составляет до 60 человек в минуту. Рамка устанавливается в определенном месте, т.к. она чувствительна к условиям окружающей среды и требует зоны установки в 0,5–2м от крупных металлических предметов, предусматривается обходной путь для носилок, каталок и инвалидных колясок т.к. они не проходят через стандартную рамку.

**Тепловизор стационарный** не создаёт очередей, не блокирует проход для носилок и каталок, измеряет температуру у идущих людей, лежащих дезориентированных и детей, без остановки. Работая 24/7, не требует постоянного обслуживания механики. Распознает лицо в потоке, измеряет температуру в целевой зоне (лоб, внутренний угол глаза – слёзный канал), игнорирует горячие объекты в поле зрения (кофе, батареи, лампы). При срабатывании подает звуковые и (или) световые сигналы, проводит фотофиксацию, формирует отчёт.

Тепловизор ручной – это бюджетный вариант для бесконтактной термометрии, главной особенностью которого является мобильность. Он измеряет температуру тела с расстояния 1–3 метра, выводит тепловую

картинку на экран и подаёт сигнал при превышении порога. Работник медицинской организации наводит камеру на каждого человека поочерёдно по 2-3 секунды на человека, что снижает пропускную способность. Использование ручного тепловизора требует от сотрудника навыков по определению дистанции и угла наведения прибора. Недостатками применения данного прибора являются: ограничение в работе по времени, необходимость наличия запасного аккумулятора или внешнего источника питания.

**Применение рассматриваемых в статье бесконтактных приборов для измерения температуры** выполняет функцию дополнительного скрининга. Поэтому при срабатывании сигнала о повышенной температуре тела поступающих в приемное отделение для госпитализации или оказания экстренной помощи обязателен повторный замер медицинским термометром.

**Заключение.** Исследование показало, что наиболее эффективным для измерения температуры тела пациентов в приемном отделении бесконтактным способом является тепловизор стационарный, имеющий возможности: определения одновременно температуры 30 человек, даже находящихся в движении; отдаленности от прибора на расстоянии от 3-10 метров; распознавания лиц; сохранения кадров с изображением человека с повышенной температурой; архивация данных на 100 часов.

### **Список литературы**

1. Морозов А. М., Жуков С. В., Сорокикова Т. В., Ильяева В. Н., Беляк М. А., Потоцкая Л. А., Минакова Ю. Е. Медицинское тепловидение: возможности и перспективы метода. Медицинский совет. 2022; 16 (6): 256–263. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-6-256-263>
2. Постановление Главного государственного санитарного врача от 6 июля 2026 г. № 22 «О мероприятиях по профилактике гриппа, острых респираторных вирусных инфекций и новой коронавирусной инфекции (Covid-19) в эпидемическом сезоне 2026-2027 годов» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/414665554/?ysclid=mucn2y6lng424535999> (дата обращения: 28.08.2026)
3. Хижняк Л. Н., Хижняк Е. П., Иваницкий Г. Р. Диагностические возможности матричной инфракрасной термографии. Проблемы и перспективы // ВНМТ. 2012. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnosticheskie-vozmozhnosti-matrichnoy-infrakrasnoy-termografii-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 07.09.2026)

4. Хижняк Е.П., Хижняк Л.Н., Маевский Е.И., Смуров С.В. Возможности выявления больных с помощью тепловизора. Проблемы и перспективы. Вестник новых медицинских технологий. 2020; 27 (4): 110–114. <https://doi.org/10.24411/1609-2163-2020-16775>.

5. Тепловизоры UNV [Электронный ресурс]. URL: <https://www.soft-tronik.ru/news/441/> (дата обращения: 20.08.2026)

6. Тепловизоры: что это, как работают, где используются и как выбрать [Электронный ресурс]. URL: <https://eftgroup.ru/blog/stati/teplovizory-kak-rabotayut-gde-ispolzuuyutsya-i-kak-vybrat/?ysclid=mucne9rmo375400064> (дата обращения: 22.08.2026)

7. Медицинские тепловизоры [Электронный ресурс]. URL: <https://medtehural.ru/oborudovanie/meditsinskie-teplovizory?ysclid=mub0qf6gw317073130> (дата обращения: 10.09.2026)

© Филашова Ю.А.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КЛИНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛОСТИ РТА С ИНТЕНСИВНОСТЬЮ КАРИЕСА  
У ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ: КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ  
И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ**

**Валиева Римма Рафаэлевна**

докторант кафедры профилактики  
стоматологических заболеваний,

ассистент кафедры факультативной стоматологии

Научный руководитель: **Даминова Шахноза Бадриддиновна**

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой профилактики  
стоматологических заболеваний

Ташкентский государственный медицинский университет

**Аннотация:** цель исследования — оценить взаимосвязь интенсивности кариеса постоянных зубов с клиническими и функциональными показателями полости рта у девочек-подростков с учетом возраста и наличия гинекологической патологии. Обследованы 137 девочек 11–18 лет; средний возраст составил  $14,9 \pm 1,9$  года. Определяли КПУ (DMFT), индекс Silness–Löe, ТЭР, КОСРЭ и pH ротовой жидкости. Связи оценивали коэффициентом Спирмена и пуассоновской регрессией с устойчивыми стандартными ошибками. КПУ положительно коррелировал с Silness–Löe ( $p=0,724$ ), ТЭР ( $p=0,905$ ) и КОСРЭ ( $p=0,887$ ) и отрицательно — с pH ( $p=-0,895$ ); во всех случаях  $p<0,001$ . После поправки на возраст и наличие гинекологической патологии все показатели сохраняли статистически значимую связь с КПУ. Наиболее выраженные положительные ассоциации выявлены для ТЭР и КОСРЭ, обратная — для pH. Полученные результаты свидетельствуют о тесной взаимосвязи интенсивности кариеса с уровнем зубного налета, кислотоустойчивостью и реминерализующими свойствами эмали, а также pH ротовой жидкости у обследованных девочек-подростков.

**Ключевые слова:** кариес, КПУ, девочки-подростки, ТЭР, КОСРЭ, pH ротовой жидкости.

**ASSOCIATIONS BETWEEN CLINICAL AND FUNCTIONAL  
ORAL HEALTH INDICATORS AND DENTAL CARIES  
EXPERIENCE IN ADOLESCENT GIRLS: A CORRELATION  
AND REGRESSION ANALYSIS**

**Valieva Rimma Rafaelevna**

Scientific adviser: **Daminova Shakhnoza Badriddinovna**

**Abstract:** objective: to examine the associations between dental caries experience and clinical and functional oral health parameters in adolescent girls, with adjustment for age and gynecological conditions. The study included 137 girls aged 11–18 years (mean age,  $14.9 \pm 1.9$  years). Dental caries experience was assessed using the DMFT index, together with the Silness–Löe plaque index, enamel resistance test (ERT), enamel remineralization time, and oral fluid pH. Associations were analyzed using Spearman's rank correlation and Poisson regression with robust standard errors. DMFT showed positive correlations with the Silness–Löe index ( $\rho=0.724$ ), ERT ( $\rho=0.905$ ), and enamel remineralization time ( $\rho=0.887$ ), and an inverse correlation with oral fluid pH ( $\rho=-0.895$ ); all  $p<0.001$ . All associations remained statistically significant after adjustment for age and gynecological conditions. These findings indicate that greater caries experience is closely associated with higher plaque levels, reduced enamel acid resistance, delayed remineralization, and lower oral fluid pH in adolescent girls.

**Key words:** dental caries, DMFT, adolescent girls, enamel resistance, enamel remineralization, oral fluid pH.

**Введение**

Кариес зубов является многофакторным заболеванием, развитие которого определяется взаимодействием зубного налета, свойств ротовой жидкости, состояния твердых тканей зубов и других локальных и системных факторов. В связи с этим все большее значение приобретает не изолированная оценка отдельных показателей, а изучение их взаимосвязей [1, 2].

В подростковом возрасте состояние полости рта отличается высокой динамичностью. Исследования последних лет показывают связь кариозного поражения с особенностями микробиоты, составом ротовой жидкости и ее физико-химическими характеристиками [2–4]. Одним из доступных

функциональных показателей является рН ротовой жидкости, определяющий условия протекания процессов деминерализации и реминерализации эмали.

Не менее важны свойства самой эмали. Ее устойчивость к кислотному воздействию и способность к последующей реминерализации отражают различные стороны минерального гомеостаза твердых тканей зуба [5]. Совместная оценка этих характеристик с уровнем зубного налета и рН ротовой жидкости позволяет более полно охарактеризовать условия, связанные с формированием кариозного процесса.

При этом тесная взаимосвязь отдельных стоматологических показателей может затруднять оценку их самостоятельной роли. Поэтому представляет интерес изучение корреляционной структуры клинических и функциональных характеристик полости рта и их ассоциации с интенсивностью кариеса с учетом возраста и клинического состояния пациенток.

#### **Цель исследования**

Оценить взаимосвязь интенсивности кариеса постоянных зубов с уровнем зубного налета, кислотоустойчивостью и скоростью реминерализации эмали, а также рН ротовой жидкости у девочек-подростков с учетом возраста и наличия гинекологической патологии.

#### **Материалы и методы**

Проведено наблюдательное поперечное исследование 137 девочек-подростков в возрасте 11–18 лет, обследованных в период с сентября 2024 г. по апрель 2025 г. У 86 пациенток была верифицирована гинекологическая патология: у 70 — с гормональными нарушениями репродуктивной системы, у 16 — без установленных гормональных нарушений. Контрольную группу составила 51 клинически здоровая участница.

Пациентки с гинекологической патологией проходили обследование в гинекологическом отделении Клиники Ташкентского педиатрического медицинского института. Контрольная группа обследовалась на кафедре детской терапевтической стоматологии Ташкентского государственного медицинского университета. Гинекологический диагноз устанавливался врачом акушером-гинекологом на основании клинического и лабораторного обследования и, при наличии показаний, ультразвукового исследования.

Поскольку основной задачей исследования являлась оценка взаимосвязей стоматологических показателей с интенсивностью кариеса, пациенток с гинекологической патологией в основном регрессионном анализе рассматри-

вали как единую клиническую категорию. Исходное разделение на группы с наличием и отсутствием гормональных нарушений использовали в дополнительном анализе чувствительности.

Критериями включения являлись подростковый возраст и наличие полного набора исследуемых стоматологических показателей. Критериями исключения служили тяжелая соматическая патология, декомпенсированные эндокринные заболевания, врожденные аномалии развития и прием гормональных препаратов на момент обследования. Получали письменное информированное согласие пациенток и их законных представителей на проведение обследования и использование обезличенных данных.

Стоматологическое обследование выполнял один врач по единому протоколу. Определяли индекс интенсивности кариеса постоянных зубов КПУ (DMFT), индекс зубного налета Silness–Löe, тест эмалевой резистентности (ТЭР), комплексную оценку скорости реминерализации эмали (КОСРЭ) и pH ротовой жидкости.

Индекс КПУ рассчитывали как сумму кариозных, пломбированных и удаленных вследствие кариеса постоянных зубов. ТЭР-тест выражали в процентах; увеличение показателя соответствовало снижению кислотоустойчивости эмали. При КОСРЭ регистрировали количество суток, необходимое для восстановления ее реминерализующих свойств.

pH нестимулированной ротовой жидкости определяли до стоматологических манипуляций, не ранее чем через 2 часа после последнего приема пищи, с использованием индикаторных тест-полосок. Буферную емкость и скорость слюноотделения в настоящем исследовании не определяли.

#### *Статистический анализ*

Взаимосвязи между КПУ, Silness–Löe, ТЭР, КОСРЭ и pH ротовой жидкости оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали результаты при  $p < 0,05$ .

Для оценки связи отдельных показателей с интенсивностью кариеса использовали пуассоновскую регрессию с устойчивыми стандартными ошибками. При проверке соответствия пуассоновской модели данным признаков существенной сверхдисперсии не выявлено. Перед построением моделей оценивали мультиколлинеарность с расчетом VIF. В связи с тесной взаимосвязью ТЭР и КОСРЭ каждый стоматологический показатель включали в отдельную модель с поправкой на возраст и наличие гинекологической патологии.

Непрерывные показатели стандартизировали. Результаты представляли как отношение ожидаемых значений КПУ при увеличении соответствующего показателя на одно стандартное отклонение с 95% доверительным интервалом. Дополнительно проводили анализ чувствительности с сохранением исходного разделения пациенток с гинекологической патологией в зависимости от наличия гормональных нарушений.

### **Результаты исследования**

В исследование включены 137 девочек-подростков в возрасте 11–18 лет; средний возраст составил  $14,9 \pm 1,9$  года. У 86 пациенток была диагностирована гинекологическая патология, 51 участница составила контрольную группу.

Среднее значение индекса Silness–Löe в общей выборке составило  $1,76 \pm 0,67$ , КПУ —  $6,88 \pm 3,74$ , ТЭР —  $51,68 \pm 21,20\%$ , КОСРЭ —  $4,20 \pm 2,30$  сут., pH ротовой жидкости —  $6,64 \pm 0,37$ .

Корреляционный анализ показал статистически значимую связь КПУ со всеми исследуемыми показателями (табл. 1). Наибольший коэффициент прямой корреляции установлен между КПУ и ТЭР ( $\rho=0,905$ ;  $p<0,001$ ). Несколько меньшей была связь КПУ с КОСРЭ ( $\rho=0,887$ ;  $p<0,001$ ). Для pH ротовой жидкости выявлена выраженная обратная корреляция с КПУ ( $\rho=-0,895$ ;  $p<0,001$ ). Корреляция КПУ с индексом Silness–Löe составила  $\rho=0,724$  ( $p<0,001$ ).

**Таблица 1**

**Исходные значения и статистические характеристики  
взаимосвязи клинико-функциональных показателей полости  
рта с интенсивностью кариеса**

| Показатель  | $M \pm SD^*$      | $\rho$ Спирмена с КПУ | $p$      | VIF   | Отношение ожидаемых значений КПУ на 1 SD | 95% ДИ      | $p$      |
|-------------|-------------------|-----------------------|----------|-------|------------------------------------------|-------------|----------|
| Silness–Löe | $1,76 \pm 0,67$   | 0,724                 | $<0,001$ | 4,16  | 1,358                                    | 1,265–1,459 | $<0,001$ |
| ТЭР, %      | $51,68 \pm 21,20$ | 0,905                 | $<0,001$ | 15,78 | 1,492                                    | 1,418–1,570 | $<0,001$ |

Продолжение таблицы 1

|                                |           |        |        |       |       |                 |        |
|--------------------------------|-----------|--------|--------|-------|-------|-----------------|--------|
| КОСРЭ,<br>сут.                 | 4,20±2,30 | 0,887  | <0,001 | 16,66 | 1,471 | 1,396–<br>1,550 | <0,001 |
| рН<br>ротовой<br>жидко-<br>сти | 6,64±0,37 | –0,895 | <0,001 | 7,83  | 0,644 | 0,598–<br>0,694 | <0,001 |

**\*Примечание.** М±SD — среднее значение и стандартное отклонение. Регрессионные модели построены отдельно для каждого показателя с поправкой на возраст и наличие гинекологической патологии. Непрерывные показатели стандартизированы; эффект рассчитан на изменение соответствующего показателя на одно стандартное отклонение (SD).

Наиболее тесно между собой были связаны показатели ТЭР и КОСРЭ ( $\rho=0,967$ ;  $p<0,001$ ). Значения VIF для них составили соответственно 15,78 и 16,66, что свидетельствовало о выраженной мультиколлинеарности. Для рН VIF составил 7,83, для Silness–Löe — 4,16. В связи с этим каждый показатель оценивали в отдельной регрессионной модели.

После поправки на возраст и наличие гинекологической патологии все четыре показателя сохраняли статистически значимую связь с КПУ. Наибольшая величина положительной ассоциации отмечена для ТЭР: увеличение показателя на 1 SD соответствовало увеличению ожидаемого значения КПУ в 1,492 раза, или на 49,2% (95% ДИ 1,418–1,570;  $p<0,001$ ).

Для КОСРЭ соответствующий коэффициент составил 1,471 (95% ДИ 1,396–1,550;  $p<0,001$ ), что соответствует увеличению ожидаемого КПУ на 47,1% при увеличении КОСРЭ на 1 SD. Для индекса Silness–Löe значение составило 1,358 (95% ДИ 1,265–1,459;  $p<0,001$ ), то есть увеличение на 1 SD было связано с увеличением ожидаемого КПУ на 35,8%.

Для рН установлена обратная ассоциация: отношение ожидаемых значений КПУ составило 0,644 (95% ДИ 0,598–0,694;  $p<0,001$ ). Таким образом, увеличение рН ротовой жидкости на 1 SD соответствовало снижению ожидаемого значения КПУ на 35,6%.

При дополнительном анализе с сохранением исходного разделения пациенток с гинекологической патологией на подгруппы с наличием и отсутствием гормональных нарушений коэффициенты составили 1,354 для Silness–Löe, 1,490 для ТЭР, 1,469 для КОСРЭ и 0,645 для рН. Максимальное

отличие от результатов основной модели составило только 0,004, что подтвердило устойчивость полученных ассоциаций.

### **Обсуждение полученных результатов**

Полученные результаты показали выраженную взаимосвязь интенсивности кариеса с исследованными клинико-функциональными показателями полости рта. Наиболее сильные корреляции КПУ отмечены с ТЭР ( $\rho=0,905$ ), pH ротовой жидкости ( $\rho=-0,895$ ) и КОСРЭ ( $\rho=0,887$ ), тогда как связь с индексом Silness–Löe была несколько менее выраженной ( $\rho=0,724$ ). После поправки на возраст и наличие гинекологической патологии все четыре показателя сохраняли статистически значимую связь с КПУ.

Выявленная связь между Silness–Löe и КПУ подтверждает значение зубного налета в формировании кариесогенной ситуации. Вместе с тем менее высокая величина корреляции по сравнению с ТЭР, КОСРЭ и pH свидетельствует о том, что количество зубного налета не отражает всего комплекса условий, связанных с развитием кариеса. Это согласуется с современным представлением о многофакторной природе заболевания и данными исследований подростков, в которых интенсивность кариеса ассоциировалась с сочетанием микробиологических, слюнных и поведенческих характеристик [1–3].

Особого внимания заслуживает высокая связь КПУ с ТЭР и КОСРЭ, а также тесная взаимосвязь самих этих тестов ( $\rho=0,967$ ). Увеличение ТЭР и КОСРЭ характеризует соответственно снижение кислотоустойчивости эмали и увеличение времени восстановления ее реминерализующих свойств. После статистической корректировки увеличение этих показателей на 1 SD было связано с увеличением ожидаемого КПУ соответственно на 49,2 и 47,1%. Современные данные рассматривают деминерализацию и реминерализацию эмали как взаимосвязанные процессы, зависящие от кислотности среды, наличия кальция и фосфатов, компонентов слюны и состояния зубной биопленки [5]. Высокая корреляция ТЭР и КОСРЭ и значения VIF более 15 подтверждают их функциональную близость и обосновывают использование отдельных регрессионных моделей.

Для pH ротовой жидкости выявлена выраженная обратная связь с КПУ. Увеличение pH на 1 SD соответствовало снижению ожидаемого значения КПУ на 35,6%. Сходное направление связи между показателями нестимулированной слюны и кариозным статусом отмечено в исследованиях детского и

подросткового возраста: у пациентов без кариеса регистрировались более высокие значения pH по сравнению с пациентами с кариозным поражением [6]. При этом pH в настоящей работе рассматривался как самостоятельная характеристика ротовой жидкости; буферная емкость и скорость слюноотделения не определялись.

Сохранение выявленных ассоциаций после поправки на возраст и наличие гинекологической патологии показывает, что различия клинического состава выборки не объясняют полученные связи полностью. Дополнительное разделение пациенток с гинекологической патологией в зависимости от наличия гормональных нарушений также практически не изменило коэффициенты моделей. Следовательно, связь КПУ с уровнем зубного налета, функциональным состоянием эмали и pH прослеживалась независимо от использованного способа учета клинической принадлежности пациенток.

К ограничениям исследования следует отнести его поперечный характер, а также отсутствие данных о ряде факторов, которые могли дополнительно влиять на стоматологический статус, в том числе об особенностях питания, скорости слюноотделения и буферных свойствах ротовой жидкости. Индекс КПУ отражает уже сформировавшуюся интенсивность кариеса, тогда как остальные показатели характеризовали состояние полости рта непосредственно на момент обследования. В связи с этим выявленные взаимосвязи следует рассматривать как статистические ассоциации, а не как доказательство причинно-следственных связей. В целом полученные данные показывают, что интенсивность кариеса у девочек-подростков тесно связана с уровнем зубного налета, кислотоустойчивостью эмали, скоростью восстановления ее реминерализующих свойств и pH ротовой жидкости.

### **Список литературы**

1. Antonelli R., Massei V., Ferrari E., et al. Salivary diagnosis of dental caries: a systematic review // Curr Issues Mol Biol. 2024; 46 (5): 4234–4250. <https://doi.org/10.3390/cimb46050258>.
2. Veenman F., van Dijk A., Arredondo A., et al. Oral microbiota of adolescents with dental caries: a systematic review // Arch Oral Biol. 2024; 161: 105933. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2024.105933>.

3. Havsed K., Carda-Diéguez M., Isaksson H., et al. Salivary proteins and metabolites as caries biomarkers in adolescents // Caries Res. 2024; 58 (6): 573–588. <https://doi.org/10.1159/000540090>.
4. Moradi S., Bikker F.J., Hesse D. Saliva composition from birth to adolescence: a systematic review of the literature // J Oral Biosci. 2025; 67 (2) : 100661. <https://doi.org/10.1016/j.job.2025.100661>.
5. Enax J., Fandrich P., Schulze zur Wiesche E., Epple M. The remineralization of enamel from saliva: a chemical perspective // Dent J (Basel). 2024; 12 (11) :339. <https://doi.org/10.3390/dj12110339>.
6. Ansari A.S., Ahmed I., Qureshi M.A., et al. Association of unstimulated salivary parameters with dental caries in socioeconomically diverse Pakistani school children: a cross-sectional study. BMC Oral Health. 2026; 26: 205. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07592-w>.

© Валиева Р.Р.

# **СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА**

**ОТБОР МЕДИЦИНСКИХ ФАКТОРОВ И СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГОСПИТАЛЬНОЙ ЛЕТАЛЬНОСТИ  
В ОТДЕЛЕНИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ**

**Исмухамедова Айгерим Мэлсатовна**

PhD, руководитель научного проекта AP22683316

Школа компьютерных наук,

Восточно-Казахстанский технический  
университет имени Д. Серикбаева

**Бельгинова Сауле Аскербековна**

PhD, ассоциированный профессор

Высшая школа информационных технологий,  
Университет «Туран»

**Баканова Анна Павловна**

к.т.н., преподаватель

Казахстанско-Американский свободный университет

**Аннотация:** в статье показано, как из разнородных данных MIMIC-IV можно выделить устойчивые медицинские факторы для прогноза госпитальной летальности в отделениях интенсивной терапии. Последовательная пред-обработка, инженерия признаков и статистический отбор позволили сократить признаковое пространство, а сравнение моделей выявило преимущество LightGBM.

**Ключевые слова:** госпитальная летальность; отделение интенсивной терапии; MIMIC-IV; медицинские факторы; машинное обучение; LightGBM; системы поддержки клинических решений.

**SELECTION OF MEDICAL FACTORS AND COMPARISON OF MODELS  
FOR PREDICTING HOSPITAL MORTALITY IN INTENSIVE CARE UNITS**

**Ismukhamedova Aigerim Melsatovna**

**Belginova Saule Askerbekovna**

**Bakanova Anna Pavlovna**

**Abstract:** the article examines medical factor selection for predicting hospital mortality in intensive care unit patients using MIMIC-IV data. It describes

preprocessing, feature engineering, and multistage statistical selection. Model comparison showed the advantage of LightGBM.

**Key words:** hospital mortality; intensive care unit; MIMIC-IV; medical factors; machine learning; LightGBM; clinical decision support systems

### **Введение**

Прогнозирование внутрибольничной летальности у пациентов отделений интенсивной терапии (intensive care units, ICU) представляет собой значимую задачу медицинской аналитики и систем поддержки клинических решений. Заблаговременная оценка индивидуального риска неблагоприятного исхода позволяет повысить обоснованность стратификации пациентов, определить приоритеты мониторинга и оптимизировать принятие решений в условиях высокой клинической неопределенности [1, 2, 3].

Современные исследования показывают, что применение искусственного интеллекта в здравоохранении развивается в нескольких взаимосвязанных направлениях: создание инфраструктуры цифрового здравоохранения, разработка систем поддержки принятия врачебных решений, повышение интерпретируемости алгоритмов и оценка рисков их внедрения в клиническую практику. Обзор отечественных разработок в области ИИ для здравоохранения подчеркивает рост числа решений, ориентированных на анализ медицинских данных и поддержку клинических процессов [4], тогда как работы по архитектуре медицинских СППР акцентируют необходимость интеграции данных, воспроизводимой аналитики и машинного обучения в едином контуре принятия решений [1, 5].

Отдельное значение имеет качество исходных медицинских данных. Исследования, посвященные предобработке, инженерии признаков и интеграции неоднородных медицинских данных, показывают, что надежность моделей зависит не только от выбора алгоритма, но и от полноты, согласованности, защищенности и клинической интерпретируемости признакового пространства [6, 7, 8]. В этом же направлении находятся работы по электронному паспорту здоровья и интеллектуальному анализу клинических показателей, где машинное обучение рассматривается как инструмент персонализированной оценки состояния пациента и поддержки медицинских решений [2, 9].

Практическая применимость интеллектуальных моделей требует не только высоких метрик качества, но и доверия со стороны медицинских

специалистов. Поэтому в литературе отдельно рассматриваются доверенные и интерпретируемые СППР [10], цифровые профили пациента и персонализированный выбор терапии [11], а также ограничения, связанные с доказательностью, безопасностью, стоимостью и этико-правовыми аспектами применения ИИ в медицине [12, 13]. Наиболее близкие к теме настоящего исследования работы по прогнозированию госпитальной летальности с использованием машинного обучения подтверждают перспективность таких подходов для задач интенсивной терапии и оценки риска неблагоприятного исхода [14].

Настоящее исследование ориентировано на анализ пайплайна прогнозирования госпитальной летальности в отделениях интенсивной терапии на основе данных MIMIC-IV версии 3.1, включающей 65 355 пациентов. Методологический акцент сделан не только на сравнении алгоритмов машинного обучения, но и на формировании устойчивого признакового пространства, поскольку информативность, воспроизводимость и клиническая интерпретируемость предикторов являются ключевыми условиями надежности прогностической модели [1, 7].

При работе с медицинскими данными особое значение имеет контроль качества исходных признаков. Необходимо обеспечить включение потенциально значимых клинических показателей и одновременно исключить переменные с низкой информативностью, выраженной избыточностью, нестабильностью отбора либо риском информационной утечки. Такой подход позволяет снизить вероятность переобучения и повысить переносимость модели на новые выборки [6].

Цель исследования заключается в формировании набора медицинских факторов, пригодного для построения интерпретируемых и статистически устойчивых моделей прогнозирования внутрибольничной летальности. Для достижения этой цели использован последовательный подход, включающий предобработку данных, разработку клинически обоснованных признаков, многоступенчатый статистический отбор, оценку устойчивости модели и анализ потенциальных сценариев ее клинического применения [1, 6].

### **Методика отбора медицинских факторов**

Отбор медицинских факторов проводился последовательно и был направлен на формирование информативного, клинически интерпретируемого и статистически устойчивого набора признаков для прогнозирования

внутрибольничной летальности у пациентов отделений интенсивной терапии. Общая логика подхода включала предварительную очистку данных, разработку признаков из клинически значимых доменов, исключение потенциальных источников утечки информации и многоступенчатую фильтрацию признакового пространства [6].

#### **А. Формирование исследуемой когорты пациентов отделений интенсивной терапии**

На первом этапе выполнялось формирование исследуемой когорты. В анализ включались только взрослые пациенты, для которых была доступна информация об эпизоде пребывания в отделении интенсивной терапии и конечном исходе. Последовательность формирования исследуемой когорты представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Формирование исследуемой когорты  
пациентов отделений интенсивной терапии**

Для снижения зависимости между наблюдениями в анализ включалось только первое пребывание пациента в отделении интенсивной терапии в рамках госпитализации. Эпизоды с недостаточной длительностью наблюдения, отсутствующими данными об исходе или чрезмерным уровнем пропущенности по ключевым клиническим категориям исключались. Такой подход обеспечивал сопоставимость наблюдений и минимизировал влияние неполных или нерепрезентативных записей.

#### **Б. Очистка и предобработка данных**

На следующем этапе проводилась предобработка данных. Основные процедуры очистки и предобработки данных показаны на рис. 2.

Физиологически невозможные или крайне маловероятные значения выявлялись с использованием сочетания статистических критериев и клинически обоснованных диапазонов.



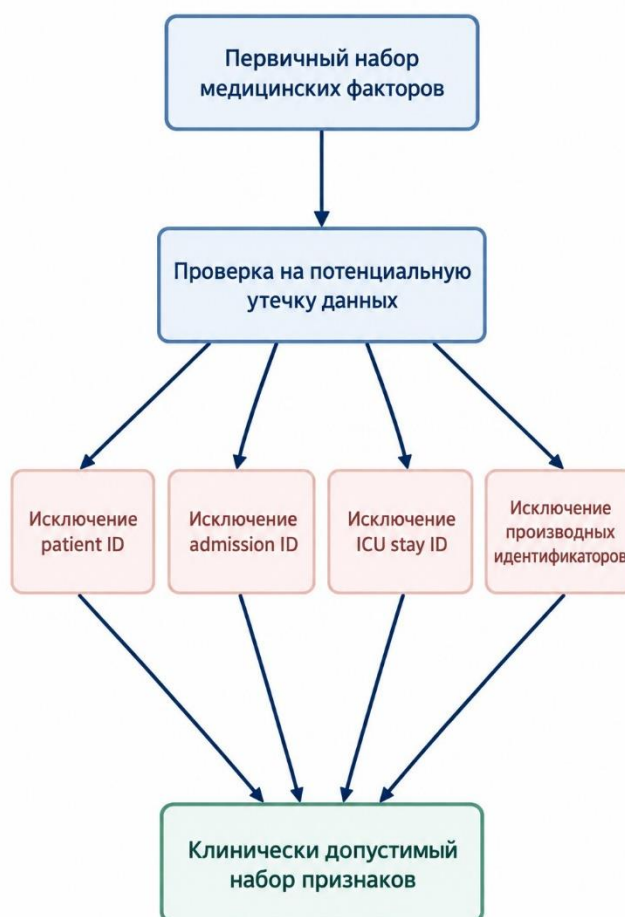
**Рис. 2. Очистка и предобработка данных**

Для ограничения влияния экстремальных наблюдений применялась винзоризация. Признаки с высокой долей пропущенных значений исключались из дальнейшего анализа, тогда как для оставшихся переменных выполнялась импутация: непрерывные признаки восстанавливались с использованием многомерной импутации, а категориальные признаки — по наиболее частому значению. Дополнительно для переменных с выраженной пропущенностью создавались бинарные индикаторы отсутствия данных, поскольку сам факт отсутствия измерения может отражать клиническое состояние пациента или особенности лечебной тактики [6].

## **В. Разработка медицинских факторов**

После предобработки осуществлялась разработка медицинских факторов. Признаки формировались из нескольких клинических доменов: демогра-

фических характеристик, контекста госпитализации, показателей жизненно важных функций, лабораторных данных и параметров интенсивности лечения. Логика разработки медицинских факторов представлена на рис. 3 [6, 7].



**Рис. 3. Разработка медицинских факторов**

Для показателей, измеряемых многократно, рассчитывались как агрегированные статистики, так и временные характеристики, отражающие динамику состояния пациента. Например, для жизненно важных функций и лабораторных тестов могли использоваться средние, медианные, минимальные и максимальные значения, а также тренды, диапазоны, коэффициенты вариации и изменения во времени. Такой подход позволял учитывать не только абсолютный уровень физиологических показателей, но и направление их изменения, что особенно важно при моделировании риска ухудшения состояния пациента.

#### **Г. Исключение идентификаторов и предотвращение утечки данных**

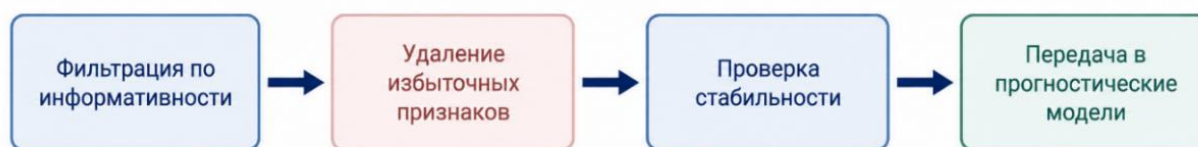
Для предотвращения информационной утечки из признакового пространства исключались прямые и косвенные идентификаторы, включая идентификаторы пациента, госпитализации и эпизода пребывания в отделении интенсивной терапии. Это обеспечивало, что модель обучалась на клинически значимых характеристиках, а не на технических или административных переменных, которые могут искусственно повышать качество прогноза и снижать переносимость модели на другие данные. Схема исключения идентификаторов и предотвращения утечки данных приведена на рис. 4 [8].



**Рис. 4. Исключение идентификаторов и предотвращение утечки данных**

#### **Д. Многоступенчатый статистический отбор признаков**

Сформированный набор признаков далее подвергался многоступенчатому отбору. Этапы статистического отбора признаков представлены на рис. 5.



**Рис. 5. Многоступенчатый статистический отбор признаков**

На первом этапе оценивалась индивидуальная информативность каждого признака относительно целевого исхода с использованием взаимной информации. Признаки с низким значением взаимной информации исключались как слабо связанные с прогнозируемым событием. На втором этапе проводилось устранение избыточности между признаками с использованием фактора инфляции дисперсии. Переменные с выраженной мультиколлинеарностью удалялись итеративно, что позволяло сохранить более независимое и устойчивое признаковое пространство. На третьем этапе оценивалась стабильность отбора признаков с помощью бутстрэп-ресемплинга (bootstrap resampling). В итоговый набор включались только те признаки, которые воспроизводимо отбирались в большинстве бутстрэп-выборок.

#### **Формирование итогового набора факторов**

После всех этапов отбора исходный набор из 604 признаков был сокращен до 155 стабильных медицинских факторов, пригодных для построения прогностических моделей. Общий принцип отбора основывался на сочетании клинической обоснованности и статистической надежности: сначала создавался широкий набор потенциально значимых признаков, отражающих разные аспекты состояния пациента и оказанной терапии, затем он последовательно сокращался за счет удаления малоинформативных, избыточных и нестабильных переменных. Итоговое признаковое пространство сохраняло интерпретируемость, снижало риск переобучения и обеспечивало более надежную основу для построения прогностических моделей.

#### **Результаты**

В результате предварительной обработки была сформирована исследуемая когорта взрослых пациентов отделений интенсивной терапии с

доступной информацией о пребывании в отделении интенсивной терапии и конечном госпитальном исходе. Доля летальных исходов в исходных данных составила 10.8%, что указывает на наличие дисбаланса классов и обуславливает необходимость применения соответствующих процедур оценки качества моделей на несбалансированных данных [6].

Разработка признаков осуществлялась с учетом нескольких клинических доменов, включая демографические характеристики, контекст госпитализации, показатели жизненно важных функций, лабораторные переменные и параметры интенсивности лечения. Для многократно измеряемых показателей были рассчитаны агрегированные и временные характеристики, что позволило учитывать не только абсолютные значения переменных, но и динамику состояния пациента [6, 7].

После исключения идентификаторов и потенциальных источников утечки данных признаковое пространство было подвергнуто многоступенчатой фильтрации. Последовательное использование взаимной информации, анализа мультиколлинеарности и бутстрэп-оценки стабильности позволило сократить исходный набор с 604 до 155 медицинских факторов, что соответствует уменьшению размерности приблизительно на 74.3%.

В сравнительный анализ были включены логистическая регрессия, Random Forest, метод опорных векторов (support vector machine, SVM) с радиальной базисной функцией (radial basis function, RBF), XGBoost, LightGBM, CatBoost, а также архитектуры глубокого обучения long short-term memory (LSTM), bidirectional LSTM (BiLSTM), Transformer encoder и temporal convolutional network (TCN). Наиболее высокие показатели качества продемонстрировала модель LightGBM: максимальное значение площади под ROC-кривой (AUC-ROC) составило 0.982, а площади под precision-recall кривой (PR-AUC) – 0.912. Это свидетельствует о высокой дискриминационной способности модели в условиях несбалансированного распределения классов [1, 15, 16, 17].

Оценка обобщающей способности итоговой модели проводилась на основном тестовом наборе, временно отделенной когорте 2017-2019 годов и псевдовнешней отложенной выборке по типу отделения интенсивной терапии (ICU-type holdout). Во всех сценариях AUC-ROC оставался выше 0.981, тогда как Brier score находился в диапазоне 0.0277-0.0291. Полученные значения указывают на сохранение качества прогноза при изменении временного

периода и состава когорты пациентов отделений интенсивной терапии, а также на удовлетворительную калибровку вероятностных оценок.

Сценарный анализ показал возможность адаптации модели к различным этапам клинического процесса. Для приемного триажа использовался компактный набор из 28 признаков при AUC-ROC 0.946; для динамического мониторинга – 93 признака при AUC-ROC 0.978; для предвыписочной оценки риска – полный набор из 155 признаков при AUC-ROC 0.982 и F1-мере 0.927. Даже наиболее полная конфигурация сохраняла низкое время инференса, составлявшее около 4.3 мс.

Интерпретируемость итоговой модели оценивалась с использованием метода SHapley Additive exPlanations (SHAP). Наиболее значимые предикторы относились к клинически обоснованным физиологическим и лабораторным показателям, включая pH, лактат и количество лейкоцитов. Это подтверждает, что высокая прогностическая точность модели не противоречит медицинской интерпретации и может быть объяснена через факторы, связанные с тяжестью состояния пациента.

Сформированный набор факторов был использован не только для отбора признаков, но и для сравнительной оценки алгоритмов машинного и глубокого обучения. В сравнении учитывались показатели AUC-ROC, PR-AUC, precision, recall и F1-score, что позволило оценить качество моделей с учетом дисбаланса классов. Сводное резюме результатов оценки моделей приведено в таблице 1 [1, 6, 15, 16, 17].

С практической точки зрения наиболее перспективной является сценарная организация применения модели: компактная конфигурация может использоваться для первичного триажа, расширенная – для динамического мониторинга, а полный набор признаков – для предвыписочной оценки риска.

**Таблица 1**

**Сжатое резюме результатов оценки моделей**

| Блок оценки       | Ключевой результат                          | Интерпретация                                                                |
|-------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Сравнение моделей | LightGBM: AUC-ROC до 0.982, PR-AUC до 0.912 | Лучший баланс дискриминационной способности, точности и калибровки.          |
| Отбор признаков   | 604 переменные сокращены до 155             | Стабильный набор признаков снижает сложность без выраженной потери качества. |

Продолжение таблицы 1

|                      |                                                                                                    |                                                                                                        |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Балансировка классов | Взвешивание классов и synthetic minority over-sampling technique (SMOTE) дают близкие значения AUC | Выбор стратегии прежде всего влияет на соотношение precision и recall.                                 |
| Валидация            | AUC-ROC 0.9810-0.9819                                                                              | Качество устойчиво при временной проверке и отложенной проверке по типу отделения интенсивной терапии. |
| Клинические сценарии | AUC-ROC 0.946-0.982 при времени расчета 1.2-4.3 мс                                                 | Пайплайн пригоден и для быстрого триажа, и для более полной оценки риска.                              |
| Интерпретируемость   | SHAP выделяет физиологические и лабораторные признаки                                              | Вклад признаков клинически правдоподобен и может использоваться для объяснения решений.                |

### Заключение

При интерпретации результатов следует учитывать ряд ограничений. MIMIC-IV является одноцентровым набором данных, поэтому высокая внутренняя устойчивость результатов не заменяет внешнюю проверку. Для подтверждения переносимости модели необходимы тестирование на данных других медицинских организаций и перспективная оценка в реальном клиническом процессе [7, 8].

Проведенный анализ показал, что сочетание клинически обоснованной разработки признаков и статистической проверки их информативности позволяет сформировать компактное, воспроизводимое и интерпретируемое признаковое пространство для прогнозирования внутрибольничной летальности у пациентов отделений интенсивной терапии.

Сокращение исходного набора с 604 до 155 медицинских факторов позволило сохранить наиболее значимые характеристики состояния пациентов при одновременном снижении размерности, избыточности и риска мультиколлинеарности. При этом уменьшение числа признаков не сопровождалось существенной потерей прогностического качества.

Среди рассмотренных алгоритмов наиболее убедительные результаты продемонстрировал LightGBM. Преимущество данной модели подтверждается высокими значениями AUC-ROC и PR-AUC, устойчивостью при временной и псевдовнешней проверке, низкой ошибкой калибровки, а также возможностью использования в различных клинических сценариях – от раннего триажа до динамического мониторинга и предвыписочной оценки риска.

Таким образом, сформированный набор медицинских факторов и выбранный модельный подход могут рассматриваться как основа для дальнейшей разработки системы поддержки клинических решений. Перспективными направлениями дальнейшей работы являются внешняя и проспективная валидация на данных других медицинских организаций, создание интерактивного прототипа и проведение абляционных исследований, позволяющих оценить вклад отдельных компонентов пайплайна в итоговое качество модели [1, 2, 5, 8].

### ***Примечание***

#### ***Благодарность***

*Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках гранта AP22683316 «Применение алгоритмов машинного обучения для систем поддержки принятия врачебных решений» (2024-2026 гг.).*

### **Список литературы**

1. Ismukhamedova A. M., Bakanova A. P. Designing the Architecture of a Medical Decision-Making System and Medical Data Analysis Based on Machine Learning Technologies // Development of Modern Technologies : proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference. Petrozavodsk, 2024. P. 58–72. DOI: 10.46916/16102024-2-978-5-00215-552-1.
2. Ismukhamedova A., Uvaliyeva I., Belginova S. Integrating machine learning in electronic health passport based on WHO study and healthcare resources // Informatics in Medicine Unlocked. 2024. Vol. 44.
3. Aung Y. Y. M., Wong D. C. S., Ting D. S. W. The Promise of Artificial Intelligence: A Review of the Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence in Healthcare // British Medical Bulletin. 2021. Vol. 139. P. 4–15. DOI: 10.1093/bmb/ldab016.

4. Гусев А. В., Владзимирский А. В., Шарова Д. Е., Арзамасов К. М., Храмов А. Е. Развитие исследований и разработок в сфере технологий искусственного интеллекта для здравоохранения в Российской Федерации: итоги 2021 года // Digital Diagnostics. 2022. Т. 3, № 3. С. 178–194. DOI: 10.17816/DD107367.

5. Исмухамедова А. М. Алгоритмическое обеспечение интеллектуальной системы поддержки принятия клинических решений : диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) : 8D06101 – Информационные системы (по отраслям) / А. М. Исмухамедова ; НАО Восточно-Казахстанский университет им. Д. Серикбаева ; научные консультанты: И. М. Увалиева, И. А. Бессмертный. Усть-Каменогорск, 2024. 151 л.

6. Исмухамедова А. М., Баканова А. П., Бельгинова С. А. Оптимизированная обработка и формирование признаков для комплексного анализа медицинских данных // Research and Development – 2025 : сборник статей III Международной научно-практической конференции, 9 октября 2025 г. Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2025. С. 134–147. DOI: 10.46916/10102025-3-978-5-00215-887-4. URL: <https://sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-1403.pdf>.

7. Исмухамедова А. М., Бельгинова С. А., Баканова А. П. Интеграция гетерогенных медицинских данных для повышения точности систем поддержки врачебных решений // Жас Тұран – 2025 : сборник материалов Международной научно-практической конференции / Д. И. Разакова. Алматы : Университет «Туран», 2025. С. 134–138. 1059 с. ISBN 978-601-214-686-8. URL: [https://drive.google.com/file/d/1fkA\\_p76TySgLSFbFYCg7Tviv5nOCW4zH/view](https://drive.google.com/file/d/1fkA_p76TySgLSFbFYCg7Tviv5nOCW4zH/view) (дата обращения: 27.09.2026).

8. Исмухамедова А. М., Баканова А. П. Комплексная архитектура интеграции и защиты гетерогенных медицинских данных для интеллектуальных систем поддержки клинических решений // Наука, образование, технологии в эпоху глобальных трансформаций : сборник статей. Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2025. С. 279–290. DOI: 10.46916/26052025-2-978-5-00215-795-2. URL: <https://sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-1325.pdf> (дата обращения: 27.09.2026).

9. Увалиева И. М., Исмухамедова А. М. Реализация интеллектуального анализа данных показателей щитовидной железы // Вестник Казахстанско-Британского технического университета. 2020. Т. 17, № 1. С. 170–179.

10. Кузнецов И. А. Современные математические методы для построения доверенных систем поддержки принятия медицинских решений // Системы высокой доступности. 2023. Т. 19, № 4. С. 63–72. URL: [https://radiotec.ru/ru/journal/Highly\\_available\\_systems/number/2023-4/article/23957](https://radiotec.ru/ru/journal/Highly_available_systems/number/2023-4/article/23957) (дата обращения: 27.09.2026).
11. Персонализированный подход к выбору терапии через цифровой портрет кардиологического больного. Возможности сервиса поддержки принятия врачебных решений / А. М. Шангина, К. С. Бенимецкая, Ю. Е. Ефремова [и др.] // Кардиологический вестник. 2024. Т. 19, № 4-2. С. 105–112. DOI: 10.17116/Cardiobulletin202419042105.
12. Морозов Д. Ю., Омеляновский В. В. Нужен ли искусственный интеллект системе здравоохранения? // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2024. Т. 46, № 4. С. 40–48. DOI: 10.17116/medtech20244604140.
13. Риски и ограничения применения искусственного интеллекта в медицине / В. В. Береговых, В. И. Пантелеев, Н. Л. Шимановский, П. Г. Ройтберг // Вестник Российской академии медицинских наук. 2025. Т. 80, № 3. С. 198–206. URL: [https://vestnikramn.spr-journal.ru/jour/issue/view/104/ru\\_RU](https://vestnikramn.spr-journal.ru/jour/issue/view/104/ru_RU).
14. Кивелёв Ю. В., Кривошапкин А. Л., Суфианов А. А. Алгоритм машинного обучения в прогнозировании госпитальной летальности после аневризматического субарахноидального кровоизлияния // Сеченовский вестник. 2024. Т. 15, № 4. С. 19–31. DOI: 10.47093/2218-7332.2024.15.4.19-31.
15. Mienye I. D., Sun Y. A Survey of Ensemble Learning: Concepts, Algorithms, Applications, and Prospects // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 99129–99149. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3207287.
16. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree / G. Ke, Q. Meng, T. Finley [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems 30. 2017. P. 3146–3154.
17. Pan C., Poddar A., Mukherjee R., Ray A. K. Impact of categorical and numerical features in ensemble machine learning frameworks for heart disease prediction // Biomedical Signal Processing and Control. 2022. Vol. 76. Article 103666. DOI: 10.1016/j.bspc.2022.103666.

© Исмухамедова А.М., Бельгинова С.А., Баканова А.П.

# **СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## **РЕАЛИЗАЦИЯ СЖАТИЯ ВИДЕО НА ПЛИС**

**Копылов Дмитрий Андреевич**

К.Т.Н.

**Мендельсон Марк Александрович**

К.Т.Н., доцент

**Егоров Вадим Анатольевич**

К.Т.Н.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

**Аннотация:** в работе рассматривается вариант реализации видеокодека для сжатия видеоинформации с использованием систем на кристалле на основе ПЛИС в случае стандартизованных методов сжатия и применения аппаратного блока кодека. Показана эффективность такого решения.

**Ключевые слова:** сжатие видео, видеокодек, ПЛИС, системы на кристалле, аппаратный блок видеокодека.

## **VIDEO COMPRESSION IMPLEMENTATION BASED ON FPGA**

**Kopylov Dmitriy Andreevich**

**Mendelson Mark Aleksandrovich**

**Egorov Vadim Anatolievich**

**Abstract:** the paper examines a variant of implementing a video codec for compressing video data using system-on-chip systems based on FPGAs, in the case of standardized compression methods and the use of a codec hardware block, and demonstrates the effectiveness of this solution.

**Key words:** video compression, video codec, FPGA, system-on-chip (SoC), VCU.

### **Введение**

Современные системы передачи видео обязательно содержат видеокодеки, предназначенные для сокращения избыточности (сжатия) видеоинформации. Среди видеокодеков различают стандартизованные и нестандартные.

Из стандартизованных видеокодеков наиболее известны: H.264/AVC (Advanced Video Coding, MPEG-4 Part 10), H.265/HEVC (High Efficiency Video Coding), VP9, H.266 / VVC (Versatile Video Coding), ProRes, DNxHD / DNxHR, AVC-Intra, JPEG XS, CineForm [1, с. 28-29].

В качестве нестандартных видеокодеков в последнее время все чаще используют системы с обучением на основе нейронных сетей [2, с. 6].

Для реализации видеокодеков могут использоваться микросхемы с фиксированной структурой и программируемые микросхемы. Микросхемы с фиксированной структурой применяются в случае массового производства для обеспечения работы множества устройств по одному заранее выбранному стандарту, прежде всего, для телевизионного вещания. Программируемые микросхемы необходимы для обеспечения возможности совершенствования систем передачи видео путем обновления программного обеспечения. Два основных варианта реализации видеокодеков на программируемых микросхемах связаны с применением микропроцессоров (МП) и ПЛИС (программируемых логических интегральных схем, FPGA, Field-Programmable Gate Array) [3, с. 1]. В ряде статей показано, что применение ПЛИС для видеокодеков предпочтительнее [4, с. 71]. В случае, если плюсы применения МП и ПЛИС приводят к необходимости на одной плате иметь и то, и другое устройство, наиболее удобным решением является применение систем на кристалле (System on a Chip, SoC) [5, с. 1]. Это даст возможность получить низкую задержку и параллельное выполнение алгоритмов обработки сигнала в реальном времени при высокой энергоэффективности.

Целью данной работы является подтвердить эффективность реализации видеокодеков с использованием систем на кристалле SoC на основе ПЛИС.

### **Реализация видеокодека на ПЛИС**

Рассмотрим реализацию видеокодека на ПЛИС AMD/Xilinx семейства Zynq UltraScale+ MPSoC (подсемейство EV) [6, стр. 2] (табл. 1).

**Таблица 1**

#### **Характеристики некоторых микросхем этого подсемейства**

| Микросхема      | Число контактов | Блоки ввода/вывода | Элементы LUT | Триггеры | Блоки RAM |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|----------|-----------|
| xczu4ev-fbvb900 | 900             | 204                | 87840        | 175680   | 128       |
| xczu4ev-sfvc784 | 784             | 252                | 87840        | 175680   | 128       |

Продолжение таблицы 1

|                  |      |     |        |        |     |
|------------------|------|-----|--------|--------|-----|
| xczu5ev-fbvb900  | 900  | 204 | 117120 | 234240 | 144 |
| xczu5ev-sfvc784  | 784  | 252 | 117120 | 234240 | 144 |
| xczu7ev-fbvb900  | 900  | 204 | 230400 | 460800 | 312 |
| xczu7ev-ffvc1156 | 1156 | 360 | 230400 | 460800 | 312 |
| xczu7ev-ffvf1517 | 1517 | 464 | 230400 | 460800 | 312 |

В состав микросхем ПЛИС данного подсемейства входят:

Блок программируемой логики (Programmable Logic, PL).

Блок процессоров (Processing System, PS). Это центральный блок. Внутри него работают процессорные ядра: квад-ядро Arm Cortex-A53 (APU — Application Processing Unit), двухъядерный процессор реального времени Cortex-R5 (RPU — Real Time Processing Unit) и графический процессор GPU (Graphics Processing Unit) на базе Mali-400 MP2.

Блок видеокodeка (VCU, Video Codec Unit). Это интегрированный аппаратный блок, который отвечает непосредственно за кодирование и декодирование видео. В блок-дизайне он размещается в области PL и может быть доступен как из PL, так и из PS.

Чтобы связать VCU с остальной системой и периферией, в блок-дизайне появляются дополнительные блоки:

- Контроллеры памяти для обмена данными с внешней DRAM
- Блоки управления тактовыми частотами для настройки тактовых сигналов всех блоков.
- Блоки обработки сбросов для синхронизации сигналов сброса.
- Коммутаторы, которые помогают эффективно маршрутизировать потоки данных между компонентами.
- Блоки агрегации прерываний, чтобы собрать прерывания от разных блоков в PL и корректно передать их в PS.

Пример блок-дизайна проекта с видеокodeком для микросхемы данного семейства в интегрированной среде разработки (IDE, Integrated Development Environment) VIVADO от AMD/Xilinx показан на рис. 1.

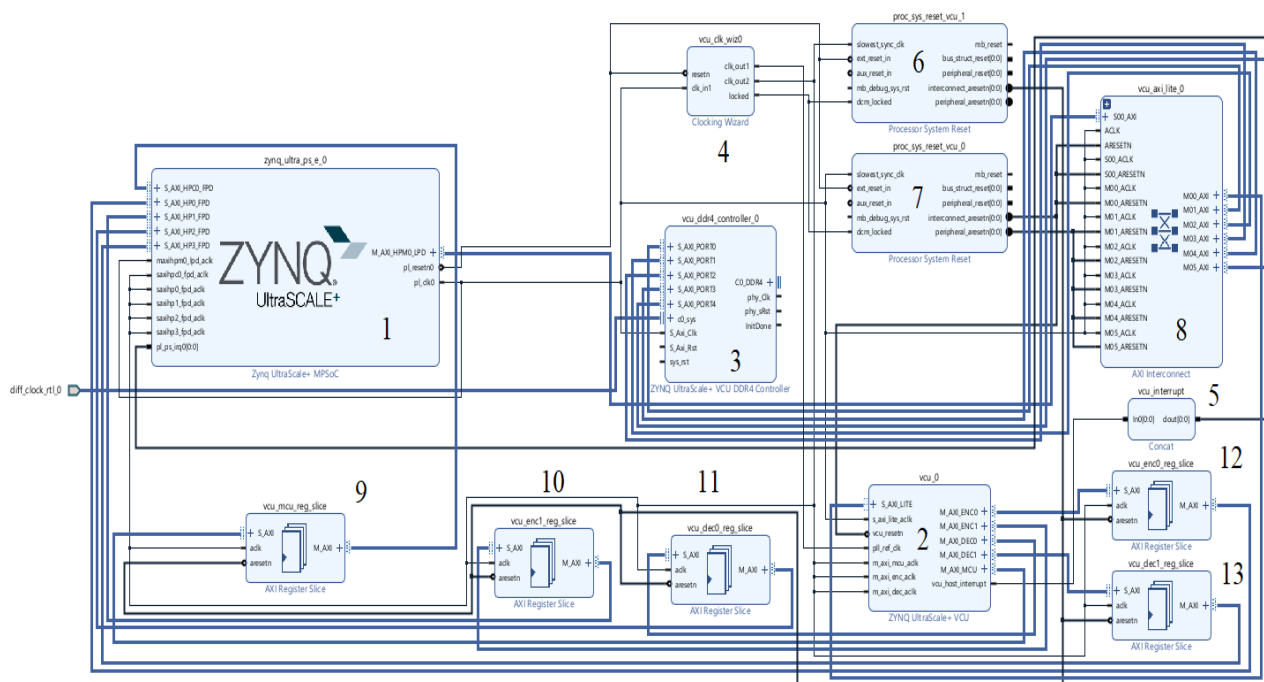


Рис. 1. Блок-дизайн проекта с видеокодеком

Блок-дизайн содержит:

1. Блок процессоров Zynq UltraScale+ MPSoC (zynq\_ultra\_ps\_e\_0);
2. Блок аппаратного видеокодека ZYNQ UltraScale+ VCU (vcu\_0);
3. Блок взаимодействия с внешними микросхемами памяти Zynq UltraScale+ VCU DDR4 Controller (vcu\_ddr4\_controller\_0);
4. Блоки управления тактовыми частотами Clocking Wizard (vcu\_clk\_wiz\_0);
5. Блок управления прерываниями Concat (vcu\_interrupt);
- 6–7. Блоки управления сбросами Processor System Reset (proc\_sys\_reset\_vcu\_0, proc\_sys\_reset\_vcu\_1);
8. Блок интерфейсов AXI (Advanced eXtensible Interface) AXI Interconnect (vcu\_axi\_lite\_0);
- 9–13. Блоки регистров для взаимодействия через интерфейсы AXI Register Slice (vcu\_mcu\_reg\_slice, vcu\_enc1\_reg\_slice, vcu\_enc0\_reg\_slice, vcu\_dec0\_reg\_slice, vcu\_dec1\_reg\_slice).

Страница настроек видеокодека VCU показана на рис. 2.

**Basic Configuration** **Advanced Configuration**

**Resource Summary**

Encoder Buffer Size - 0 KBytes  
Encoder Bandwidth - READ 1329 MBytes/Sec & WRITE 1290 MBytes/Sec  
Decoder Bandwidth - READ 1076 MBytes/Sec & WRITE 2400 MBytes/Sec

**Encoder Configuration**

☒ Enable Encoder

**Stream Details - Most Demanding Stream**

|                 |           |                  |                  |
|-----------------|-----------|------------------|------------------|
| Coding Standard | HEVC      | Coding Type      | Intra Frame Only |
| Resolution      | 3840x2160 | Frame Per Second | 60               |
| Color Format    | 4:2:2     | Color Depth      | 10 bpc           |

**Encoder Buffer**

☐ Use Encoder Buffer

Memory Resource Type: URAM ONLY

Max Number of Encoder Streams: 1 [1 - 32]

**Decoder Configuration**

☒ Enable Decoder

**Stream Details - Most Demanding Stream**

|                 |           |                  |                  |
|-----------------|-----------|------------------|------------------|
| Coding Standard | HEVC      | Coding Type      | Intra Frame Only |
| Resolution      | 3840x2160 | Frame Per Second | 60               |
| Color Format    | 4:2:2     | Color Depth      | 10 bpc           |

Max Number of Decoder Streams: 1 [1 - 32]

**Рис. 2. Страница настроек видеокodeка VCU**

Настройки видеокodeка VCU позволяют:

- включить либо только видеокoder, либо только видеокodeк, либо оба блока;
- задать число потоков видеокодера (от 1 до 32);
- задать число потоков видеокodeка (от 1 до 32);
- выбрать стандарт видеокodeка (H.264/AVC или H.265/HEVC);
- задать разрешение видео (от 854×480 до 7680×4320);
- задать цветовой формат (4:0:0, 4:2:0, 4:2:2);
- задать глубину цвета (8 или 10 бит);
- задать число кадров в секунду (15, 30, 45, 60).

Часть проекта, относящаяся к видеокodeку, в случае применения микросхемы xczu4ev-fbvb900, занимает менее 30 % ресурсов PL.

Данный набор возможностей настроек удовлетворяет большинству необходимых требований при практической реализации систем сжатия видео на кристалле SoC.

### **Выводы**

В работе показана эффективность реализации видеокодеков с использованием систем на кристалле SoC на основе ПЛИС.

### **Примечание**

**Финансирование:** Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, соглашение № 071-03-2026-010, «Разработка фрагмента модельной гибридной орбитально-наземной сети связи и проведение прикладных научных исследований на ее базе».

### **Список литературы**

1. Rahimunnisha S., Sudhavani G. Efficient Implementation of Multi-View Video Compression for High Performance Application. – International Journal of Intelligent Engineering and Systems. Vol. 11, No. 2, p. 28-38, 2018, DOI: 10.22266/ijies2018.0430.04.
2. Березкин А.А. Перспективные технологии сжатия кадров видеопотока при управлении БАС от первого лица // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2026. Т. 18. № 1. С. 4-19. DOI: 10.36724/2409-5419-2026-18-1-4-19.
3. Sindhu R. A Feature based Approach for Video Compression. – arXiv: 1605.08470v1 [cs.CV] 26 May 2016. – 4 p.
4. Shnain H.W., Abdullah M.N., Jeiad H.A. Video Compression Based on FPGA Using SIMD Architecture. – Iraqi Journal of Computer, Communication, Control and Systems Engineering (IJCCCE), Vol. 21, No 1, March 2021. – p. 62-72.
5. Video-compression-implementation-using-FPGA URL: <https://github.com/Aksh2107/Video-compression-implementation-using-FPGA>. – 1 p.
6. UltraScale Architecture and Product Data Sheet: Overview. – Product Specification. – DS890 (v.4.1.1), February 7, 2022. – 26 p.

© Копылов Д.А., Мендельсон М.А., Егоров В.А.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА:  
СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

Сборник статей

LVIII Международной научно-практической конференции,  
состоявшейся 28 сентября 2026 г. в г. Петрозаводске.

Ответственные редакторы:

Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Подписано в печать 30.09.2026.

Формат 60х84 1/16. Усл. печ. л. 6.45.

МЦНП «НОВАЯ НАУКА»

185002, г. Петрозаводск,

ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ.35

[office@sciencen.org](mailto:office@sciencen.org)

[www.sciencen.org](http://www.sciencen.org)

16+

**НОВАЯ НАУКА**

Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**

International Center  
for Scientific Partnership

МЦНП «НОВАЯ НАУКА» - член Международной ассоциации издателей научной литературы  
«Publishers International Linking Association»

## **ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ**

- 1. в сборниках статей Международных  
и Всероссийских научно-практических конференций**  
<https://www.sciencen.org/konferencii/grafik-konferencij/>



- 2. в сборниках статей Международных  
и Всероссийских научно-исследовательских,  
профессионально-исследовательских конкурсов**  
<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-konkursy/grafik-konkursov/>



- 3. в составе коллективных монографий**  
<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-monografii/grafik-monografij/>



**<https://www.sciencen.org/>**