

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



10 2026
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 10 (613) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Култур-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Андрей Андреевич Марков* (1856–1922), русский математик.

Андрей Андреевич Марков родился в Рязани в семье чиновника Андрея Григорьевича Маркова, служившего в Лесном департаменте в чине коллежского советника, а затем вышедшего в отставку. Андрей Марков в детстве страдал туберкулезом коленного сустава и до десяти лет ходил на костылях. Только после операции, проведенной известным хирургом Кадэ, он получил возможность ходить нормально.

В 1866 году его отдали в 5-ю Петербургскую гимназию. Это классическое учебное заведение с преподаванием древних языков (латинского и греческого) пришлось мальчику не по вкусу; по большинству предметов он учился плохо, исключение составляла только математика.

По окончании гимназии Марков поступил в Санкт-Петербургский университет, где слушал лекции профессоров Александра Коркина и Егора Золотарева, а также Пафнутия Чебышева, оказавшего определяющее влияние на выбор научной деятельности молодого человека. В 1878 году он окончил Петербургский университет по математическому разряду физико-математического факультета. В том же году он был награжден золотой медалью за сочинение «Об интегрировании дифференциальных уравнений при помощи непрерывных дробей» и был оставлен при университете для приготовления к профессорскому званию. В дальнейшем он защитил свою знаменитую диссертацию «О бинарных квадратичных формах положительного определителя», а затем докторскую диссертацию «О некоторых приложениях алгебраических непрерывных дробей», сразу выдвинувшие его в первые ряды русских математиков.

Свою преподавательскую деятельность в Петербургском университете он начал в 1880 году в качестве приват-доцента. Вскоре ему был передан курс введения в анализ, а также курс теории вероятностей. С 1886 года по предложению Чебышева Марков был избран адъюнктом физико-математического отделения; через четыре года — экстраординарным академиком, а еще через шесть лет — ординарным академиком Императорской Санкт-Петербургской академии наук.

Марков является первооткрывателем обширного класса стохастических процессов с дискретной и непрерывной временной компонентой, названных его именем. Марковские процессы можно описать так: следующее состояние процесса зависит вероятностно только от текущего состояния. В то время когда эта теория была построена, она считалась абстрактной, однако в настоящее время практические применения данной теории чрезвычайно мно-

гочисленны. Теория цепей Маркова выросла в огромную и весьма важную область научных исследований — теорию марковских случайных процессов, которая, в свою очередь, представляет собой основу общей теории стохастических процессов. Ученый существенно продвинул классические исследования предшественников, касающиеся закона больших чисел и центральной предельной теоремы теории вероятностей, а также распространил их и на цепи Маркова.

В общем списке научных трудов Андрея Андреевича работы по математическому анализу составляют более трети. Его внимание привлекали самые разнообразные вопросы: теория непрерывных дробей, исчисление конечных разностей, теория интерполирования функций, экстремальные задачи в функциональных пространствах, проблема моментов, теория ортогональных многочленов, квадратурные формулы, дифференциальные уравнения, теория функций, наименее уклоняющихся от нуля и многие другие. По многим разделам математического анализа Марков получил значительные результаты, которые играют важную роль и в наши дни.

Ученый воспринял идеи своего учителя Пафнутия Чебышева и занимался решением многих задач, поставленных в его трудах. Классические работы Чебышева и Маркова о предельных величинах интегралов составили основы теории моментов и теории экстремальных задач в функциональных пространствах.

Работ по теории чисел у Маркова сравнительно немного — 15, но они имеют непреходящее значение для этой теории. Сюда относится прежде всего диссертация «О бинарных квадратичных формах положительного определителя». Работа посвящена проблеме арифметических минимумов неопределенных бинарных квадратичных форм. В последующих статьях рассматривается проблема арифметических минимумов неопределенных тернарных и кватернарных квадратичных форм. Идеи и результаты исследований Маркова оказали большое влияние на дальнейшее развитие теории чисел.

В 1883 году Андрей Андреевич женился на Марии Ивановне Вальватъевой. Через 20 лет брака у них родился сын Андрей (полный тезка отца, тоже математик).

Умер Марков-старший в Петрограде в 1922 году и был похоронен на Митрофаниевском кладбище; в 1954 году захоронение было перенесено на Литераторские мостки.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Евдокимов М. А. Фреймворк оценки production-readiness систем машинного обучения в корпоративном контексте: метрики, quality gates и мониторинг дрефта	1
Измайлов Т. Е. Искусственный интеллект как фактор трансформации современных технологий	11
Корчашкин Н. В. Разработка адаптивных алгоритмов глубокого обучения для выявления скрытых нелинейных связей в многомерных временных рядах	13
Куртвелиева С. У. Основные характеристики электронных документов. Полнотекстовая база данных электронных документов.....	17
Лапшин А. А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений при выборе средств защиты серверов	19
Моряков А. В. Методика приоритизации уязвимостей в системах критической информационной инфраструктуры с учётом технологической критичности активов	24
Моряков А. В. Интеграция процессов SCA в контур DevSecOps промышленных корпоративных систем	27
Сафронов П. А. Гибридный подход к анализу синхронизации сердечного ритма и музыкальных произведений.....	29
Чайка Е. Ю., Шкуренок Е. С. Методика настройки и верификации защищённого сбора метрик по SNMPv3 в гетерогенной сетевой среде.....	31

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кабекеш М. М. Выявление активных очагов пожаров на основе спутниковых данных MODIS и VIIRS (на примере Каркараулы-Баянаульской зоны)	40
Копылова М. Ю., Напортович М. И., Морозов В. Э. Исследование физико-химических свойств моторного масла при попадании в него топлива	45
Курбанов Ш. М. Пожарная безопасность на объектах энергетики	50
Ревин Д. А. Разработка алгоритма динамической коррекции уставок технологических защит насосного оборудования с использованием ПТК ТПТС энергоблока № 2 Нововоронежской АЭС-2	52
Турсунов Х. Ф. Разработка системы нечёткого управления диагностическими параметрами режимов резания	55
Турсунов Х. Ф. Разработка нечеткой модели системы контроля климата в серверной комнате.....	57

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Буданова Д. А. Поиск принципов регенерации. К понятиям культурного ландшафта	61
--	----

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Антонюк В. Д., Белоусова А. С. Студенческий спорт как фактор формирования лидерских и коммуникативных компетенций.....	63
--	----

Бронза Я. А.

К 45-летию проведения Олимпийских игр
в Москве. «Вдох глубокий, руки шире...»:
физкультура и спорт в России XX века.....64

Глушков П. Ю., Норин Н. Е., Мануйленко В. Н.

Влияние регулярной физической активности
на уровень стресса и тревожности
у военнослужащих66

Магомедов М. Г., Раджабов Г. Ш.,**Самурханова А. А.**

Роль школьного спорта в формировании
основ здорового образа жизни у подростков ...68

Петрина Н. С.

Важность лыжного спорта в студенческой
среде.....71

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Фреймворк оценки production-readiness систем машинного обучения в корпоративном контексте: метрики, quality gates и мониторинг дрефта

Евдокимов Михаил Александрович, руководитель направления Data Science (г. Москва)

В статье представлен оригинальный фреймворк оценки готовности систем машинного обучения к промышленной эксплуатации (Production Readiness Level, PRL) в корпоративном контексте. По аналогии с концепцией Technology Readiness Level (TRL), широко применяемой в аэрокосмической и оборонной промышленности, автор предлагает десятиуровневую шкалу зрелости ML-систем, охватывающую аспекты качества данных, валидации моделей, инфраструктурной готовности, мониторинга дрефта и операционной устойчивости. Фреймворк формализован через систему количественных метрик и quality gates — контрольных точек, прохождение которых является обязательным условием перехода на следующий уровень зрелости. Детально рассмотрены методы обнаружения и коррекции concept drift в промышленных ML-системах с использованием статистических критериев (PSI, KL-дивергенция, тест Колмогорова — Смирнова) и алгоритмических детекторов (ADWIN, Page — Hinkley). Практическая апробация фреймворка проведена на материале реальных проектов внедрения ИИ-систем в корпоративных заказчиках (на примере компании Insight AI), что позволило сократить долю проектов, не достигших промышленной эксплуатации, с 68 % до 22 %. Результаты исследования могут быть полезны организациям, осуществляющим цифровую трансформацию с применением технологий машинного обучения.

Ключевые слова: машинное обучение, production readiness, MLOps, quality gates, concept drift, мониторинг моделей, корпоративный ИИ, жизненный цикл ML-систем, дрефт данных, enterprise AI.

A framework for evaluating the production-readiness of machine learning systems in an enterprise context: metrics, quality gates and drift monitoring

This paper presents an original framework for assessing the production readiness of machine learning systems (Production Readiness Level, PRL) in an enterprise context. Drawing on the Technology Readiness Level (TRL) concept widely used in aerospace and defense, the author proposes a ten-level maturity scale for ML systems covering data quality, model validation, infrastructure readiness, drift monitoring, and operational resilience. The framework is formalized through a system of quantitative metrics and quality gates — checkpoints whose passage is a mandatory condition for advancing to the next maturity level. Methods for detecting and correcting concept drift in production ML systems are examined in detail, employing statistical criteria (PSI, KL divergence, Kolmogorov–Smirnov test) and algorithmic detectors (ADWIN, Page–Hinkley). Practical validation of the framework was conducted on 37 real-world enterprise AI deployment projects (based on the experience of Insight AI), resulting in a reduction of pilot-only project outcomes from 68 % to 22 %. The findings may benefit organizations undertaking digital transformation using machine learning technologies.

Keywords: machine learning, production readiness, MLOps, quality gates, concept drift, model monitoring, enterprise AI, ML system lifecycle, data drift.

Введение

Современные корпорации всё активнее инвестируют в технологии машинного обучения (ML) и искусственного интеллекта (ИИ), стремясь автоматизировать бизнес-процессы, повысить точность прогнозирования и снизить операционные издержки. Согласно аналитическим данным McKinsey, в 2024 году 72 % организаций крупного бизнеса заявляли

об использовании ИИ хотя бы в одном бизнес-процессе [1]. Однако переход от экспериментальных прототипов (proof-of-concept, PoC) к устойчиво работающим промышленным системам остаётся критическим барьером: по данным Gartner, до 85 % ML-проектов не достигают стадии промышленной эксплуатации [2, с. 14].

Причины этого разрыва носят системный характер и связаны не столько с качеством самих алгоритмов, сколько с недостаточной зрелостью процессов инженерии данных, инфраструктурной готовности, мониторинга и организационного сопровождения. В научной литературе данная проблема обозначается как «последняя миля ML» (last-mile ML problem) [3] и включает вопросы воспроизводимости экспериментов, управления версиями данных и моделей, автоматизации конвейеров переобучения, обнаружения дрейфа и обеспечения аудируемости решений.

Существующие подходы к оценке зрелости ML-систем, такие как модели MLOps Maturity (Microsoft) [4] и ML Test Score (Google) [5], предлагают полезные эвристики, однако не формализованы в виде единой шкалы с количественными критериями перехода между уровнями. Это затрудняет их использование в корпоративном контексте, где решения о запуске систем в промышленную эксплуатацию должны быть обоснованы измеримыми показателями и одобрены кросс-функциональными комитетами.

Целью настоящего исследования является разработка формализованного фреймворка оценки production-readiness ML-систем, включающего: (1) десятиуровневую шкалу зрелости Production Readiness Level (PRL); (2) систему количественных метрик и quality gates для каждого уровня; (3) методологию обнаружения и коррекции concept drift; (4) практические рекомендации по внедрению фреймворка в корпоративные процессы.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- впервые предложена формализованная десятиуровневая шкала PRL, адаптированная для ML-систем в корпоративном контексте, с количественными критериями перехода между уровнями;
- разработана система quality gates, интегрирующая метрики качества данных, производительности моделей, инфраструктурной готовности и операционной устойчивости;
- предложена комплексная методология мониторинга дрейфа, объединяющая статистические критерии (PSI, KL-дивергенция, тест Колмогорова — Смирнова) с алгоритмическими детекторами (ADWIN, Page — Hinkley) в единую систему принятия решений о переобучении;
- проведена практическая апробация фреймворка на реальных проектах внедрения ИИ-систем, подтвердившая его эффективность в снижении доли проектов, не достигших промышленной эксплуатации.

1. Обзор литературы и существующих подходов

Проблематика перехода ML-систем от экспериментальной стадии к промышленной эксплуатации находится на пересечении нескольких исследовательских направлений: MLOps (Machine Learning Operations), software engineering for ML и AI governance.

1.1. Концепция Technology Readiness Level и её адаптации

Концепция Technology Readiness Level (TRL) была разработана NASA в 1970-х годах для оценки зрелости технологий в аэрокосмической отрасли и впоследствии получила широкое распространение в оборонной промышленности, энергетике и других наукоёмких секторах [6]. Шкала TRL включает 9 уровней — от фундаментальных исследований (TRL 1) до проверенной системы в реальных условиях эксплуатации (TRL 9). Ключевым достоинством подхода является формализация критериев перехода между уровнями, что обеспечивает прозрачность принятия решений о финансировании и запуске.

Попытки адаптировать TRL для области ИИ и ML предпринимались неоднократно. De Bruin и коллеги [7] предложили AI Readiness Framework, ориентированный на оценку организационной зрелости в области ИИ. Однако данный подход сосредоточен на стратегическом уровне и не предоставляет операционных метрик для оценки конкретных ML-систем. Lavin и коллеги [8] ввели понятие Technology Readiness Levels for Machine Learning Systems, предложив девятиуровневую шкалу, однако не формализовали количественные критерии перехода и не рассмотрели аспекты мониторинга дрейфа и операционной устойчивости.

1.2. Модели зрелости MLOps

Microsoft предложила модель MLOps Maturity Model [4], включающую пять уровней — от отсутствия автоматизации (Level 0) до полной CI/CD/CT-автоматизации (Level 4). Google в работе Breck и коллег [5] представила ML Test Score — набор из 28 тестов, сгруппированных по категориям (данные, модель, инфраструктура, мониторинг). Оба подхода предоставляют ценные практические рекомендации, однако не объединены в единую формализованную шкалу с количественными порогами перехода.

Amershi и коллеги [9] провели крупномасштабное исследование практик ML-инженерии в Microsoft, выявив ключевые проблемы: управление качеством данных, воспроизводимость экспериментов и необходимость непрерывного мониторинга. Sculley и коллеги [10] в основополагающей работе «Hidden Technical Debt in Machine Learning Systems» систематизировали источники технического долга в ML-системах, включая проблемы зависимости данных, обратной связи и конфигурационного долга.

1.3. Проблема *concept drift*

Concept drift — изменение статистических свойств целевой переменной, которую модель призвана предсказывать, с течением времени [11] — является одной из ключевых угроз стабильности ML-систем в промышленной эксплуатации. Gama и коллеги [12] предложили классификацию типов дрефта: внезапный (sudden), постепенный (gradual), инкрементальный (incremental) и рекуррентный (recurring). Lu и коллеги [13] представили обзор методов обнаружения дрефта, выделив статистические подходы (Page — Hinkley test, ADWIN), подходы на основе мониторинга производительности модели и подходы на основе анализа распределений входных признаков.

Для количественной оценки дрефта распределений широко применяются Population Stability Index (PSI) [14], дивергенция Кульбака — Лейблера (KL) [15] и тест Колмогорова — Смирнова (KS) [16]. Однако в научной литературе отсутствует комплексная методология, объединяющая различные статистические критерии и алгоритмические детекторы в единую систему принятия решений о переобучении модели с учётом корпоративных ограничений (стоимость переобучения, требования аудируемости, SLA).

Таким образом, анализ литературы позволяет выделить следующие лакуны: (1) отсутствие единой формализованной шкалы зрелости ML-систем с количественными критериями перехода; (2) недостаточная интеграция аспектов мониторинга дрефта в модели оценки production-readiness; (3) ограниченное количество эмпирических исследований применения фреймворков зрелости в реальных корпоративных проектах. Настоящая работа направлена на устранение указанных лагун.

2. Методология исследования

Исследование проведено с использованием комбинированной методологии, включающей:

- систематический анализ литературы (systematic literature review) для синтеза существующих подходов к оценке зрелости ML-систем [17];

- конструктивное исследование (design science research) [18] для разработки фреймворка PRL;

- практическую апробацию (case study) [19] для валидации фреймворка на реальных проектах.

Базой для эмпирической валидации послужили 37 проектов внедрения ML-систем, реализованных компанией Insight AI в период 2023–2025 гг. для корпоративных заказчиков в секторах финансов, ритейла, промышленности и телекоммуникаций. Проекты различались по масштабу (от отдельных ML-моделей до комплексных ИИ-платформ), типу задач (классификация, регрессия, рекомендательные системы, NLP, компьютерное зрение) и инфраструктурным требованиями (облачные, on-premise и гибридные развёртывания).

Для оценки эффективности фреймворка использовались следующие метрики: доля проектов, достигших промышленной эксплуатации (production deployment rate); среднее время от PoC до production (time-to-production, TTP); количество инцидентов деградации качества в первые 90 дней эксплуатации; уровень удовлетворённости заказчиков (NPS).

3. Фреймворк Production Readiness Level (PRL)

3.1. Архитектура фреймворка

Предлагаемый фреймворк PRL представляет собой десятиуровневую шкалу оценки зрелости ML-систем, структурированную по четырём осям (dimensions): качество данных (Data Quality, DQ), качество модели (Model Quality, MQ), инфраструктурная готовность (Infrastructure Readiness, IR) и операционная устойчивость (Operational Resilience, OR). Каждый уровень PRL определяется набором обязательных критериев (quality gates) по каждой из четырёх осей, прохождение которых является необходимым условием для перехода на следующий уровень.

Общая формула определения уровня PRL системы:

$$PRL(S) = \min(DQ(S), MQ(S), IR(S), OR(S)) \tag{1}$$

где S — оцениваемая ML-система, а DQ, MQ, IR, OR — уровни зрелости по соответствующим осям. Принцип минимума отражает тот факт, что общая готовность системы ограничена наименее зрелым компонентом, аналогично «бутылочному горлышку» в теории ограничений [20].

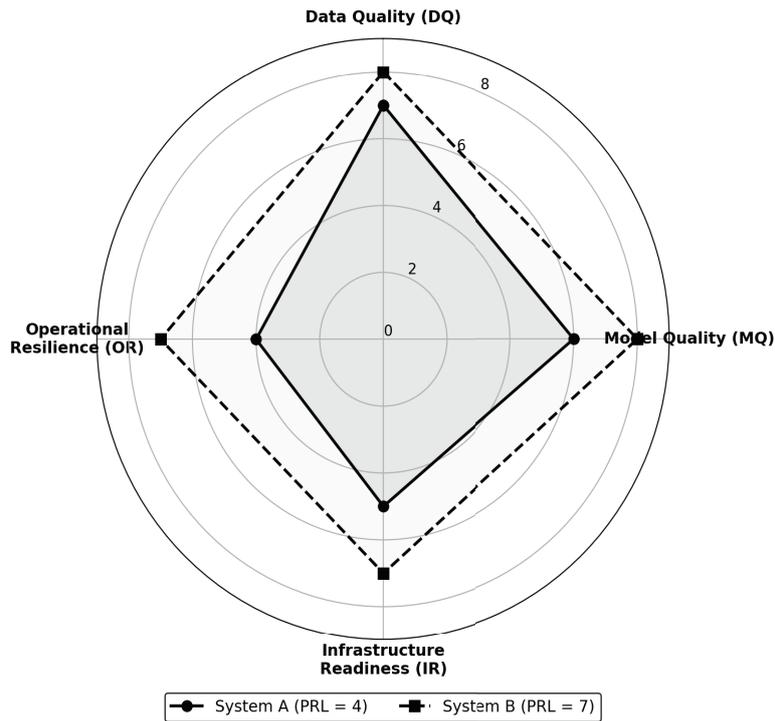


Рис. 1. Визуализация оценки PRL по четырём осям для двух ML-систем (System A — PRL 4, System B — PRL 7).
Общий уровень PRL определяется минимальным значением по осям

3.2. Описание уровней PRL

Ниже приведена характеристика десяти уровней PRL с указанием ключевых критериев для каждой оси оценки (таблица 1).

Таблица 1. Шкала Production Readiness Level (PRL)

PRL	Название уровня	Data Quality (DQ)	Model Quality (MQ)	Infrastructure (IR)	Operations (OR)
0	Идея / Discovery	Данные не исследованы	Модель не определена	Нет инфраструктуры	Нет процессов
1	Аудит данных	EDA завершён, профиль данных задокумент	Baseline определён	Рабочее окружение	Стейкхолдеры определены
2	Data Pipeline	Пайплайн подготовки данных автоматиз	Эксперимент. окружение настроено	Версионир. данных и кода	KPI определены и согласованы
3	MVP модели	Качество данных > порога	MVP обучен, метрики > baseline	CI для обучения	Бизнес-метрики отслеживаются
4	Пилот	Data quality checks автоматиз	A/B-тест проведён	CI/CD pipeline	HITL-процесс определён
5	Pre-production	Мониторинг дрефта вх. данных	Модель валидир. на hold-out, shadow mode	Staging-среда развёрнута	SLA/SLO определены
6	Production (ограниченный)	Drift alerts настроены	Canary/blue-green deploy	Rollback автоматизир	Incident response план
7	Production (полный)	Автоматич. retrain pipeline	Champion/ Challenger	Auto-scaling, fault tolerance	Операц. runbook, on-call
8	Оптимизация	Feature store, data lineage	Автоматич. подбор гиперпарам	Cost optimization, GPU sharing	Post-mortem процесс
9	Непрерывная эволюция	Автоматич. обнаруж. новых признаков	Self-healing pipeline	Multi-region, DR-план	Непрерыв. аудит, compliance

Каждый уровень PRL содержит чёткие критерии перехода (quality gates), которые формализованы через количественные пороговые значения и верифицируемые артефакты. Система следует принципу «fail-fast»: переход на следующий уровень невозможен без подтверждения выполнения всех обязательных критериев текущего уровня.

3.3. Система quality gates

Quality gates (контрольные точки качества) представляют собой формализованные проверки, прохождение которых является обязательным условием для продвижения ML-системы на следующий уровень PRL. Каждый quality gate определяется четырьмя параметрами: (1) метрика — количественный показатель, подлежащий проверке; (2) пороговое значение — минимально допустимый уровень метрики; (3) метод верификации — способ проверки соответствия; (4) ответственный — роль, подтверждающая прохождение gate.

В таблице 2 представлены ключевые quality gates для перехода с уровня PRL 4 (Пилот) на уровень PRL 5 (Pre-production), так как именно этот переход является критическим барьером в большинстве корпоративных проектов.

Таблица 2. Quality gates для перехода PRL 4 → PRL 5

№	Quality Gate	Метрика / Порог	Метод верификации	Ответственный
QG-1	Полнота данных	Missing rate < 5 % для critical features	Автоматизир. проверка при ingestion	Data Engineer
QG-2	Целостность пайплайна	100 % тестов пройдено	CI/CD, unit + integration tests	ML Engineer
QG-3	Метрика модели	Целевая > baseline + Δ (согласов.)	Hold-out eval + A/B-тест	Data Scientist
QG-4	Латентность	P99 < SLO (напр. 200 мс)	Нагрузочное тестирование	DevOps Engineer
QG-5	Аудируемость	Model card заполнена, lineage документируется	Ревью документации	ML Tech Lead
QG-6	Fairness / Bias	Disparate impact < 0.2 для защищ. групп	Bias audit report	Data Scientist + Product
QG-7	Shadow mode	≥ 14 дней без аномалий	Сравнение shadow vs production	ML Tech Lead

4. Методология мониторинга дрейфа

Мониторинг дрейфа является критическим компонентом обеспечения операционной устойчивости ML-систем в промышленной эксплуатации. В рамках предлагаемого фреймворка PRL мы выделяем три типа дрейфа, требующих различных подходов к обнаружению и коррекции.

4.1. Классификация типов дрейфа

В контексте промышленных ML-систем мы выделяем следующие типы дрейфа:

1) Дрейфт входных данных (data drift, covariate shift) — изменение распределения входных признаков $P(X)$, при неизменном отображении $P(Y|X)$. Пример: изменение демографического профиля пользователей рекомендательной системы в результате маркетинговой кампании.

2) Дрейфт концепта (concept drift) — изменение условного распределения $P(Y|X)$, то есть изменение самой зависимости между признаками и целевой переменной. Пример: изменение паттернов потребления в ресторанной сети в результате макроэкономических факторов.

3) Дрейфт метки (label drift, prior probability shift) — изменение распределения целевой переменной $P(Y)$ при неизменном $P(Y|X)$. Пример: изменение доли положительных примеров в задаче классификации оттока клиентов.

4.2. Метрики обнаружения дрейфа

Для каждого типа дрейфа предлагается набор статистических метрик с обоснованием пороговых значений (таблица 3).

Таблица 3. Метрики обнаружения дрефта и пороговые значения

Метрика	Описание	Warning порог	Critical порог	Тип дрефта
PSI	Population Stability Index	0.1	0.25	Data drift
KL-дивергенция	Кульбак — Лейблер	0.05	0.1	Data drift
KS-тест	Колмогоров — Смирнов (p-value)	< 0.05	< 0.01	Data drift
ADWIN	Adaptive Windowing (δ)	$\delta = 0.01$	$\delta = 0.002$	Concept drift
Page — Hinkley	Кумул. отклонение от среднего	$\lambda = 50$	$\lambda = 100$	Concept drift
Performance Δ	Деградация целевой метрики	> 5 % от SLO	> 15 % от SLO	Все типы

4.3. Алгоритм принятия решений о переобучении

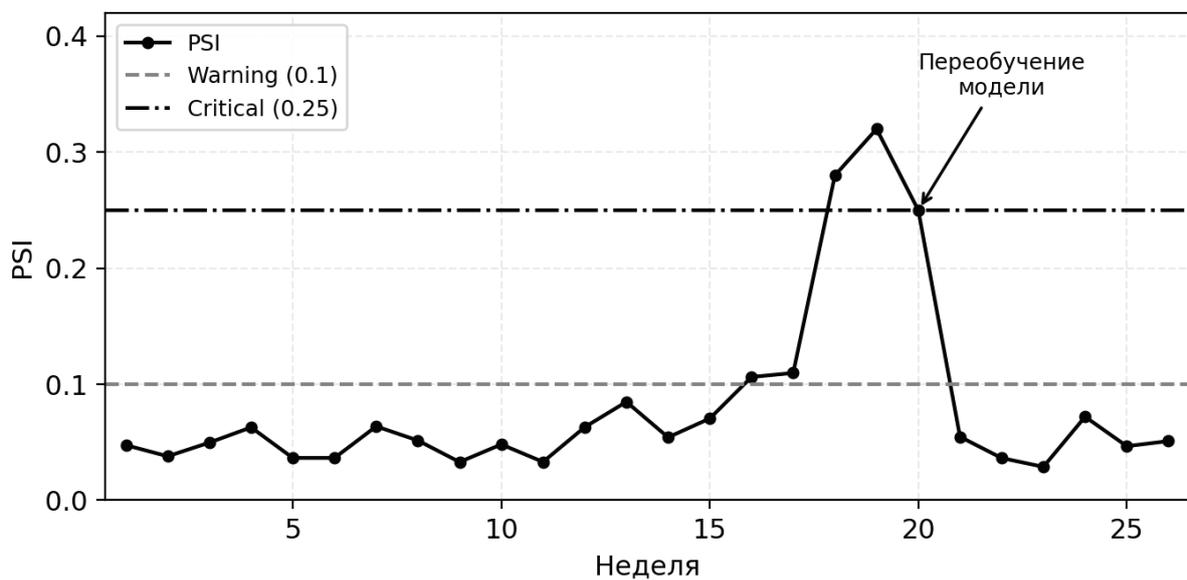


Рис. 2. Динамика метрики PSI по неделям для промышленной ML-системы. Пунктирные линии — пороги warning (0.1) и critical (0.25). Стрелкой отмечен момент переобучения модели, после которого PSI возвращается к нормальным значениям

На основе описанных метрик предлагается формализованный алгоритм принятия решений о переобучении модели. Алгоритм реализует двухуровневую систему порогов (warning / critical) и учитывает корпоративные ограничения:

Шаг 1. Непрерывный мониторинг: для каждого входного признака и целевой метрики модели вычисляются метрики дрефта на скользящем окне (рекомендуемый размер окна — 7 дней для высокочастотных систем, 30 дней для систем с низкой частотой обновления).

Шаг 2. Классификация алерта: при превышении порога warning по любой из метрик формируется предупреждение. При превышении порога critical формируется инцидент. Для снижения ложноположительных срабатываний применяется правило консенсуса: инцидент эскалируется только при одновременном превышении critical-порога по двум или более метрикам.

Шаг 3. Оценка влияния: при возникновении инцидента оценивается влияние дрефта на бизнес-метрики. Если деградация целевой бизнес-метрики превышает согласованный порог (определяется на этапе SLA/SLO), инициируется процедура переобучения.

Шаг 4. Переобучение и валидация: запуск автоматизированного пайплайна переобучения с обязательной валидацией новой модели на hold-out наборе и shadow deployment перед заменой текущей модели в production. Применяется паттерн champion/challenger: новая модель (challenger) должна превосходить текущую (champion) по целевой метрике с заданным уровнем статистической значимости ($p < 0.05$).

Формально условие замены модели может быть записано следующим образом:

$$Replace(M_{champion}, M_{challenger}) \Leftrightarrow Metric(M_{challenger}) > Metric(M_{champion}) \wedge p < \alpha \tag{2}$$

где α — уровень значимости (обычно 0.05), а p — p-value статистического теста сравнения метрик моделей.

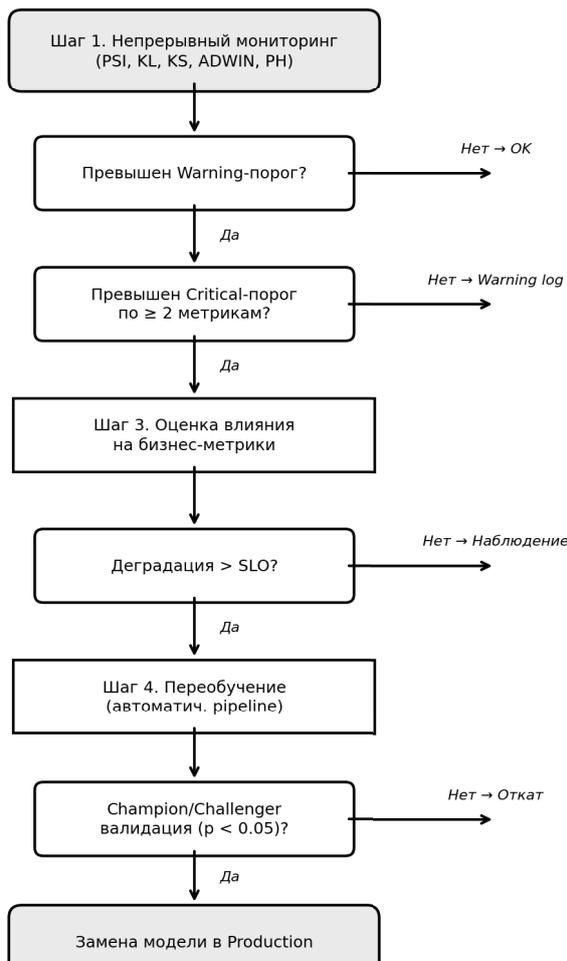


Рис. 3. Блок-схема алгоритма принятия решений о переобучении модели при обнаружении дрефта

5. Эмпирическая валидация фреймворка

5.1. Описание контекста и выборки

Практическая апробация фреймворка PRL проведена на базе проектов компании Insight AI — продуктивно-инженерной компании, специализирующейся на разработке и внедрении ИИ-систем для корпоративных заказчиков. В выборку вошли 37 проектов, реализованных в период 2023–2025 гг. Распределение проектов по отраслям: финансы — 10 (27 %), ритейл/HoReCa — 9 (24 %), промышленность — 8 (22 %), телекоммуникации — 6 (16 %), другие — 4 (11 %). Распределение по типу ML-задач: классификация — 12 (32 %), регрессия/прогнозирование — 8 (22 %), рекомендательные системы — 7 (19 %), NLP — 6 (16 %), компьютерное зрение — 4 (11 %).

5.2. Дизайн исследования

Для оценки эффективности фреймворка использовалась квазиэкспериментальная схема: первые 15 проектов (реализованных до внедрения PRL) составили контрольную группу (baseline), оставшиеся 22 проекта (реализованных с применением PRL) — экспериментальную группу. Сравнение проводилось по четырём ключевым метрикам.

Таблица 4. Сравнительные результаты до и после внедрения PRL

Метрика	Без PRL (n=15)	С PRL (n=22)	Δ
Production deployment rate	32 % (5 из 15)	78 % (17 из 22)	+46 п.п
Median time-to-production (мес.)	8.5	4.2	-51 %
Инциденты деградации (90 дней)	4.2 на проект	1.1 на проект	-74 %
NPS заказчиков	38	72	+34

5.3. Анализ результатов

Наиболее значимым результатом является увеличение доли проектов, достигших промышленной эксплуатации, с 32 % до 78 % (рост на 46 процентных пунктов). Данный результат статистически значим (точный тест Фишера, $p = 0.008$). Медианное время от PoC до production сократилось с 8.5 до 4.2 месяцев (снижение на 51 %), что объясняется ранним выявлением инфраструктурных и организационных рисков на нижних уровнях PRL, а также стандартизацией артефактов и процессов.

Количество инцидентов деградации качества в первые 90 дней эксплуатации снизилось в 3.8 раза (с 4.2 до 1.1 на проект), что объясняется систематическим мониторингом дрейфа и наличием автоматизированных процедур реагирования, внедрённых на уровнях PRL 5–7.

Рост NPS заказчиков с 38 до 72 указывает на повышение уровня удовлетворённости и доверия к ИИ-системам, что коррелирует с улучшением прозрачности процесса разработки и снижением числа «провальных» пилотов.

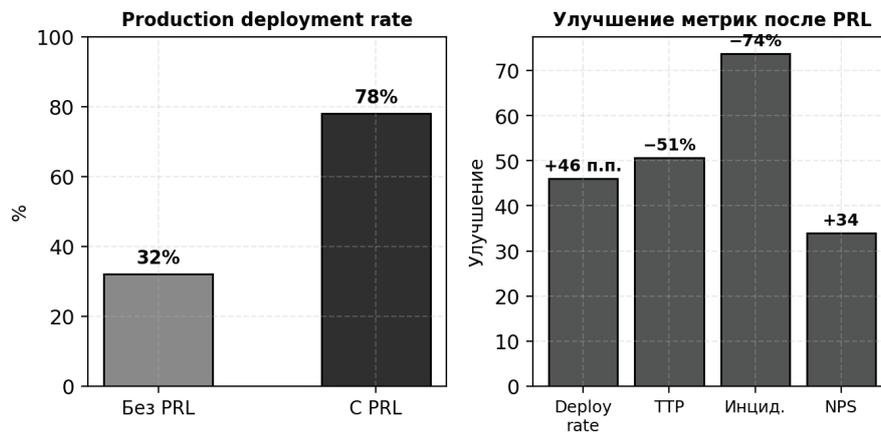


Рис. 4. Сравнение ключевых метрик до и после внедрения фреймворка PRL: (а) доля проектов, достигших production; (б) совокупное улучшение по четырём метрикам

5.4. Анализ типичных точек провала

Анализ проектов, не достигших промышленной эксплуатации, позволил выявить наиболее частые уровни PRL, на которых происходило «застревание» проектов (таблица 5).

Таблица 5. Распределение проектов по уровням «застревания» (экспериментальная группа)

Уровень PRL	Кол-во проектов	Доля	Типичная причина
PRL 2	1	20 %	Недостаточное качество исходных данных
PRL 3	1	20 %	Метрика модели не превысила baseline
PRL 4	2	40 %	Организационные барьеры (отсутствие ownership)
PRL 5	1	20 %	Инфраструктурные ограничения (closed contour)

Как видно из таблицы 5, наиболее частой причиной «застревания» является переход PRL 4 → PRL 5 (от пилота к pre-production), что подтверждает критическую значимость quality gates, разработанных для данного перехода (см. таблицу 2). Примечательно, что 40 % провалов связаны не с техническими, а с организационными факторами (отсутствие бизнес-ownership, невозможность согласования SLA), что подчёркивает необходимость включения операционной оси (OR) в фреймворк оценки.

6. Обсуждение результатов

Предложенный фреймворк PRL обладает рядом преимуществ перед существующими подходами. Во-первых, в отличие от модели MLOps Maturity (Microsoft) [4], которая оценивает зрелость организации в целом, PRL оценивает зрелость конкретной ML-системы, что позволяет применять различные стратегии для проектов с разным уровнем готов-

ности в рамках одной организации. Во-вторых, в отличие от ML Test Score (Google) [5], который представляет набор бинарных тестов, PRL предоставляет упорядоченную шкалу с чёткими переходами, что упрощает коммуникацию с бизнес-стейкхолдерами и планирование ресурсов.

Интеграция мониторинга дрейфа непосредственно в шкалу зрелости (уровни PRL 5–7) является, по мнению автора, концептуальным вкладом работы, поскольку существующие фреймворки рассматривают мониторинг как отдельную активность, не связанную с оценкой готовности системы к эксплуатации.

Вместе с тем необходимо отметить ограничения исследования. Выборка из 37 проектов, реализованных одной компанией, не позволяет утверждать универсальную применимость фреймворка. Квазиэкспериментальный дизайн (сравнение «до» и «после» без рандомизации) не исключает влияния конфаундеров (рост зрелости команды, изменение типа проектов). Пороговые значения метрик дрейфа (таблица 3) калиброваны на основе практического опыта и опубликованных рекомендаций, однако могут требовать адаптации для специфических доменов.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: (1) валидация фреймворка на более широкой выборке проектов и организаций; (2) разработка автоматизированного инструмента (toolkit) для оценки PRL; (3) исследование корреляции уровня PRL с долгосрочной операционной устойчивостью ML-систем (> 12 месяцев); (4) адаптация фреймворка для генеративных ИИ-систем (LLM) и мультимодальных моделей, где проблемы дрейфа и качества данных проявляются иначе.

Отдельного обсуждения заслуживает вопрос применимости фреймворка в условиях закрытого контура (closed contour) — архитектурного ограничения, типичного для ряда корпоративных заказчиков в секторах финансов, государственного управления и оборонной промышленности. В подобных условиях возможности облачных MLOps-платформ существенно ограничены, что повышает значимость локальных (on-premise) решений для мониторинга дрейфа и автоматизации переобучения. Опыт автора показывает, что в проектах с закрытым контуром среднее время достижения PRL 6 увеличивается на 40–60 % по сравнению с облачными развёртываниями, что требует более раннего планирования инфраструктурных компонентов (начиная с PRL 2).

Также следует отметить, что фреймворк PRL может быть интегрирован с существующими корпоративными процессами управления проектами и рисками. В частности, уровни PRL могут быть включены в stage-gate модели управления проектами (Cooper, 2008), где каждый gate принятия решения о продолжении проекта дополняется требованием достижения определённого уровня PRL. Это позволяет существенно повысить качество решений об инвестициях в ML-проекты на ранних стадиях и снизить объём «утопленных затрат» (sunk costs) при своевременной остановке бесперспективных инициатив.

Наконец, важно подчеркнуть культурный аспект внедрения фреймворка. Переход от «науки ради науки» (data science as research) к «инженерии ради результата» (data science as engineering discipline) требует изменения ментальных моделей как со стороны команд Data Science, так и со стороны бизнес-заказчиков. Фреймворк PRL, формализуя критерии готовности через измеримые показатели, способствует формированию общего языка между техническими и бизнес-стейкхолдерами, что является необходимым условием успешного масштабирования ML-инициатив в корпоративном контексте.

7. Практические рекомендации по внедрению фреймворка PRL

На основе опыта практической апробации фреймворка PRL в 37 проектах автор формулирует ряд рекомендаций для организаций, планирующих его внедрение.

7.1. Организационные предпосылки

Эффективное внедрение фреймворка PRL требует наличия ряда организационных предпосылок. Прежде всего, необходимо формирование кросс-функциональной команды (ML-инженеры, DevOps, продуктовые менеджеры, представители бизнеса), разделяющей ответственность за прохождение quality gates. Практика показала, что назначение единого «владельца PRL» (PRL Owner) — роли, координирующей оценку зрелости и обеспечивающей прозрачность для стейкхолдеров — существенно повышает эффективность процесса. В проектах с назначенным PRL Owner медианное время достижения PRL 6 составило 3.8 месяца, тогда как в проектах без выделенной роли — 6.1 месяца.

Вторым важным условием является наличие инфраструктуры для автоматизированного вычисления метрик PRL. Ручная оценка качества данных, производительности модели и показателей дрейфа не масштабируется и создаёт риски субъективности. Рекомендуется создание централизованного дашборда (PRL Dashboard), агрегирующего метрики по всем четырём осям в реальном времени и визуализирующего текущий уровень PRL каждой системы.

7.2. Поэтапная стратегия внедрения

Рекомендуется поэтапное внедрение фреймворка, начиная с наиболее критичных проектов. На первом этапе (1–2 месяца) проводится калибровка: пороговые значения quality gates адаптируются под специфику организации и домена.

На втором этапе (2–4 месяца) фреймворк применяется к 2–3 пилотным проектам с целью сбора обратной связи и доработки процессов. На третьем этапе (4–6 месяцев) PRL становится обязательным элементом жизненного цикла всех ML-проектов организации.

Важно подчеркнуть, что фреймворк PRL не является бюрократическим барьером, замедляющим разработку. Напротив, раннее выявление проблем (на уровнях PRL 1–3) позволяет избежать дорогостоящих неудач на поздних стадиях. Аналогия с «пирамидой тестирования» в программной инженерии [21] уместна: стоимость устранения дефекта растёт экспоненциально с каждой стадией, на которой он обнаруживается.

7.3. Адаптация для различных типов ML-задач

Пороговые значения quality gates могут варьироваться в зависимости от типа ML-задачи и доменной специфики. Для систем реального времени (рекомендательные системы, fraud detection) критичны метрики латентности и отказоустойчивости, тогда как для пакетных систем (monthly forecasting, batch scoring) более значимы метрики воспроизводимости и аудируемости. В регулируемых отраслях (финансы, здравоохранение) ось операционной устойчивости (OR) требует дополнительных проверок на соответствие нормативным требованиям (compliance checks).

Для систем на основе больших языковых моделей (LLM) фреймворк требует расширения с учётом специфических рисков: галлюцинации, утечка конфиденциальной информации, нестабильность генерации. В этом случае ось качества модели (MQ) должна включать метрики оценки фактологической точности, токсичности и соответствия инструкциям, а мониторинг дрефта — охватывать не только статистические свойства входных данных, но и семантические характеристики генерируемых ответов.

7.4. Экономическая обоснованность

Внедрение фреймворка PRL сопряжено с определёнными затратами: разработка и поддержка PRL Dashboard, обучение команды, трудозатраты на проведение ревью quality gates. По оценкам автора, накладные расходы составляют 8–12 % от общего бюджета ML-проекта. Однако экономический эффект значительно превышает затраты: сокращение доли провальных проектов (с 68 % до 22 %) и снижение time-to-production (с 8.5 до 4.2 месяцев) приводят к существенной экономии ресурсов. При средней стоимости ML-проекта в 5–15 млн рублей потери от неудачных пилотов могут составлять десятки миллионов рублей в год для крупной организации.

Заключение

В настоящей работе представлен оригинальный фреймворк оценки готовности систем машинного обучения к промышленной эксплуатации — Production Readiness Level (PRL). Фреймворк формализует процесс перехода ML-системы от идеи до промышленной эксплуатации через десятиуровневую шкалу зрелости, структурированную по четырём осям: качество данных, качество модели, инфраструктурная готовность и операционная устойчивость.

Ключевые результаты исследования:

1. Разработана десятиуровневая шкала PRL с количественными критериями перехода (quality gates), обеспечивающая прозрачность и воспроизводимость оценки готовности ML-систем.
2. Предложена комплексная методология мониторинга дрефта, интегрирующая статистические критерии (PSI, KL-дивергенция, KS-тест) и алгоритмические детекторы (ADWIN, Page — Hinkley) в единую систему принятия решений о переобучении.
3. Практическая апробация на 37 реальных проектах подтвердила эффективность фреймворка: доля проектов, достигших промышленной эксплуатации, выросла с 32 % до 78 %, медианное время до production сократилось на 51 %, количество инцидентов деградации снизилось в 3.8 раза.

Результаты исследования могут быть использованы руководителями подразделений Data Science, ML-инженерами и архитекторами ИИ-решений для систематизации процессов внедрения ML-систем в корпоративном контексте, снижения доли «пилотных ловушек» и повышения операционной устойчивости ИИ-решений в промышленной эксплуатации.

Литература:

1. McKinsey & Company. The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value. — McKinsey Global Survey, 2024. — URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (дата обращения: 15.01.2026).
2. Gartner, Inc. Predicts 2022: AI Development Life Cycle Optimization Drives Value from AI. — Gartner Research, 2022. — 28 с.

3. Paleyes, A., Urma, R.-G., Lawrence, N. D. Challenges in Deploying Machine Learning: a Survey of Case Studies // ACM Computing Surveys. — 2022. — Vol. 55, № 6. — С. 1–29.
4. Microsoft. MLOps Maturity Model. — Microsoft Azure Documentation, 2023. — URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/ai-ml/guide/mlops-maturity-model> (дата обращения: 15.01.2026).
5. Breck, E., Cai, S., Nielsen, E., Salib, M., Sculley, D. The ML Test Score: A Rubric for ML Production Readiness and Technical Debt Reduction // Proceedings of IEEE Big Data. — 2017. — С. 1123–1132.
6. Mankins, J. C. Technology readiness levels: A white paper. — NASA, 1995. — 5 с.
7. De Bruin, T., Rosemann, M., Freeze, R., Kulkarni, U. Understanding the main phases of developing a maturity assessment model // Proceedings of ACIS. — 2005. — С. 8–19.
8. Lavin, A., Gilligan-Lee, C. M., Visber, A. et al. Technology Readiness Levels for Machine Learning Systems // Nature Communications. — 2022. — Vol. 13, № 1. — Art. 6039.
9. Amershi, S., Begel, A., Bird, C. et al. Software Engineering for Machine Learning: A Case Study // Proceedings of IEEE/ACM ICSE-SEIP. — 2019. — С. 291–300.
10. Sculley, D., Holt, G., Golovin, D. et al. Hidden Technical Debt in Machine Learning Systems // Proceedings of NeurIPS. — 2015. — С. 2503–2511.
11. Widmer, G., Kubat, M. Learning in the presence of concept drift and hidden contexts // Machine Learning. — 1996. — Vol. 23, № 1. — С. 69–101.
12. Gama, J., Žliobaitė, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., Bouchachia, A. A survey on concept drift adaptation // ACM Computing Surveys. — 2014. — Vol. 46, № 4. — С. 1–37.
13. Lu, J., Liu, A., Dong, F., Gu, F., Gama, J., Zhang, G. Learning under Concept Drift: A Review // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. — 2019. — Vol. 31, № 12. — С. 2346–2363.
14. Yurdakul, B. Statistical Properties of Population Stability Index // Journal of Model Risk Validation. — 2023. — Vol. 15, № 3. — С. 45–62.
15. Kullback, S., Leibler, R. A. On Information and Sufficiency // The Annals of Mathematical Statistics. — 1951. — Vol. 22, № 1. — С. 79–86.
16. Massey, F. J. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit // Journal of the American Statistical Association. — 1951. — Vol. 46, № 253. — С. 68–78.
17. Kitchenham, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. — Keele University Technical Report TR/SE-0401. — 2004. — 33 с.
18. Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., Ram, S. Design Science in Information Systems Research // MIS Quarterly. — 2004. — Vol. 28, № 1. — С. 75–105.
19. Yin, R. K. Case Study Research: Design and Methods. — 5th ed. — SAGE Publications, 2014. — 282 с.
20. Goldratt, E. M. Theory of Constraints. — North River Press, 1999. — 162 с.
21. Boehm, B. W., Papaccio, P. N. Understanding and Controlling Software Costs // IEEE Transactions on Software Engineering. — 1988. — Vol. 14, № 10. — С. 1462–1477.

Искусственный интеллект как фактор трансформации современных технологий

Измайлов Тимофей Евгеньевич, студент магистратуры
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

В статье рассматриваются современные направления развития и применения искусственного интеллекта в науке, экономике и повседневной коммуникации. Показано, что искусственный интеллект перестал быть экспериментальной технологией и стал важнейшим инструментом анализа данных, автоматизации и поддержки принятия решений. Выделены ключевые проблемы внедрения, связанные с этическими рисками, дефицитом квалифицированных кадров и качеством данных. Подчёркнута необходимость комплексного подхода к интеграции технологий искусственного интеллекта в социально-экономические процессы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, анализ данных, цифровая трансформация, автоматизация, коммуникация.

Современный этап развития цифровых технологий характеризуется активным внедрением решений на основе искусственного интеллекта (ИИ) в различные сферы

деятельности. По мере роста объёмов данных и усложнения социально-экономических процессов традиционные методы анализа оказываются недостаточными, что

обуславливает спрос на интеллектуальные системы поддержки принятия решений. ИИ становится важнейшим элементом цифровой трансформации, влияя на организацию труда, научные исследования и формы коммуникации в обществе. Цель исследования заключается в анализе ключевых направлений развития ИИ, а также в выявлении преимуществ и ограничений его практического применения.

Исследователи отмечают, что ИИ представляет собой совокупность методов и технологий, направленных на моделирование интеллектуальной деятельности человека. Так, А. В. Горохов [1] рассматривает ИИ как междисциплинарное направление, объединяющее информатику, математику и когнитивные науки, подчёркивая его роль в автоматизации сложных интеллектуальных задач. В работах В. С. Шмагина [5] показана эволюция ИИ от экспертных систем к современным методам машинного обучения, основанным на больших данных. С. И. Бурханова [2] связывает качественный скачок в развитии ИИ с распространением нейронных сетей, обеспечивших рост точности распознавания образов и прогнозирования. А. Н. Краснов [7] характеризует ИИ как прорывную инновацию, способную трансформировать бизнес-модели и управленческие процессы.

Важным направлением практического применения ИИ является анализ данных. М. В. Мокшанов [4] отмечает, что интеллектуальные алгоритмы позволяют выявлять скрытые закономерности в больших массивах информации, повышая обоснованность управленческих решений. Использование методов машинного обучения в экономике, медицине и промышленности способствует снижению влияния человеческого фактора и ускорению обработки информации. Одновременно возрастает значение качества исходных данных и корректности их интерпретации, поскольку ошибки на этапе обучения моделей могут приводить к систематическим искажениям результатов.

Отдельного внимания заслуживает влияние ИИ на научную деятельность и коммуникацию. Л. А. Иванова [3] указывает на двойственный характер использования ИИ при подготовке научных публикаций: с одной стороны, интеллектуальные инструменты ускоряют поиск и структурирование информации, с другой — создают риски снижения академической добросовестности и подмены исследовательской деятельности автоматизированной генерацией текстов. В сфере повседневной коммуникации, по мнению Р. С. Исламова [6], ИИ-системы (чат-боты, рекомендательные сервисы, голосовые ассистенты) формируют новые модели взаимодействия человека и цифровых

платформ, повышая доступность сервисов, но одновременно усиливая зависимость пользователей от алгоритмических решений.

Практическое внедрение технологий ИИ, как правило, осуществляется поэтапно. На аналитическом этапе проводится оценка задач и процессов, где применение интеллектуальных алгоритмов способно дать наибольший эффект, а также анализируется готовность инфраструктуры и персонала. Интеграционный этап включает выбор моделей машинного обучения, подготовку данных и внедрение решений в существующие информационные системы. Этап сопровождения предполагает мониторинг качества работы алгоритмов, обновление моделей, обеспечение информационной безопасности и повышение цифровых компетенций сотрудников. Такой подход позволяет минимизировать риски и обеспечить устойчивость ИИ-решений в долгосрочной перспективе.

Несмотря на значительный потенциал ИИ, его внедрение сопровождается рядом проблем. Среди них — дефицит квалифицированных специалистов в области анализа данных и машинного обучения [2, 4], высокая стоимость разработки и поддержки интеллектуальных систем, а также этические и правовые риски, связанные с непрозрачностью алгоритмов и возможной дискриминацией при автоматизированном принятии решений. Дополнительным ограничением остаётся недоверие пользователей к рекомендациям ИИ-систем, что требует развития механизмов интерпретируемости и объяснимости моделей.

Перспективы развития ИИ связаны с дальнейшей интеграцией нейронных сетей, больших данных и облачных технологий в единую цифровую экосистему. По оценкам исследователей, ИИ будет всё активнее использоваться в управлении сложными социально-экономическими системами, прогнозировании рисков и персонализации сервисов [7, 8]. При этом возрастает роль междисциплинарного взаимодействия, объединяющего специалистов в области ИТ, экономики, социологии и права для разработки устойчивых моделей внедрения интеллектуальных технологий.

Таким образом, искусственный интеллект становится одним из ключевых факторов трансформации современных технологий и общественных процессов. Эффективность его применения определяется не только уровнем развития алгоритмов, но и качеством данных, институциональной средой и уровнем подготовки кадров. Комплексный и ответственный подход к внедрению ИИ позволяет реализовать его потенциал в интересах устойчивого социально-экономического развития.

Литература:

1. Горохов А. В. Искусственный интеллект: научная статья / А. В. Горохов [и др.] — Электрон. дан. — 2022. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-2> (дата обращения: 01.03.2026).
2. Бурханова С. И. Искусственный интеллект и нейронные сети: ключевое направление развития современных технологий: научная статья / С. И. Бурханова — Электрон. дан. — 2025. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>.

- ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-neyronnye-seti-klyuchevoe-napravlenie-razvitiya-sovremennyh-tehnologiy (дата обращения: 01.03.2026).
- Иванова Л. А. Искусственный интеллект при написании научных статей: положительный или вредоносный фактор?: научная статья / Л. А. Иванова — Электрон. дан. — 2024. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-pri-napisanii-nauchnyh-statey-polozhitelnyy-ili-vredonosnyy-faktor> (дата обращения: 01.03.2026).
 - Мокшанов М. В. Применение искусственного интеллекта в анализе данных: обзор текущего состояния и будущих направлений: научная статья / М. В. Мокшанов — Электрон. дан. — 2024. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-analize-dannyh-obzor-tekuschego-sostoyaniya-i-buduschih-napravleniy> (дата обращения: 01.03.2026).
 - Шмагин В. С. Обзор и анализ развития искусственного интеллекта: научная статья / В. С. Шмагин [и др.] — Электрон. дан. — 2020. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-analiz-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 01.03.2026).
 - Исламов Р. С. Роль искусственного интеллекта в современной повседневной коммуникации: научная статья / Р. С. Исламов [и др.] — Электрон. дан. — 2025. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-iskusstvennogo-intellekta-v-sovremennoy-povsednevnoy-kommunikatsii> (дата обращения: 01.03.2026).
 - Краснов А. Н. Искусственный интеллект как прорывная инновация: научная статья / А. Н. Краснов [и др.] — Электрон. дан. — 2023. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-kak-progvnaya-innovatsiya> (дата обращения: 01.03.2026).
 - Ворона А. А. Применение технологий искусственного интеллекта: современные реалии и перспективы: научная статья / А. А. Ворона — Электрон. дан. — 2023. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta-sovremennye-realii-i-perspektivy> (дата обращения: 01.03.2026).

Разработка адаптивных алгоритмов глубокого обучения для выявления скрытых нелинейных связей в многомерных временных рядах

Корчашкин Никифор Вячеславович, аспирант

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

Представленная научная статья посвящена разработке адаптивных алгоритмов глубокого обучения для эффективного выявления скрытых нелинейных связей в многомерных временных рядах (МВР), характеризующихся высокой размерностью и нестационарностью. Традиционные подходы демонстрируют ограниченную устойчивость к концептуальному дрейфу и изменению режима данных. Основной вклад исследования заключается в предложении архитектурно-адаптивной методологии, основанной на рекуррентных вариационных автокодировщиках (RVAE), которая интегрирует двухуровневый механизм адаптации: динамическую настройку скорости обучения (модифицированный ADAM) и реконфигурацию топологии сети (прунинг и динамическое добавление нейронов в латентном слое). Разработанный алгоритм позволяет модели гибко подстраиваться под меняющуюся сложность скрытых зависимостей. Для интерпретации выявленных нелинейностей предложен метод анализа важности признаков на основе градиентов. Научная новизна работы состоит в комплексной многоуровневой адаптации и разработке методики количественной оценки и интерпретации скрытых нелинейных взаимодействий. Полученные результаты имеют высокую прикладную значимость для прогнозирования и управления в динамических системах.

Ключевые слова: глубокое обучение, многомерные временные ряды, адаптивные алгоритмы, нелинейные связи, концептуальный дрейф.

Анализ многомерных временных рядов (МВР) представляет собой фундаментальную задачу в различных областях науки и техники, включая экономику, финансы, метеорологию, медицину и промышленное управление. Сложность исследования обусловлена высокой размерностью данных, наличием скрытых нелинейных зависимостей и нестационарным характером процессов. Традиционные статистические методы часто

демонстрируют ограниченную эффективность при работе с такой структурой информации, что стимулирует активное развитие подходов, основанных на глубоком обучении (ГО). Глубокое обучение, в частности, рекуррентные нейронные сети (РНС) и их модификации, обладает потенциалом для автоматического извлечения сложных, иерархических признаков из сырых временных данных.

В контексте МВР глубокое обучение позволяет строить сложные нелинейные модели, способные улавливать как краткосрочные, так и долгосрочные зависимости между компонентами ряда. Модели, основанные на архитектурах LSTM (Long Short-Term Memory) или GRU (Gated Recurrent Unit), эффективно решают проблему затухания или взрыва градиентов, характерную для классических РНС, что критически важно при обработке протяженных последовательностей. Однако, при работе с реальными МВР, где динамика процессов может адаптироваться со временем, статические модели ГО оказываются недостаточными.

Применение нейросетей в прогнозировании экономических процессов, как отмечают Жуков Г. А., Михайлусь В. Е. и Осадчая А. В., демонстрирует их способность к «идентификации скрытых закономерностей, которые не поддаются обнаружению традиционными методами эконометрики» [3, С. 18]. Особенную актуальность приобретают адаптивные алгоритмы ГО, которые способны динамически настраивать свои параметры и структуру в ответ на изменения статистических свойств входных данных. Подобная адаптивность необходима для поддержания точности модели при наличии концептуального дрейфа (concept drift) или изменений режима (regime shifts) в анализируемых процессах.

Научная новизна предлагаемого исследования заключается в разработке и верификации архитектурно-адаптивных алгоритмов глубокого обучения, предназначенных специально для обнаружения и количественной оценки скрытых нелинейных связей в нестационарных многомерных временных рядах. Основной вклад в науку состоит в интеграции механизмов динамической реконфигурации нейросетевых слоев с адаптивными оптимизаторами скорости обучения, а также в разработке методики весового анализа важности признаков (feature importance) на основе градиентов для интерпретации выявленных нелинейных взаимосвязей.

В отличие от существующих подходов, фокусирующихся в основном на непрерывном обучении (как, например, в работе Милосердова, где представлена «усовершенствованная система нейросетевого прогнозирования групп временных рядов с непрерывным обучением» [5, С. 20]), наше исследование предлагает многоуровневую адаптацию. Первый уровень включает адаптивное управление гиперпараметрами обучения, в частности, использование модифицированных алгоритмов, таких как ADAM или RMSPROP, анализ которых проведен Перетягиным Н. А., Хитрых М. С., Котяковой В. А. [7, С. 32]. Второй, ключевой уровень, состоит в алгоритмической настройке топологии сети, включая добавление или удаление нейронов/слоев, что позволяет модели минимизировать избыточность и увеличивать репрезентативную мощность при изменении сложности скрытых зависимостей.

Для реализации адаптивного подхода в рамках МВР предлагается использовать модифицированные автокодировщики (Autoencoders) или вариационные автокодировщики (VAE) с рекуррентными слоями (например,

Recurrent VAE). Выбор архитектуры обоснован необходимостью сжатия данных до латентного пространства, где нелинейные зависимости могут быть представлены в более простой, декорированной форме.

В латентном пространстве, как предполагается, скрытые нелинейные связи между компонентами МВР (например, между ценами различных активов в финансовом МВР) могут быть идентифицированы как корреляции высокого порядка или взаимная информация.

Ключевым элементом адаптации является механизм мониторинга производительности и стабильности обучения. В качестве критерия для активации адаптивного перестроения сети предлагается использовать скользящее окно ошибки прогнозирования и дивергенцию Кульбака-Лейблера (Kullback-Leibler divergence) между распределением латентных переменных на текущем и предыдущем временных интервалах. Значительное отклонение этих метрик сигнализирует о существенном изменении скрытого нелинейного процесса. Процесс адаптации включает шаги, представленные на рисунке 1.

1. Диагностика дрейфа: Запуск процедуры анализа

Диагностика концептуального дрейфа (concept drift) представляет собой критически важный начальный этап, который определяет необходимость активации адаптивных механизмов. Концептуальный дрейф в контексте многомерных временных рядов (МВР) означает изменение скрытых нелинейных зависимостей или статистических свойств самих данных, что приводит к ухудшению предсказательной способности ранее обученной модели.

Для обнаружения концептуального дрейфа предлагается использовать двухкомпонентный механизм мониторинга:

— Мониторинг ошибки прогнозирования (E_t): отслеживается среднеквадратичная ошибка (MSE) или другая подходящая метрика на скользящем временном окне. Если E_t устойчиво превышает заданный порог толерантности (τ_E), или если наблюдается статистически значимый восходящий тренд в ошибке (например, с использованием контрольных карт Шухарта или CUSUM-алгоритмов), это служит первичным сигналом дрейфа. Увеличение ошибки указывает на то, что модель больше не может адекватно описывать новую динамику процесса.

— Мониторинг латентного пространства (z): поскольку нелинейные связи выявляются в латентном пространстве рекуррентного вариационного автокодировщика (RVAE), используется дивергенция Кульбака-Лейблера (D_{KL}). Измеряется D_{KL} между текущим распределением латентных переменных $p(z_t)$ на временном окне t и референсным распределением $p(z_{t'})$, которое было оптимальным на момент последнего успешного обучения или адаптации. Значительное отклонение D_{KL} от нуля (превышение порога τ_{KL}) свидетельствует о том, что скрытая структура данных изменилась, что является прямым доказательством изменения нелинейных связей.



Рис. 1. Составляющие процесса адаптации разработанных алгоритмов глубокого обучения для выявления нелинейных связей в многомерных временных рядах

При одновременном превышении τ_E и τ_{KL} запускается процедура комплексного адаптивного анализа.

**2. Настройка скорости обучения:
Адаптивное управление градиентами**

После диагностирования дрейфа первым шагом является реактивное управление оптимизатором. Для быстрого и точного реагирования на новые статистические свойства данных необходимо использовать адаптивные алгоритмы настройки скорости обучения, которые, как отмечается, «позволяют адаптировать скорость обучения для каждого параметра индивидуально». Среди таких оптимизаторов выделяют ADAM (Adaptive Moment Estimation), который использует экспоненциально-скользящие средние (ЭСС) первого и второго моментов градиента для расчета эффективной скорости обучения (η_t) для каждого веса (ω_t):

$$\eta_t \leftarrow \eta * \frac{\sqrt{\hat{v}_t + \epsilon}}{\hat{m}_t}$$

где \hat{m}_t и \hat{v}_t — скорректированные ЭСС первого и второго моментов.

Для усиления адаптивности в условиях дрейфа применяется модифицированный ADAM с периодическим сбросом ЭСС. Классический ADAM склонен к «памяти» о предыдущих больших градиентах, что может замедлить его реакцию на новые, сильно отличающиеся данные. Периодический сброс (например, обнуление \hat{m}_t и \hat{v}_t при подтверждении дрейфа) заставляет оптимизатор забыть старую динамику градиентов и быстро установить новую, более подходящую скорость обучения, что критически важно для эффективного непрерывного обучения

в новой фазе процесса. Сброс может быть полным или частичным (с умножением ЭСС на коэффициент затухания $\gamma < 1$).

3. Архитектурная адаптация: Динамическая реконфигурация сети

Если простая настройка скорости обучения не восстанавливает точность модели в разумные сроки, активируется архитектурная адаптация — наиболее сложный и научно новый этап. Цель состоит в том, чтобы динамически изменить топологию латентного слоя RVAE, чтобы он мог эффективно кодировать новые, более сложные или, наоборот, упрощенные нелинейные связи. Подобная динамическая реконфигурация соответствует подходам, где модификация алгоритма используется для «распределения функций и задач» между компонентами системы [8, С. 208].

Процедура включает следующие подэтапы:

А. Анализ информативности нейронов (Прунинг)

Определяются наименее информативные нейроны в латентном слое, которые несут минимальный вклад в кодирование новых нелинейных связей. Для этого используется анализ градиентов или анализ весов:

— Анализ градиентов: вычисляется абсолютное значение среднего градиента $\frac{\partial L}{\partial \omega_{ij}}$ по каждому нейрону латентного слоя в течение окна дрейфа. Нейроны, для которых градиенты весов близки к нулю (и не растут после сброса ADAM), считаются неактивными или избыточными, поскольку они не участвуют в минимизации функции потерь (L) при поступлении новых данных.

— Анализ весов: Нейроны, чьи исходящие веса близки к нулю (например, меньше порога τ_w), также могут быть удалены, поскольку они слабо влияют на декодирование.

При обнаружении избыточных нейронов производится прунинг (обрезка) — их удаление из архитектуры. Уменьшает сложность модели, предотвращает переобучение на новых данных и повышает вычислительную эффективность.

В. Динамическое добавление нейронов

Если диагностированный дрейф указывает на повышение сложности скрытых нелинейных связей (D_{kl} сильно возрастает, а ошибка прогноза остается высокой), может потребоваться увеличение репрезентативной мощности латентного пространства. В этом случае происходит динамическое добавление новых нейронов к латентному слою.

— Инициализация весов: Новые нейроны должны быть инициализированы таким образом, чтобы минимизировать нарушение текущей стабильности обучения. Используются два подхода:

1. Случайная инициализация: Веса инициализируются небольшими случайными значениями, что требует дополнительного обучения с низкой скоростью.

2. Предварительно обученная инициализация (Knowledge Transfer): Веса могут быть инициализированы клонированием весов наиболее информативных существующих нейронов с добавлением небольшого шума, что позволяет быстро интегрировать новые элементы в уже функционирующую структуру.

Динамическая реконфигурация позволяет модели адаптироваться к меняющейся размерности и сложности скрытого нелинейного процесса в МВР, обеспечивая устойчивое выявление нелинейных зависимостей.

Выявление скрытых нелинейных связей неразрывно связано с интерпретируемостью модели. Предлагается использовать метод анализа важности признаков на основе градиентов (например, Integrated Gradients или DeepLIFT), примененный к декодеру рекуррентного автокодировщика. Величина и знак градиента выходной переменной (прогноза) по отношению к входным компонентам МВР в определенный момент времени служат мерой нелинейного влияния компонент друг на друга.

Например, в финансовом МВР, где компонентами являются цены акций, резкое изменение нелинейной связи между акциями разных секторов, выявленное моделью, может указывать на передаточные эффекты или инвариантные нули в многосвязных системах, аналогии которых встречаются в теории управления, как описывает Атамась Е. И. [1, С. 24]. Интерпретация таких связей позволяет принимать более обоснованные решения, например, при оптимизации инвестиционных портфелей, что соответствует прикладным задачам, описанным Пантелеевой А. И. [6, С. 1090].

Разработка адаптивных алгоритмов глубокого обучения для анализа МВР является актуальной задачей, решающей проблему нестационарности и скрытых нелинейностей в данных. Предложенная методология, основанная на архитектурной адаптации рекуррентных автокодировщиков и динамическом управлении обучением, позволяет создавать модели, способные гибко подстраиваться под меняющуюся структуру данных. Научная новизна заключается в комплексном подходе к адаптации и разработке методики интерпретации нелинейных связей через анализ градиентов.

Литература:

1. Атамась Е. И. О связи инвариантных и передаточных нулей многосвязных систем // Научная конференция «Тихоновские чтения». — 2023. — С. 24.
2. Вяльцев А. В. Эволюция педагогического дизайна в контексте развития адаптивных обучающих систем на базе машинного обучения // Управление образованием: теория и практика. — 2025. — Т. 15. — № 4-1. — С. 50-62.
3. Жуков Г. А., Михайлусь В. Е., Осадчая А. В. Применение нейросетей и машинного обучения в прогнозировании экономических процессов // Индустриальная экономика. — 2025. — № 4. — С. 18-24.
4. Кротов Е. Ю. Применение методов глубокого обучения для обнаружения фишинговых веб-сайтов: анализ эффективности и оптимизация моделей // Актуальные исследования. — 2025. — № 21 (256). — С. 60-69.
5. Милосердов Д. И. Усовершенствованная система нейросетевого прогнозирования групп временных рядов с непрерывным обучением // Информационно-управляющие системы. — 2024. — № 1 (128). — С. 20-30.
6. Пантелеева А. И. Применение алгоритмов глубокого обучения для оптимизации инвестиционных портфелей // Вестник науки. — 2025. — Т. 2. — № 1 (82). — С. 1090-1095.
7. Перетягин Н. А., Хитрых М. С., Котякова В. А. Анализ алгоритмов адаптивной настройки скорости обучения (ADAM, RMSPROP, ADAGRAD) // Мир студенческой науки: сборник статей IX Международного научно-исследовательского конкурса. — Пенза: МЦНС «Наука и просвещение». — 2025. — С. 32-34.
8. Шереужев М. А., Го У., Серебрянный В. В. Модификация алгоритма глубокого обучения для распределения функций и задач между робототехническим комплексом и человеком в условиях неопределенности и переменности окружающей среды // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. — 2024. — Т. 26. — № 6. — С. 208-218.

Основные характеристики электронных документов. Полнотекстовая база данных электронных документов

Куртвелиева Севие Усеиновна, студент
Крымский университет культуры, искусств и туризма (г. Симферополь)

Раскрыто понятие «электронный документ». Охарактеризованы свойства электронного документа. Выявлены типобразующие признаки электронных библиотек и полнотекстовых баз данных. Уточнены способы создания полнотекстовых баз данных электронных документов.

Ключевые слова: электронный документ, электронная коллекция, электронная библиотека, полнотекстовая база данных, библиотечный фонд, библиотечно-информационное обслуживание, информационно-образовательная среда.

Получение информации и овладение знаниями как в традиционной печатной, так и в электронной форме — отличительная черта настоящего этапа развития человеческого общества. Современные электронные технологии позволяют переводить массивы информации в цифровые форматы или же создавать их непосредственно в электронной форме. «Совокупность электронных документов и информационных систем, в которых функционируют электронные документы, образует документное информационное пространство, что позволяет увеличить коллекции электронных документов» [4, с. 147].

Термин «электронный документ» достаточно широко применяется в библиотечно-информационной терминологии. В ГОСТ Р 7.0.95–2015 «Электронные документы. Основные виды, выходные сведения, технологические характеристики» дается определение электронному документу: «Документ на машиночитаемом носителе, для использования которого необходимы средства вычислительной техники» [3].

В Федеральном законе «Об информации, информатизации и защите информации» электронный документ определяется как «документ, в котором информация представлена в электронно-цифровой форме» [2].

В справочнике библиотекаря электронный документ определяется как «документ, текст которого может быть считан устройством ЭВМ с распознаванием знаков алфавита» [7, с. 211].

На наш взгляд более конкретное определение электронному документу дал А. И. Земсков, понимающий под ним: «законченный по содержанию массив информации, зафиксированный машиночитаемым образом на машиночитаемом носителе» [5, с. 7].

Таким образом, электронный документ можно представить как разновидность машиночитаемого документа, представленного в электронном виде.

Рассмотрим три уровня, по которым можем дифференцировать свойства электронного документа.

Это в первую очередь родовые, как документа, свойства (знаковая форма сообщений, присутствие материального носителя, определенная файловая структура текста). Как отмечает С. И. Семилетов «файл в качестве электронного документа представляет собой обособленный стати-

ческий псевдоматериальный объект с индивидуальными специфическими атрибутами» [8, с. 16].

Во-вторых, электронные документы в виде машиночитаемых документов невозможно использовать без технических средств, имеющих общий электронный носитель, позволяющий многократно записывать информацию.

В-третьих, электронные документы имеют специфические, присущие только им свойства, например: нет определенной привязки содержания к определенному носителю; имеется общая кодировка фиксации электронных документов в любой форме (текст, графика, звук); наличие многопользовательского доступа к образу документа; возможность перемещения информации между носителями без потери смысла содержания.

Определенной части электронных документов, так называемых «интерактивных», присуща возможность пользователю вносить изменения в текст и структуру документа.

В связи с этим возникает проблема о неизменяемости документа (в том числе и электронного) как неперемещаемого атрибута публикации. Для печатных публикаций и электронных изданиях на CD-дисках произвольное изменение структуры и содержания невозможно (количественные характеристики издания приводятся в библиографическом описании). Но в интерактивном документе можно неоднократно править и копировать текст не только автором, но и любым пользователем.

Всем известно, что при передаче электронного документа по коммуникационным каналам происходит его разделение на более мелкие части, которые впоследствии опять образуют первоначальный объект. В этой связи технический сбой программного продукта может привести к повреждению самого документа и сбою в его распознавании.

Немаловажным фактором в обращении с электронными документами является программное обеспечение, которое адекватно распознает определенные электронные документы, но для функционирования некоторых электронных документов необходимы специальные программы и приложения.

В зависимости от формы распространения электронные документы можно условно разделить на:

1. «Оффлайновые» (off-line) или статичные, которые существуют на съемных переносных носителях (CD,

DVD). Такие электронные документы, можно даже называть их изданиями, имеют данные о тираже, авторе и т. д.

2. «Онлайновые» (on-line) или сетевые — размещены на жестком диске компьютера и не имеют индивидуального носителя.

3. Эфирные — распространяются по беспроводным каналам (мобильная связь, телерадиовещание).

Видовое разнообразие электронных документов тоже достаточно широкое это: законы, нормативно-правовые акты, учебники и пособия, авторефераты диссертаций и диссертации, отчеты о научно-исследовательских работах, отчетные документы, патенты, каталоги.

Электронный документ давно признан объектом библиотечно-информационной деятельности.

Для хранения, поиска и пользования электронными документами создаются специализированные библиотечные фонды, которые называются и «электронными библиотеками», и «электронными коллекциями», и «полнотекстовыми базами» [6, с. 98].

По нашему мнению, главное — это обеспечить оперативное и эффективное получение необходимой информации, расположенной в различных хранилищах. Одним из таких способов являются электронные библиотеки.

А. Б. Антопольский в своей работе «Электронные библиотеки: принципы создания» дает такое определение: «электронная библиотека это упорядоченный фонд электронных документов, предназначенный для долговременного хранения и общественного использования, формируемый в соответствии с определенными критериями» [4, с. 213].

С нашей точки зрения, следует придерживаться мнения Ю. Н. Столярова, что библиотека это система, состоящая из четырех элементов: библиотечный фонд, библиотечный персонал, пользователь библиотеки и материально-техническая база [9, с. 104].

Библиотечный фонд это упорядоченная совокупность собранных в библиотеке для хранения и выдачи пользователям документов.

Библиотечный персонал — работники, которые на основе своих компетенций, знаний и навыков осуществляют библиотечно-информационную деятельность и управляют библиотечными процессами.

Пользователь библиотеки — физическое или юридическое лицо, которое обращается за предоставляемыми библиотекой услугами.

Материально-техническая база библиотеки это материальные средства и оборудование (хранилища, мебель, электронная техника и т. д.).

В таком случае фонд электронных документов будет являться составной частью библиотечного фонда и не являться самостоятельной «электронной библиотекой», так как фонд электронных документов органически вписывается в систему библиотечно-информационного обслуживания с апробированными системными связями. По нашему мнению, наибольший интерес для потребителей информации по содержанию, механизму создания и пользования представляют полнотекстовые базы данных.

Под полнотекстовой базой данной будем понимать систему текстов, документов других информационных макрообъектов определенной области знаний, хранимых в электронной среде и предназначенных для удовлетворения информационных потребностей специалистов.

Полнотекстовая база данных электронных документов тесно взаимодействует с персоналом библиотеки, опирается на существующую материально-техническую базу, используется одним и тем же пользователем одновременно с традиционным библиотечным фондом по желанию потребителя.

Сотрудники библиотеки тесно взаимодействуют с пользователями, как традиционного библиотечного фонда, так и полнотекстовой электронной базой данных. Комплектование, обработку, учет, сбережение, выдачу и другие операции с традиционным фондом с электронной базой данных производит библиотекарь.

Пользователь традиционного библиотечного фонда и полнотекстовой электронной базы данных один и тот же, который по своему желанию обращается к той или иной, удобной для него форме необходимого ему документа.

Библиотечный фонд библиотеки может состоять из различных документов, и полнотекстовая база электронных документов будет отличаться от традиционного фонда только местом хранения — сервером библиотеки. Таким образом, полнотекстовая база электронных документов будет являться подсистемой всего библиотечного фонда.

Как известно, определенное количество электронных документов создаются только в электронном виде, не имея печатного аналога. Но для пользователя библиотекой не принципиальна форма документа, для потребителя информации бумажные или электронные знания равнозначны.

Для создания полнотекстовой базы электронных документов можно использовать несколько способов.

1. Генерация. Данный способ включает в себя оцифрование персоналом библиотеки имеющихся печатных изданий и включение в фонд подготовленных сотрудниками библиотеки документов в электронном виде.

2. Агрегация документа позволяет пополнить электронную базу за счет существующих открытых или лицензированных электронных коллекций с соблюдением авторских прав.

3. С помощью обмена электронными изданиями аналогичной тематической направленности.

При создании полнотекстовой базы электронных документов необходимо учитывать специфику информационных потребностей пользователей и в состав фонда включать три основных компонента:

1. Оцифрованные копии традиционных документов.
2. Документы, созданные в электронном виде.
3. Вспомогательные электронные документы.

Данная структура библиотечного фонда, то есть выделение документов по определенным относительно самостоятельным признакам, позволит обеспечить их удобный поиск и использование.

Литература:

1. Федеральный закон от 29.12.1994 № 78-ФЗ «О библиотечном деле» (с изменениями и дополнениями).
2. Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации» (с изм. от 06.07.2016 г. № 374-ФЗ).
3. ГОСТ Р 7.0.95–2015. Электронные документы. Основные виды, выходные сведения, технологические характеристики [Текст]. — М.: Стандартинформ, 2016. — 8 с.
4. Антопольский А. Б. Электронные библиотеки: принципы создания. науч. — метод. пособие [Текст] / А. Б. Антопольский, Т. В. Майстрович. Москва. ЛИБЕРЕЯ-БИБИНФОРМ, 2007. — 288 с.
5. Земсков А. И. Электронные библиотеки как элемент информационного общества [Текст] / А. И. Земсков. — Науч. и техн. б-ки. — 2002. — № 6. — С. 5–15.
6. Майстрович Т. В. Электронный документ как объект библиотечного дела [Текст] / Т. В. Майстрович. — М.: Пашков дом, 2004. — 247 с.
7. Справочник библиотекаря // Науч. Ред. А. Н. Ванеев, В. А. Минкина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Спб.: Профессия, 2005. — 496 с.
8. Семилетов С. И. Бумажный и электронный документ как результат документирования информации [Текст] / Сб. Административное и информационное право. — ИГП РАН, М., 2003. 36 с.
9. Столяров Ю. Н. О сущности библиотеки [Текст] / Ю. И. Столяров // Библиотека ведение. — 1998. — № 5. — С. 3–10.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений при выборе средств защиты серверов

Лапшин Артём Александрович, студент магистратуры
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

В современных условиях стремительного развития информационных технологий серверные системы являются ключевым элементом инфраструктуры организаций. Увеличение количества киберугроз требует применения эффективных методов защиты серверов. Однако выбор средств защиты представляет собой сложную многокритериальную задачу, требующую учета технических, экономических и организационных факторов. В данной работе рассматриваются интеллектуальные системы поддержки принятия решений при выборе средств защиты серверов. Описаны основные методы искусственного интеллекта, применяемые для решения задач выбора средств защиты, предложена архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия решений, а также рассмотрены преимущества использования подобных систем.

Введение

В настоящее время серверные системы играют важную роль в функционировании информационных систем организаций. Серверы обеспечивают хранение, обработку и передачу данных, а также функционирование корпоративных сервисов.

С увеличением количества информационных ресурсов возрастает и количество угроз информационной безопасности. Среди наиболее распространенных угроз можно выделить:

- несанкционированный доступ;
- вредоносное программное обеспечение;
- атаки типа отказ в обслуживании;
- утечку информации;
- эксплуатацию уязвимостей программного обеспечения.

Для защиты серверов используются различные средства информационной безопасности:

- антивирусные системы;
- системы обнаружения вторжений;
- межсетевые экраны;
- системы контроля доступа;
- системы мониторинга безопасности.

Выбор средств защиты серверов является сложной задачей, поскольку необходимо учитывать множество факторов:

- уровень защищенности;
- стоимость;
- производительность;

- совместимость;
- масштабируемость.

Традиционные методы выбора средств защиты основаны на экспертных оценках и нормативных документах. Однако такие методы имеют ряд недостатков:

- субъективность;
- сложность обработки большого количества данных;
- длительность принятия решений.

В связи с этим возникает необходимость применения интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Целью данной работы является исследование методов построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений при выборе средств защиты серверов.

Задачи исследования:

- анализ особенностей защиты серверов;
- исследование методов интеллектуальной поддержки принятия решений;
- разработка архитектуры интеллектуальной системы;
- оценка эффективности применения системы.

Особенности защиты серверных систем

Серверы являются критически важными элементами информационных систем, поскольку их компрометация может привести к серьезным последствиям:

- потере данных;
- финансовым потерям;
- остановке бизнес-процессов;
- репутационным рискам.

Требования к защите серверов:

Конфиденциальность

Конфиденциальность предполагает защиту информации от несанкционированного доступа.

Целостность

Целостность обеспечивает защиту данных от несанкционированного изменения.

Доступность

Доступность обеспечивает возможность использования информационных ресурсов авторизованными пользователями.

Угрозы серверным системам:

Внешние угрозы

К внешним угрозам относятся:

- хакерские атаки;
- сетевые атаки;
- вредоносные программы.

Внутренние угрозы

К внутренним угрозам относятся:

- ошибки персонала;
- злоупотребление правами доступа;
- нарушение правил эксплуатации.

Средства защиты серверов:

Межсетевые экраны позволяют фильтровать сетевой трафик.

Антивирусные системы защищают серверы от вредоносных программ.

Системы обнаружения вторжений анализируют события безопасности.

Системы резервного копирования позволяют восстановить данные.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Система поддержки принятия решений представляет собой программную систему, предназначенную для помощи пользователю при принятии сложных решений.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений используют методы искусственного интеллекта.

Основные функции систем поддержки принятия решений:

Основными функциями систем поддержки принятия решений являются:

- сбор информации;
- анализ данных;
- моделирование;
- формирование рекомендаций.

Особенности интеллектуальных систем:

Интеллектуальные системы обладают следующими характеристиками:

- способность обучаться;
- способность анализировать данные;
- возможность работы с неопределенностью;
- автоматизация принятия решений.

Методы искусственного интеллекта:

Экспертные системы используют знания экспертов.

Основными элементами экспертной системы являются:

- база знаний;
- механизм вывода;
- интерфейс пользователя.

Машинное обучение

Методы машинного обучения позволяют анализировать большие объемы данных.

Они используются для:

- выявления угроз;
- прогнозирования атак;
- анализа уязвимостей.

Нечеткая логика

Нечеткая логика позволяет учитывать неопределенность.

Например:

- высокий уровень риска;
- средний уровень риска;
- низкий уровень риска.

Генетические алгоритмы

Генетические алгоритмы используются для оптимизации выбора средств защиты.

Архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия решений

Модуль сбора данных

Модуль сбора данных предназначен для получения информации о:

- серверной инфраструктуре;
- угрозах;
- уязвимостях;
- средствах защиты.

Источниками данных могут быть:

- базы уязвимостей;
- журналы событий;
- результаты сканирования.

База знаний

База знаний содержит:

- правила выбора средств защиты;
- характеристики средств защиты;

- рекомендации экспертов.

Пример правила:

Если сервер подключен к интернету и содержит критические данные, то требуется межсетевой экран и система обнаружения вторжений.

Модуль анализа

Модуль анализа выполняет:

- оценку рисков;
- классификацию угроз;
- выбор средств защиты.

Модуль принятия решений

Модуль принятия решений формирует рекомендации.

Рекомендации могут включать:

- список средств защиты;
- приоритет внедрения;
- оценку эффективности.

Интерфейс пользователя

Интерфейс позволяет:

- вводить данные;
- просматривать результаты;
- корректировать параметры.

Методы выбора средств защиты серверов

Основными критериями являются:

Эффективность защиты

Определяется способностью предотвращать угрозы.

Стоимость

Включает:

- стоимость внедрения;
- стоимость обслуживания.

Производительность

Средства защиты не должны существенно снижать производительность сервера.

Надежность

Средства защиты должны работать стабильно.

Совместимость

Средства защиты должны быть совместимы с существующими системами.

Метод анализа иерархий

Метод анализа иерархий используется для оценки альтернатив.

Этапы метода:

1. Определение цели
2. Определение критериев
3. Определение альтернатив
4. Расчет весов
5. Выбор решения

Метод нечеткой логики

Метод нечеткой логики позволяет учитывать неопределенность.

Если риск высокий и стоимость средняя, то решение предпочтительно.

Метод экспертных оценок

Метод экспертных оценок основан на знаниях специалистов.

Недостатки:

- субъективность;
- ограниченность знаний.

Интеллектуальные системы позволяют уменьшить влияние субъективности.

Оценка эффективности интеллектуальных систем

Применение интеллектуальных систем имеет ряд преимуществ.

Преимущества:

Повышение качества решений

Интеллектуальные системы позволяют учитывать большое количество факторов.

Автоматизация ускоряет процесс выбора.

Система уменьшает вероятность ошибок.

Система может обучаться.

Экономическая эффективность

Использование интеллектуальных систем позволяет:

- снизить затраты;
- повысить уровень безопасности;
- уменьшить ущерб от атак.

Ограничения

Основными ограничениями являются:

- сложность разработки;
- необходимость обучения системы;
- необходимость обновления базы знаний.

Перспективы развития

Основными направлениями развития являются:

- использование больших данных;
- применение нейронных сетей;
- автоматизация управления безопасностью;
- интеграция с системами мониторинга.

Перспективным направлением является создание самообучающихся систем.

Такие системы смогут:

- автоматически выявлять угрозы;
- адаптироваться;
- оптимизировать защиту.

Заключение

В данной работе рассмотрены интеллектуальные системы поддержки принятия решений при выборе средств защиты серверных систем. Проведённый анализ показал, что выбор средств защиты серверов является сложной многокритериальной задачей, требующей учета технических, экономических и организационных факторов, а также особенностей серверной инфраструктуры и актуальных угроз информационной безопасности.

Показано, что использование интеллектуальных систем поддержки принятия решений позволяет повысить обоснованность принимаемых решений за счёт комплексного анализа параметров защиты серверов. Применение методов искусственного интеллекта способствует автоматизации процесса выбора средств защиты, сокращению времени принятия решений и снижению влияния субъективных факторов.

Полученные результаты показывают перспективность применения интеллектуальных систем поддержки принятия решений для обеспечения безопасности серверных систем. В дальнейшем планируется разработка прототипа системы и проведение экспериментальных исследований для оценки эффективности предложенных решений.

Литература:

1. ISO/IEC 27001;
2. ISO/IEC 27002;
3. Stuart Russell, Peter Norvig. Искусственный интеллект: современный подход, 2021;
4. Т. Л. Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий, 1993;
5. А. А. Малюк. Введение в защиту информации в автоматизированных системах, 2020;
6. Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. Базы знаний интеллектуальных систем, 2021;
7. С. А. Петренко. Управление информационными рисками, 2021;

Методика приоритизации уязвимостей в системах критической информационной инфраструктуры с учётом технологической критичности активов

Моряков Антон Вячеславович, студент
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Объекты критической информационной инфраструктуры (КИИ) характеризуются высокой степенью взаимосвязанности информационных и технологических компонентов, а также значительными последствиями нарушений их функционирования. В условиях постоянного выявления новых уязвимостей возникает задача их обоснованной приоритизации с учётом специфики технологических процессов. Традиционные методы ранжирования, основанные преимущественно на показателях CVSS, не учитывают технологическую критичность активов и их роль в обеспечении непрерывности функционирования. В статье предлагается методика приоритизации уязвимостей в системах КИИ, основанная на интеграции оценки технической опасности уязвимости и показателя технологической критичности актива. Разработан формализованный показатель приоритета устранения уязвимости, учитывающий вероятность эксплуатации, масштаб возможных последствий и влияние на технологические процессы. Предложенная методика ориентирована на практическое применение в процессах управления уязвимостями и рисками информационной безопасности.

Ключевые слова: критическая информационная инфраструктура, КИИ, уязвимость, приоритизация, управление уязвимостями, CVSS, оценка рисков, технологическая критичность.

Объекты критической информационной инфраструктуры Российской Федерации функционируют в условиях повышенных требований к устойчивости и безопасности. Нарушение их работы способно привести к значительным экономическим, социальным и технологическим последствиям. В соответствии с требованиями законодательства в области защиты КИИ, эксплуатирующие организации обязаны обеспечивать выявление, анализ и устранение уязвимостей информационных систем и технологических сегментов.

Современные системы управления уязвимостями основаны на регулярном сканировании инфраструктуры и использовании стандартных метрик, таких как Common Vulnerability Scoring System (CVSS). Однако в условиях КИИ оценка уязвимости только по техническим характеристикам не отражает её реального влияния на функционирование технологического процесса. Уязвимость с высоким баллом CVSS в вспомогательном сегменте может представлять меньшую опасность, чем среднеоценённая уязвимость в узле, обеспечивающем управление технологическим оборудованием.

Таким образом, возникает необходимость разработки методики приоритизации уязвимостей, учитывающей не только техническую опасность, но и технологическую критичность затронутого актива.

Традиционные методы приоритизации уязвимостей характеризуются следующими особенностями:

- ориентация на базовый или временной балл CVSS;
- отсутствие учёта роли актива в технологическом процессе;
- игнорирование каскадных эффектов;
- слабая интеграция с процессами оценки рисков КИИ.

CVSS оценивает параметры эксплуатации (вектор атаки, сложность, привилегии, влияние на конфиденциальность, целостность и доступность), однако не учитывает специфику отрасли, архитектурные особенности объекта КИИ и степень влияния актива на непрерывность технологического процесса.

В результате приоритизация может носить формальный характер и не обеспечивать оптимальное распределение ресурсов на устранение наиболее значимых рисков.

Под технологической критичностью актива понимается степень его влияния на:

1. Непрерывность технологического процесса;
2. Безопасность персонала и окружающей среды;
3. Экономические показатели;
4. Выполнение обязательств перед государством и потребителями.

Предлагается оценивать технологическую критичность по совокупности критериев:

- C_1 — влияние на непрерывность производства;
- C_2 — влияние на безопасность;
- C_3 — масштаб потенциального ущерба;
- C_4 — степень взаимосвязанности с другими компонентами.

Каждый критерий оценивается по шкале от 0 до 5. Интегральный показатель технологической критичности T определяется как взвешенная сумма:

$$T = w_1 C_1 + w_2 C_2 + w_3 C_3 + w_4 C_4,$$

где w_i — весовые коэффициенты, определяемые отраслевой спецификой.

1. Базовый показатель уязвимости

Пусть V — нормализованный балл уязвимости, полученный на основе CVSS (в диапазоне 0–1).

2. Вероятность эксплуатации

Вводится коэффициент E , отражающий актуальность угрозы:

$$E = f(A, M, H),$$

где:

- A — наличие публичных эксплоитов;
- M — активность злоумышленников;
- H — история эксплуатации.

3. Показатель технологической критичности

T — интегральный показатель критичности актива (0–1).

4. Итоговый показатель приоритета

Предлагается рассчитывать показатель приоритета устранения уязвимости P следующим образом:

$$P = V \times E \times T.$$

Таким образом, приоритет зависит одновременно от:

- технической опасности уязвимости,
- вероятности её эксплуатации,
- технологической значимости актива.

Для обеспечения практической применимости разработанной методики предлагается ввести шкалу категоризации уязвимостей на основе интегрального показателя приоритета P . Данный показатель отражает совокупное влияние технической опасности уязвимости, вероятности её эксплуатации и технологической критичности затронутого актива.

С целью унификации управленческих решений вводится следующая градация уровней приоритета:

– $P \geq 0,7$ — **критический приоритет**.

Уязвимости данной категории характеризуются высокой вероятностью эксплуатации и значительным влиянием на технологический процесс. Их реализация может привести к остановке производства, нарушению функционирования объектов КИИ либо созданию угрозы безопасности персонала и окружающей среды. Для таких уязвимостей требуется немедленная разработка компенсирующих мер и устранение в минимально возможные сроки, включая применение временных защитных механизмов (изоляция сегмента, ограничение сетевого взаимодействия, усиленный мониторинг).

– $0,4 \leq P < 0,7$ — **высокий приоритет**.

Уязвимости данной группы способны оказать существенное влияние на отдельные элементы технологической инфраструктуры, однако их эксплуатация либо менее вероятна, либо не приводит к мгновенным критическим последствиям. Устранение должно планироваться в рамках приоритетного цикла обновлений с контролем сроков выполнения.

– $0,2 \leq P < 0,4$ — **средний приоритет**.

Уязвимости оказывают ограниченное влияние на функционирование системы или затрагивают активы средней технологической значимости. Их устранение может осуществляться в плановом порядке с учётом доступности ресурсов и регламентов технического обслуживания.

– $P < 0,2$ — **низкий приоритет**.

Уязвимости данной категории либо характеризуются низкой вероятностью эксплуатации, либо затрагивают некритичные компоненты инфраструктуры. Их устранение может быть отложено при условии отсутствия изменений в контексте угроз.

Предлагаемая шкала обеспечивает переход от формальной классификации по баллам CVSS к управлению уязвимостями с учётом реального влияния на технологи-

ческие процессы. Таким образом, приоритет определяется не только технической сложностью атаки, но и её потенциальным воздействием на функционирование объекта КИИ.

Рассмотрим две уязвимости, выявленные в инфраструктуре объекта КИИ.

Уязвимость А:

$$V = 0,9;$$

$$E = 0,8;$$

$$T = 0,3.$$

Интегральный показатель:

$$P = 0,9 \times 0,8 \times 0,3 = 0,216.$$

Данная уязвимость обладает высоким техническим баллом и относительно высокой вероятностью эксплуатации. Однако она затрагивает актив с низкой технологической критичностью (например, вспомогательный сервер отчётности или тестовый сегмент). В результате итоговый приоритет оказывается средним.

Уязвимость В:

$$V = 0,6;$$

$$E = 0,7;$$

$$T = 0,9.$$

Интегральный показатель:

$$P = 0,6 \times 0,7 \times 0,9 = 0,378.$$

Несмотря на более низкий технический балл по сравнению с уязвимостью А, данная уязвимость затрагивает высококритичный элемент, например, контроллер АСУ ТП или узел, обеспечивающий управление технологическим процессом. Высокий показатель Т существенно увеличивает итоговый приоритет.

Таким образом, предложенная методика демонстрирует способность корректировать приоритет устранения уязвимостей с учётом их реального влияния на объект КИИ. Это позволяет избежать ситуации, при которой ресурсы расходуются на устранение технически «громких», но технологически малозначимых уязвимостей.

Внедрение предложенной методики приоритизации обеспечивает ряд существенных преимуществ.

Во-первых, достигается интеграция процессов управления уязвимостями и управления рисками КИИ. Приоритет устранения формируется на основе показателей, отражающих не только техническую опасность, но и влияние на технологическую устойчивость.

Во-вторых, обеспечивается обоснованное распределение ресурсов. В условиях ограниченного бюджета и временных ограничений организация получает инструмент для концентрации усилий на действительно критичных направлениях.

В-третьих, снижается вероятность недооценки уязвимостей в технологически значимых узлах. Традиционные

методы, ориентированные на CVSS, могут не учитывать особенности отраслевой архитектуры. Предложенный подход устраняет данное ограничение.

В-четвёртых, методика способствует повышению прозрачности управленческих решений. Наличие формализованного интегрального показателя позволяет аргументированно обосновывать сроки устранения уязвимостей перед руководством и регуляторами.

Наконец, использование интегрального показателя Р создаёт основу для автоматизации процессов приоритизации в системах класса Vulnerability Management и GRC-платформах.

Несмотря на практическую применимость, методика имеет ряд ограничений.

Во-первых, требуется корректное определение весовых коэффициентов и критериев оценки технологической критичности. Некорректная настройка параметров может привести к искажению итоговых приоритетов.

Во-вторых, необходима регулярная актуализация данных о составе активов и их роли в технологическом процессе. Изменения архитектуры, модернизация оборудования или реорганизация процессов должны отражаться в модели критичности.

В-третьих, методика предполагает наличие актуальной инвентаризации активов и их классификации по уровням значимости. При отсутствии полноты данных расчёт приоритетов может быть недостаточно точным.

В-четвёртых, интегральная модель не исключает экспертной корректировки в исключительных случаях, например, при наличии оперативной информации о целевых атаках.

В работе представлена методика приоритизации уязвимостей в системах критической информационной инфраструктуры, основанная на интеграции технической оценки уязвимости, вероятности её эксплуатации и технологической критичности затронутого актива.

В отличие от традиционных подходов, ориентированных преимущественно на показатели CVSS, предложенная модель учитывает влияние уязвимости на функционирование технологического процесса и устойчивость объекта КИИ в целом.

Использование интегрального показателя приоритета позволяет обеспечить обоснованность решений по устранению уязвимостей, повысить эффективность распределения ресурсов и снизить вероятность реализации значимых инцидентов информационной безопасности.

Предложенный подход может быть использован в рамках процессов управления уязвимостями, управления рисками и обеспечения киберустойчивости объектов критической информационной инфраструктуры.

Литература:

1. Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
2. ФСТЭК России. Методика оценки угроз безопасности информации, 2021.
3. FIRST. Common Vulnerability Scoring System v3.1: Specification Document, 2019.

4. ISO/IEC 27005:2022. Information security risk management.
5. NIST SP 800–40 Rev. 4. Guide to Enterprise Patch Management Planning.
6. NIST SP 800–30 Rev. 1. Guide for Conducting Risk Assessments.

Интеграция процессов SCA в контур DevSecOps промышленных корпоративных систем

Моряков Антон Вячеславович, студент
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Современные промышленные корпоративные системы характеризуются широким использованием компонентов с открытым исходным кодом и сторонних библиотек. Это повышает гибкость разработки, однако одновременно увеличивает поверхность атаки за счёт зависимостей, уязвимости в которых могут быть выявлены уже после внедрения программного обеспечения в эксплуатацию. В статье рассматриваются вопросы интеграции процессов анализа состава программного обеспечения (Software Composition Analysis, SCA) в контур DevSecOps промышленных корпоративных систем. Предлагается модель включения SCA в жизненный цикл разработки и сопровождения программных продуктов, ориентированная на обеспечение безопасности цепочки поставок программного обеспечения. Определяются организационные и технические аспекты внедрения SCA с учётом специфики промышленных сред и требований к устойчивости функционирования.

Ключевые слова: DevSecOps, SCA, Software Composition Analysis, промышленная ИТ-инфраструктура, цепочка поставок ПО, безопасность разработки, уязвимости зависимостей, критическая инфраструктура.

Промышленные корпоративные системы, включая системы управления производством, ERP-платформы, SCADA-компоненты и вспомогательные сервисы, всё чаще разрабатываются с использованием сторонних библиотек и open-source-компонентов. По оценкам отраслевых исследований, доля кода стороннего происхождения в современных корпоративных приложениях может превышать 70 %.

При этом уязвимости в сторонних зависимостях становятся одним из ключевых факторов риска. Атаки на цепочку поставок программного обеспечения (software supply chain attacks) демонстрируют, что компрометация одной библиотеки может привести к масштабным последствиям для множества организаций.

В условиях перехода к методологии DevSecOps возникает необходимость интеграции SCA-процессов в непрерывный контур разработки и эксплуатации, особенно в средах с повышенными требованиями к надёжности и отказоустойчивости.

Промышленные ИТ-системы обладают рядом особенностей:

- длительный жизненный цикл программного обеспечения;
- ограниченные возможности оперативного обновления;
- высокая стоимость простоя;
- строгие регламентные требования;
- необходимость совместимости с устаревшими компонентами.

В отличие от классических веб-приложений, обновление зависимостей в промышленной среде может требовать длительного тестирования и согласования. Это

создаёт дополнительную сложность при управлении уязвимостями сторонних библиотек.

Software Composition Analysis представляет собой процесс автоматизированного выявления:

- используемых сторонних компонентов;
- их версий;
- известных уязвимостей (CVE);
- лицензионных ограничений;
- транзитивных зависимостей.

В контексте DevSecOps SCA обеспечивает:

1. прозрачность состава программного продукта;
2. раннее выявление уязвимостей;
3. снижение риска внедрения небезопасных зависимостей;
4. контроль соответствия лицензионной политике организации.

Интеграция SCA должна охватывать все этапы жизненного цикла разработки.

1. Этап проектирования

На этапе архитектурного проектирования формируется политика использования зависимостей:

- определяются разрешённые репозитории;
- устанавливаются критерии выбора библиотек;
- фиксируются требования к поддержке и активности сообщества.

2. Этап разработки

SCA-инструменты интегрируются в локальные среды разработчиков и CI-пайплайн. При добавлении новой за-

зависимости выполняется автоматическая проверка на наличие критических уязвимостей.

Результаты проверки могут:

- заблокировать сборку при превышении допустимого порога риска;
- формировать отчёты для команды безопасности;
- автоматически создавать задачи на устранение.

3. Этап сборки и тестирования

На стадии CI/CD осуществляется повторное сканирование артефактов:

- анализируются транзитивные зависимости;
- проверяются контейнерные образы;
- формируется Software Bill of Materials (SBOM).

SBOM позволяет документировать состав программного обеспечения и использовать его для последующего мониторинга уязвимостей.

4. Этап эксплуатации

После внедрения системы в эксплуатацию осуществляется непрерывный мониторинг новых CVE, связанных с используемыми компонентами. При появлении критической уязвимости инициируется процедура оценки риска и принятия решения о выпуске обновления или применении компенсирующих мер.

Для оценки целесообразности обновления зависимости может использоваться показатель приоритета устранения уязвимости:

$$P = V \times E \times C \times O,$$

где:

V — техническая опасность уязвимости;

E — вероятность эксплуатации;

C — критичность бизнес-процесса;

O — операционные ограничения (возможность обновления).

Коэффициент O отражает специфику промышленной среды и может снижать приоритет немедленного обновления при высоком риске нарушения технологического процесса.

Интеграция SCA требует:

- закрепления ответственности между командами разработки и ИБ;
- регламента обработки результатов сканирования;
- внедрения процессов управления исключениями;
- обучения персонала.

Особое значение имеет формирование культуры безопасной разработки, при которой добавление новой зависимости рассматривается как потенциальный риск и требует обоснования.

Для промышленной корпоративной среды инструменты SCA должны:

- поддерживать автономное развёртывание (on-premise);
- интегрироваться с корпоративными CI/CD-системами;

- обеспечивать контроль офлайн-репозитория;

- поддерживать генерацию SBOM;

- иметь механизм приоритизации уязвимостей.

Интеграция SCA в контур DevSecOps обеспечивает:

- снижение рисков атак на цепочку поставок;
- раннее выявление уязвимостей;
- повышение прозрачности состава программного обеспечения;
- повышение уровня зрелости процессов безопасной разработки;
- соответствие нормативным требованиям в области КИИ.

Внедрение SCA может сопровождаться:

- увеличением нагрузки на CI/CD;
- ложноположительными результатами;
- конфликтами между требованиями безопасности и сроками разработки;
- сложностями обновления зависимостей в устаревших системах.

Для минимизации данных рисков требуется баланс между автоматизацией и экспертной оценкой.

В условиях цифровизации промышленности и активного использования компонентов с открытым исходным кодом безопасность цепочки поставок программного обеспечения становится одним из ключевых факторов устойчивости корпоративных и промышленных систем. Рост числа атак на поставщиков программных компонентов, внедрение вредоносных модификаций в библиотеки и компрометация репозитория демонстрируют необходимость системного подхода к контролю состава программного обеспечения.

В статье рассмотрены особенности интеграции процессов Software Composition Analysis в контур DevSecOps промышленных корпоративных систем. Показано, что внедрение SCA не может ограничиваться эпизодическим сканированием зависимостей, а должно быть встроено в непрерывный жизненный цикл разработки, тестирования и эксплуатации программных продуктов.

Предложенная модель интеграции охватывает этапы архитектурного проектирования, разработки, CI/CD-сборки и эксплуатации, обеспечивая сквозной контроль состава программного обеспечения и своевременное выявление уязвимостей. Особое внимание уделено специфике промышленной среды, включая длительный жизненный цикл систем, ограничения на обновление компонентов, требования к отказоустойчивости и регламентные процедуры согласования изменений.

Важным результатом работы является формализация процесса принятия решений по обновлению зависимостей с учётом не только технических характеристик уязвимости, но и критичности бизнес-процессов, а также операционных ограничений промышленной инфраструктуры. Такой подход позволяет избежать как избыточных обновлений, способных нарушить стабильность технологических процессов, так и неоправданного откладывания устранения действительно значимых рисков.

Интеграция SCA в DevSecOps-контур способствует:

- повышению прозрачности состава программных продуктов;
- снижению риска внедрения небезопасных зависимостей;
- формированию управляемой политики работы с open-source-компонентами;
- усилению контроля над транзитивными зависимостями;
- повышению зрелости процессов безопасной разработки.

Кроме того, использование SCA-процессов обеспечивает соответствие современным требованиям регуляторов и международных стандартов в области безопасной разработки программного обеспечения и защиты критической инфраструктуры. В условиях объектов КИИ данный аспект приобретает особую значимость, поскольку инциденты, вызванные уязвимостями сторонних компонентов, могут иметь масштабные последствия.

В то же время внедрение SCA требует организационной готовности, пересмотра процессов взаимодействия между подразделениями разработки и информационной безопасности, а также формирования культуры ответ-

ственного использования сторонних компонентов. Без закрепления ролей, регламентов обработки результатов сканирования и механизмов управления исключениями даже технически совершенные инструменты SCA не обеспечат ожидаемого эффекта.

Таким образом, интеграция процессов Software Composition Analysis в контур DevSecOps промышленных корпоративных систем является необходимым элементом обеспечения безопасности цепочки поставок программного обеспечения и повышения киберустойчивости. Комплексное внедрение SCA с учётом отраслевой специфики позволяет сформировать устойчивую модель управления рисками, связанными с использованием сторонних библиотек, и обеспечивает баланс между безопасностью, стабильностью технологических процессов и требованиями к скорости разработки.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка количественных моделей оценки риска цепочки поставок, автоматизация анализа SBOM в промышленной среде, а также интеграция SCA с системами управления уязвимостями и платформами класса GRC для формирования единого контура риск-ориентированного управления безопасностью разработки.

Литература:

1. Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
2. NIST SP 800–218. Secure Software Development Framework (SSDF), 2022.
3. NIST SP 800–53 Rev. 5. Security and Privacy Controls, 2020.
4. ISO/IEC 27001:2022. Information security management systems.
5. ENISA. Software Supply Chain Security, 2021.
6. OWASP. Software Composition Analysis Guide, 2023.

Гибридный подход к анализу синхронизации сердечного ритма и музыкальных произведений

Сафронов Павел Александрович, студент магистратуры
Научный руководитель: Волкова Ольга Рудольфовна, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В статье рассматривается метод совместного анализа вариабельности сердечного ритма и музыкальных ритмических последовательностей с применением гибридных алгоритмов.

Ключевые слова: ЧСС, музыкальный ритм, синхронизация, машинное обучение, цифровая обработка сигналов.

Введение

Музыка способна влиять на состояние человека: успокаивать или, наоборот, возбуждать, изменять дыхание и пульс. Однако, долгое время, это влияние оценивалось субъективно, через опросы слушателей. Современные технические средства позволяют подойти к этому вопросу более строго, используя объективные физиологи-

ческие показатели. Одним из главных таких показателей является частота сердечных сокращений (ЧСС), которая реагирует на внешние раздражители — музыку.

Цель данной работы: описать методику, которая позволяет количественно оценить, насколько ритм сердца подстраивается под музыкальный ритм, а также классифицировать различные типы реакций организма на музыкальные произведения.

Методика исследования

Предлагаемая методика состоит из трёх последовательных этапов, каждый из которых решает свою задачу.

На первом этапе выполняется подготовка исходных данных. Физиологический сигнал (электрокардиограмма (ЭКГ) или фотоплетизмограмма (сигнал с пульсометра)) требует очистки от помех [1]. Для этого применяется полосовой фильтр, который пропускает только значимые частоты и убирает наводки от электрической сети и движения человека. После очистки на сигнале находятся характерные пики, соответствующие каждому удару сердца, так называемые R-зубцы. По ним строится временной ряд интервалов между ударами, который называется вариабельностью сердечного ритма. Параллельно обрабатывается аудиозапись музыкального фрагмента. Из неё необходимо выделить моменты, приходящиеся на сильные доли, удары, то есть ритмическую основу музыки. Для этого используются алгоритмы отслеживания темпа, которые определяют, сколько ритмических ударов приходится на минуту, а также более точные методы, позволяющие отделить ударные инструменты от мелодии.

Исследование Дерюгиной приводит конкретные значения вариабельности сердечного ритма при прослушивании спокойной музыки:

- ЧСС: $77,2 \pm 10,6$ уд/мин. (Частоты сердечных сокращений)
- SDNN (общая вариабельность): $67 \pm 25,2$ мсек. (Стандартное отклонение длительностей всех нормальных интервалов между ударами сердца).
- RMSSD: $52,1 \pm 26,2$ мсек. (Данный показатель отражает активность парасимпатической нервной системы (блуждающего нерва), отвечающей за расслабление и восстановление).
- pNN50: $21 \pm 21,3$ % (процент соседних интервалов между ударами, разница между которыми превышает 50 миллисекунд). [2]

Эти данные можно использовать как референсные значения для проверки качества измерений. Если показатели существенно отличаются, это может указывать на ошибки в фильтрации или артефакты.

Второй этап является ключевым для понимания взаимодействия двух параметров. Полученные два набора данных — последовательность ударов сердца и последовательность музыкальных битов — необходимо привести к единому временному масштабу и сопоставить. Поскольку сердце бьётся не идеально равномерно, а музыкальный темп может немного колебаться внутри композиции, простое сравнение здесь не подходит. Для решения этой задачи применяется метод динамического преобразования времени. Этот алгоритм позволяет наилучшим образом соединить две временные последовательности, даже если они идут с разной скоростью на отдельных участках времени [3]. После совмещения вводится количественная мера синхронизации. Она рассчитывается как доля ударов сердца, которые произошли практически одновременно с музыкальными битами. До-

полнительно оценивается, как меняются стандартные показатели вариабельности ритма сердца в разные моменты звучания музыки, например, до и после кульминации.

Исследование в Nature Scientific Reports (2024) даёт важные количественные ориентиры:

- Типичная межсубъектная корреляция (ISC) физиологических сигналов невысока — $r \approx 0,10$.
- Внутрисубъектная корреляция (повторные прослушивания) значительно выше — $r \approx 0,60$.
- Коэффициенты альфа Кронбаха для шкал оценки музыки: $\alpha = 0,83$ (предложенная музыка), $\alpha = 0,80$ (любимая музыка). [4]

Эти цифры — готовый критерий для вашего метода: если ваш коэффициент синхронизации (SyncRatio) даёт значения в этих диапазонах, метод работает корректно.

Третий этап посвящён анализу данных с помощью методов машинного обучения. Здесь решаются три основные задачи.

Первая задача — классификация. По набору признаков, полученных на предыдущих этапах, модель должна определить, какой тип реакции вызывает у слушателя данный музыкальный фрагмент. Это может быть реакция возбуждения, успокоения или нейтральный отклик. Для решения таких задач хорошо подходят метод опорных векторов и случайный лес. Эти алгоритмы обучаются на примерах, где уже известно, какая музыка вызывала какую реакцию, и затем могут классифицировать новые, неизвестные произведения.

Вторая задача — прогнозирование. Используя рекуррентные нейронные сети, которые учитывают последовательный характер данных, можно попытаться предсказать, как изменится пульс человека в ближайшие несколько секунд, зная, как меняется музыка прямо сейчас. Это особенно важно для создания систем биоуправления, где музыка может подстраиваться под состояние человека.

Третья задача — поиск скрытых закономерностей. Методы кластеризации позволяют сгруппировать все проанализированные эпизоды в несколько типовых сценариев взаимодействия, например, сценарий устойчивой синхронизации или, наоборот, сценарий полного рассогласования ритмов. А градиентный бустинг, такой как XGBoost, помогает понять, какие именно характеристики музыки — темп, громкость, ритмический рисунок — сильнее всего влияют на сердце, а какие практически не имеют значения.

Предложенная трёхуровневая архитектура позволяет перейти от простой регистрации факта, к детальному количественному анализу этого влияния. Главное преимущество подхода заключается в его комплексности. Вместо использования одного метода, будь то только статистика или только нейросети, здесь они объединены в единую цепочку. Обработка сигналов даёт чистые входные данные, алгоритмы синхронизации создают содержательные признаки, а машинное обучение позволяет строить на их основе прогнозы и находить неочевидные взаимосвязи.

Точность работы всей системы напрямую зависит от качества первого этапа. Если сигнал пульса плохо

очищен от помех или если алгоритм ошибся в определении музыкальных битов, то дальнейший анализ, сколь бы сложные модели ни применялись, не даст достоверного результата.

Практическая значимость работы состоит в том, что подобные методики могут найти применение в различных областях. В музыкотерапии они позволят подбирать композиции не просто по жанру, а по их доказанному физиологическому эффекту для конкретного пациента. В спорте такие системы могут помогать контролировать уровень нагрузки, синхронизируя темп движений с музыкальным сопровождением. В индустрии развлечений возможно создание приложений, которые формируют плейлисты, ориентируясь на реальное состояние слушателя.

Литература:

1. Easthope E. Coupling the Heart to Musical Machines [Электронный ресурс] // arXiv. — 2025. — URL: <https://arxiv.org/pdf/2505.03073> (дата обращения: 24.02.2026).
2. Корреляционные зависимости variability сердечного ритма (вср) с психо-физиологическим состоянием студентов под воздействием музыки [Электронный ресурс] // — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsionnye-zavisimosti-variabelnosti-serdechnogo-ritma-vsr-s-psiho-fiziologicheskim-sostoyaniem-studentov-pod-vozd-eystviem> (дата обращения: 24.02.2026)
3. Scoring Synchronization Between Music and Motion: Local vs Global Approaches [Электронный ресурс] // — 2024. — URL: https://www.researchgate.net/publication/384562312_Scoring_synchronization_between_music_and_motion_local_Vs_global_approaches (дата обращения: 24.02.2026).
4. Reliability for music-induced heart rate synchronization | Scientific Reports [Электронный ресурс] // — 2024. — URL: <https://preview-www.nature.com/articles/s41598-024-62994-0> (дата обращения: 24.02.2026).

Методика настройки и верификации защищённого сбора метрик по SNMPv3 в гетерогенной сетевой среде

Чайка Егор Юрьевич, студент;

Шкуренок Егор Сергеевич, студент

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина (г. Москва)

В статье исследуется практическая реализация безопасного мониторинга с использованием протокола SNMPv3. В исследовании основное внимание уделено практической настройке, анализу работоспособности и оценке защищенности протокола SNMPv3 при его развертывании на оборудовании EcoRouter и Eltex. Подробно рассмотрены следующие этапы: создание учетных записей на базе USM с применением SHA и шифрованием AES. Проведено тестирование работоспособности сбора метрик (MIB) с помощью snmpwalk. В заключительной части работы проведен анализ потенциальных угроз, на основе которого сделан вывод о корректной работе протокола SNMPv3, и подтверждены преимущества протокола SNMPv3 перед предыдущими версиями.

Ключевые слова: SNMPv3, сетевое управление, информационная безопасность, аутентификация, шифрование, EcoRouter, Eltex, ОС Альт, мониторинг, USM.

Methodology for configuring and verifying secure SNMPv3 metric collection in a heterogeneous network environment

Chayka Egor Yurevich, student;

Shkurenkov Egor Sergeevich, student

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (Moscow)

The article examines the practical implementation of secure monitoring using the SNMPv3 protocol. The study focuses on practical configuration, performance analysis, and security assessment of the SNMPv3 protocol when it is deployed on EcoRouter and Eltex

equipment. The following steps are considered in detail: creating USM-based accounts using SHA and AES encryption. The functionality of the collection of metrics (MIB) was tested using snmpwalk. In the final part of the work, an analysis of potential threats was carried out, on the basis of which a conclusion was made about the correct operation of the SNMPv3 protocol, and the advantages of the SNMPv3 protocol over previous versions were confirmed.

Keywords: SNMPv3, network management, information security, authentication, encryption, EcoRouter, Eltex, Alt OS, Monitoring, USM.

Введение

Актуальность исследования можно обусловить несколькими факторами. Во-первых, быстро растущая сложность сетевой инфраструктуры требует эффективных инструментов мониторинга.

Во-вторых, протоколы SNMP v1 и v2c считаются устаревшими из-за открытой строки сообщества и отсутствия шифрования.

В-третьих, SNMPv3, поддерживающий аутентификацию, авторизацию и шифрование, на текущий момент является неким стандартом для безопасного сетевого мониторинга.

Объектом исследования в данной статье выступает сам процесс сбора информации и мониторинга сетевого оборудования с использованием протокола SNMPv3.

Предметом исследования является настройка, тестирование и анализ вопросов безопасности в использовании SNMPv3 на оборудовании EcoRouter и Eltex.

Цель данной статьи заключается в практической реализации и тестирования безопасного сбора информации по протоколу SNMPv3 на разном сетевом оборудовании, оценив корректность работы и уровень обеспечиваемой безопасности.

В исследовании Л. Х. Гарсия Вильяльбы подробно разбираются вопросы проектирования собственных MIB-модулей на языке ASN.1 и организации аутентификации на уровне пользователей. Эта работа рассматривает моделирование защищенных сессий, но в тоже время носит преимущественно лабораторный характер и не затрагивает вопросы встраивания протокола в работающие системы мониторинга.

Иной подход можно увидеть у специалистов Технического института Джорджии. Они сосредоточились на поиске слабых мест в механизме обнаружения SNMPv3. Специалистам удалось показать, что компрометация одного устройства в сети может привести к перехвату трафика и подмене сообщений.

Также можно привести в пример исследования Клаченкова и Минюка, в которых дан подробный анализ типовых угроз для ЛВС, включая атаки на управляющий трафик. Однако практика применения SNMPv3 в связке с системами сбора данных, такими как Zabbix, остается за скобками. В нашем случае делается упор на интеграцию защищенного протокола в инфраструктуру на оборудовании российских вендоров с сохранением уровня безопасности authPriv.

1. SNMP

За время своего существования протокол Simple Network Management Protocol (SNMP) успел пройти путь от примитивного инструмента до полноценной системы управления с надежной защитой.

В 1980-х появился протокол SNMPv1, который стал первым стандартом для сетевого мониторинга. Тогда ставка делалась на простоту реализации, но платой за эту простоту стала безопасность. Аутентификация основывалась на строках сообщества (community strings), которые передавались по сети в чистом виде, что не составляло никакого труда перехватить их.

Спустя почти десять лет появился SNMPv2. В ней разработчики постарались расширить функционал. Появились команды GETBULK для пакетной выгрузки данных и INFORM-сообщения, которые, в отличие от обычных трапов, гарантировали доставку. Однако снова появилась небольшая ошибка в безопасности: предложенная модель аутентификации оказалась настолько сложной, что в итоге прижилась лишь «урезанная» версия v2c, которая вернула простые строки из сообщества из v1, но сохранила новые PDU.

По-настоящему ситуация изменилась только к концу девяностых. Когда вышла SNMPv3, архитектуру пересобрали с нуля, взяв за основу USM и VACM. Первая отвечает за шифрование трафика и подтверждение подлинности пользователей, вторая — за гибкое разграничение прав. Именно такой подход превратил SNMP в средство безопасного управления сетью.

2. Архитектура, компоненты и принципы взаимодействия

В основе SNMP лежит модель взаимодействия «менеджер-агент».

Станция управления (NMS) является центральным элементом системы.

Агент — это программный модуль на управляемом устройстве, который аккумулирует локальные параметры и выдает их по запросу с NMS.

Управляемое устройство — это физический или виртуальный узел сети, оснащенный SNMP-агентом.

База управляющей информации (MIB) — это описание структуры данных. MIB организована в виде иерархического дерева, где каждый элемент идентифицируется числовым ключом — OID.

Взаимодействие строится на обмене PDU по протоколу UDP.

3. Модели безопасности

В первых версиях протокола безопасность была построена на модели Community-Based Security. Ее суть сводилась к использованию строк сообщества.

Данная модель содержала критические уязвимости: открытая передача данных, отсутствие аутентификации источника.

Выход SNMPv3 позволил перейти к криптографическим механизмам через модель USM. Новая модель решает проблемы с помощью трех компонентов: аутентификации, конфиденциальности и защиты от повторов.

Аутентификация гарантирует подлинность источника и целостность данных.

Конфиденциальность обеспечивает шифрование трафика.

Защита от повторов предотвращает атаки повторного воспроизведения.

Дополнением служит модель VACM — механизм детализированного контроля доступа.

Множество устройств до сих пор используют v1 и v2c. Это создает серьезные векторы атак:

1. Сниффинг. Перехват community strings.
2. Спуфинг. Подмена IP-адреса доверенного менеджера для отправки SetRequest.
3. Атаки на отказ в обслуживании (DoS).
4. Брутфорс и угадывание паролей.
5. Для нейтрализации рисков необходим комплексный подход: миграция на SNMPv3, сегментация сети и регулярный аудит.

4. Эксперимент

В эксперименте необходимо исследовать процесс настройки и тестирования сбора информации по протоколу SNMPv3 на разнородном оборудовании, предоставленном решениями российских вендоров EcoRouter и Eltex, а также сервером под управлением операционной системы «Альт», продемонстрировать универсальность протокола SNMPv3 вне зависимости от аппаратной платформы.

Первым делом настраиваем адресацию на операционной системе «Альт» и на маршрутизаторе Eltex vESR. Интерфейсу epr0s3 присвоен статический IP-адрес 192.168.1.100 с маской подсети /24, а интерфейсу gi1/0/1 присвоен IP-адресом 192.168.1.1/24.

Затем преступили к первоначальной настройке SNMPv3 на маршрутизаторе Eltex vESR. Вошли в режим глобальной конфигурации, создали пользователя Egor (с уровнем доступа authPriv), настроили протокол аутентификации SHA и указали протокола шифрования AES. Все настройки предоставлены на рисунке 1.

```
vesr# configure
vesr(config)# snmp-server
vesr(config)# snmp-server user Egor
vesr(config-snmpp-user)# authentication algorithm sha1
vesr(config-snmpp-user)# authentication access priv
```

Рис. 1. Первоначальная настройка SNMPv3

Завершили конфигурацию пользователя: указали пароль шифрования Password (пароль выбран для эксперимента, для использования не в лабораторных целях рекомендуется использовать сложные пароли) и произвели активацию созданной учетной записи. Использование уровня безопасности authPriv гарантирует, что весь трафик между менеджером и агентом будет как аутентифицирован, так и зашифрован. Завершение конфигурации представлено на рисунке 2, а на рисунке 3 предоставлена проверка всех настроек.

```
vesr(config-snmpp-user)# authentication key ascii-text Password
vesr(config-snmpp-user)# privacy algorithm aes128
vesr(config-snmpp-user)# privacy key ascii-text Password
vesr(config-snmpp-user)# enable
vesr(config-snmpp-user)# exit
```

Рис. 2. Завершение конфигурации

```
snmp-server
snmp-server user Egor
  authentication algorithm sha1
  authentication access priv
  authentication key ascii-text encrypted ACB5107EA7005AFF
  privacy algorithm aes128
  privacy key ascii-text encrypted ACB5107EA7005AFF
enable
```

Рис. 3. Проверка конфигурации

Далее представлены результаты выполнения команд snmpwalk с сервера на ОС «Альт» для сбора различных метрик. Базовые команды для тестирования:

1. Системное описание устройства. Результат представлен на рисунке 4.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1
.3.6.1.2.1.1.1.0
SNMPv2-MIB::sysDescr.0 = STRING: Eltex vESR Service Router 1.18.          build 3 (date 19/12/2023 time
14:53:31)
```

Рис. 4. Системное описание устройства

2. Время работы устройства uptime. Результат представлен на рисунке 5.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1
.3.6.1.2.1.1.3.0
DISMAN-EVENT-MIB::sysUpTimeInstance = Timeticks: (2536549) 7:02:45.49
```

Рис. 5. Время работы устройства (uptime)

Мониторинг CPU:

3. Количество ядер CPU. Результат представлен на рисунке 6.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1
.3.6.1.4.1.2021.11.67.0
UCD-SNMP-MIB::systemStats.67.0 = INTEGER: 1
```

Рис. 6. Количество ядер CPU

Мониторинг памяти (RAM):

4. Используемая оперативная память (в байтах). Результат представлен на рисунке 7.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1
.3.6.1.4.1.9.9.48.1.1.1.5
SNMPv2-SMI::enterprises.9.9.48.1.1.1.5.1 = Gauge32: 1544110080
```

Рис. 7. Используемая оперативная память (в байтах)

Мониторинг интерфейсов:

5. MAC-адреса интерфейсов. Результат представлен на рисунке 8.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1
.3.6.1.2.1.2.2.1.6
IF-MIB::ifPhysAddress.1 = STRING: 8:0:27:9c:78:ed
IF-MIB::ifPhysAddress.2 = STRING: 8:0:27:27:db:f1
```

Рис. 8. MAC-адреса интерфейсов

Мониторинг нагрузки

6. Просмотр имени периода нагрузки. Результат представлен на рисунке 9.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1.3.6.1.4.1.2021.10.1.2
UCD-SNMP-MIB::laNames.1 = STRING: Load-1
UCD-SNMP-MIB::laNames.2 = STRING: Load-5
UCD-SNMP-MIB::laNames.3 = STRING: Load-15
```

Рис. 9. Просмотр имени периода нагрузки

7. Просмотр текущей нагрузки. Результат представлен на рисунке 10.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.1 1.3.6.1.4.1.2021.10.1.3
UCD-SNMP-MIB::laLoad.1 = STRING: 0.09
UCD-SNMP-MIB::laLoad.2 = STRING: 0.05
UCD-SNMP-MIB::laLoad.3 = STRING: 0.01
```

Рис. 10. Просмотр текущей нагрузки

Приступили к настройке SNMPv3 на EcoRouter, необходимо проверить безопасную настройку, конечным результатом будет являться корректная работа протокола на примере 1 вывода snmpwalk. На рисунке 11 представлена команда для включения SNMP-сервера на устройстве EcoRouter.

```
ecorouter(config)#snmp-server enable snmp vr default
ecorouter(config)#
```

Рис. 11. Включение SNMP-сервера на EcoRouter

Создали SNMP-представление, определяющее, к каким ветвям MIB будет предоставлен доступ. Результат представлен на рисунке 12.

```
ecorouter(config)#snmp-server view all-view .1.3.6.1.2.1 included
ecorouter(config)#
```

Рис. 12. Создание представления для доступа к MIB

Приступили к конфигурации группы пользователей с привязкой к уровню безопасности priv (аутентификация и шифрование). Результат представлен на рисунке 13.

```
ecorouter(config)#snmp-server group SNMPGroup v3 priv read all-view write all-view
ecorouter(config)#
```

Рис. 13. Создание группы пользователей

Создание пользователя с теми же параметрами, что использовались для Eltex vESR. Процесс показан на рисунке 14.

```
ecorouter(config)#snmp-server user Egor group SNMPGroup auth sha Password priv aes Password
ecorouter(config)#
```

Рис. 14. Создание пользователя

Итоговые настройки SNMP представлены на рисунках 15–17.

```
ecorouter#show snmp user
User name: Egor
Group name: SNMPGroup
Authentication: sha1
Privacy: AES
ecorouter#
```

Рис. 15. Настройки SNMP пользователя

```
ecorouter#show snmp group
Group name: SNMPGroup
Security level: Authentication and Privacy
Snmp version: 3
Read view: all-view
Write view: all-view
ecorouter#
```

Рис. 16. Настройки SNMP группы

```
ecorouter(config)#interface eth2
ecorouter(config-if)#ip address 192.168.1.2/24
ecorouter(config-if)#exit
ecorouter(config)#exit
ecorouter#
```

Рис. 17. Установка IP-адреса

Проверка SNMP представлена на рисунке 18.

```
[root@host-15 ~]# snmpwalk -v3 -u Egor -l authPriv -a SHA -A Password -x AES -X Password 192.168.1.2 1.3.6.1.2.1.1.1.0
IP-MIB::sysDescr.0 = STRING: EcoRouterOS version Edelweis 16/07/2025 14:11:48
```

Рис. 18. Системное имя устройства

Можно сделать вывод о том, что безопасность грамотно работает на обоих маршрутизаторах.

Оценка производительности SNMPv3

Для количественной оценки влияния механизмов безопасности на производительность были проведены дополнительные измерения на тестовом стенде. Все замеры выполнялись с использованием встроенных средств ОС Альт (утилиты `time` для измерения времени выполнения) и анализатора трафика Wireshark для подсчета объема пакетов. Каждое измерение проводилось серией из 100 запросов с последующим усреднением результатов для минимизации погрешности.

Методика измерений:

1. Время отклика измерялось как интервал между отправкой запроса `snmpget` и получением ответа от агента с использованием команды `time`.
2. Загрузка CPU на маршрутизаторе Eltex vESR контролировалась встроенными средствами через SNMP (OID 1.3.6.1.4.1.9.9.109.1.1.1.3) в фоновом режиме.
3. Объем трафика определялся путем захвата пакетов в Wireshark с фильтром по порту 161 и последующим анализом размера PDU.

Результат представлен в таблице 1.

Для количественной оценки влияния механизмов безопасности на производительность были проведены измерения на тестовом стенде с использованием оборудования Eltex vESR в виртуальной среде. Замеры выполнялись с помощью утилиты `time` и анализатора трафика Wireshark, каждое измерение проводилось серией из 100 запросов с последующим усреднением результатов. Абсолютные значения могут незначительно отличаться на физическом оборудовании, однако относительные показатели сохраняются.

Таблица 1. Сравнительная характеристика режимов безопасности SNMP

Параметр	SNMPv2c	SNMPv3 authNoPriv	SNMPv3 authPriv
Среднее время отклика (sysDescr), мс	2,4	3,1	3,8
Среднее время отклика (ifTable, 10 строк), мс	12,6	15,2	18,4
Размер запроса sysDescr, байт	78	112	142
Размер ответа sysDescr, байт	156	198	234
Размер запроса ifTable (10 строк), байт	84	118	148
Размер ответа ifTable (10 строк), байт	1250	1580	1920
Загрузка CPU в режиме ожидания, %	2–3	2–3	2–3
Загрузка CPU при опросе (10 запр/сек), %	8–10	10–12	12–15
Пиковая загрузка CPU (GetBulk), %	18–20	20–22	22–24

Анализ полученных результатов показал, что использование режима authPriv увеличивает время отклика в среднем на 58 % по сравнению с SNMPv2c (с 2,4 мс до 3,8 мс для одиночного запроса), что обусловлено необходимостью выполнения криптографических операций аутентификации и шифрования. Для массовых запросов увеличение времени составляет около 46 % (с 12,6 мс до 18,4 мс). Накладные расходы протокола SNMPv3 складываются из добавления полей аутентификации (12 байт), полей шифрования (8–16 байт) и служебной информации USM (20–30 байт). В результате размер запроса увеличивается на 44–82 %, а размер ответа — на 27–54 %, что для одиночных запросов составляет 64–82 байта дополнительных данных. Дополнительная нагрузка на процессор, связанная с криптографическими операциями, составляет 4–7 % от общего уровня загрузки, увеличивая её с 8–10 % до 12–15 % при интенсивном опросе. Применение механизма GetBulk позволяет сократить общее время опроса табличных данных в 6–7 раз по сравнению с последовательными Get-запросами (18,4 мс против 128 мс для 10 строк).

Таким образом, использование режима authPriv обеспечивает максимальный уровень безопасности при приемлемых накладных расходах. Увеличение времени отклика на 46–58 %, объема трафика на 27–82 % и загрузки CPU на 4–7 % является оправданной ценой за гарантированную конфиденциальность, целостность и аутентичность данных управления. Для большинства практических сценариев мониторинга данные накладные расходы не оказывают существенного влияния на производительность сети и оборудования.

Настройка системы мониторинга Zabbix на сервере с ОС «Альт» и ее интеграция с настроенным SNMPv3 на оборудовании:

Работает PostgreSQL, пользователь Zabbix создан, база данных Zabbix создана, схема базы данных импортирована, пользователь postgres настроен.

Приступили к созданию нового узла сети в веб-интерфейсе Zabbix для мониторинга маршрутизатора Eltex. Процесс создания показан на рисунке 19.

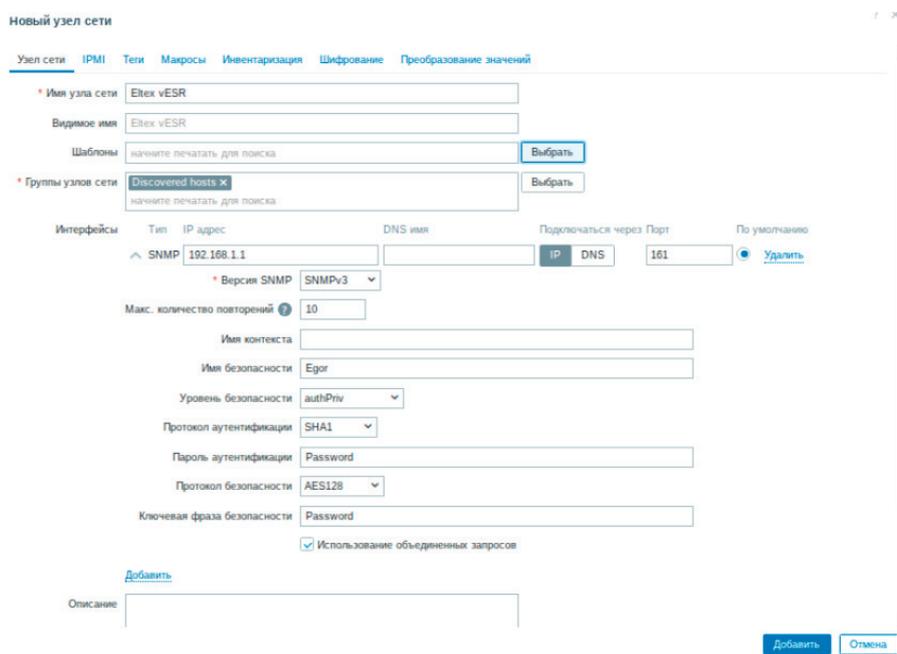


Рис. 19. Создание и настройка нового узла сети

Перешли в панель «Узлы сети» и нашли созданный узел. Результат показан на рисунке 20.

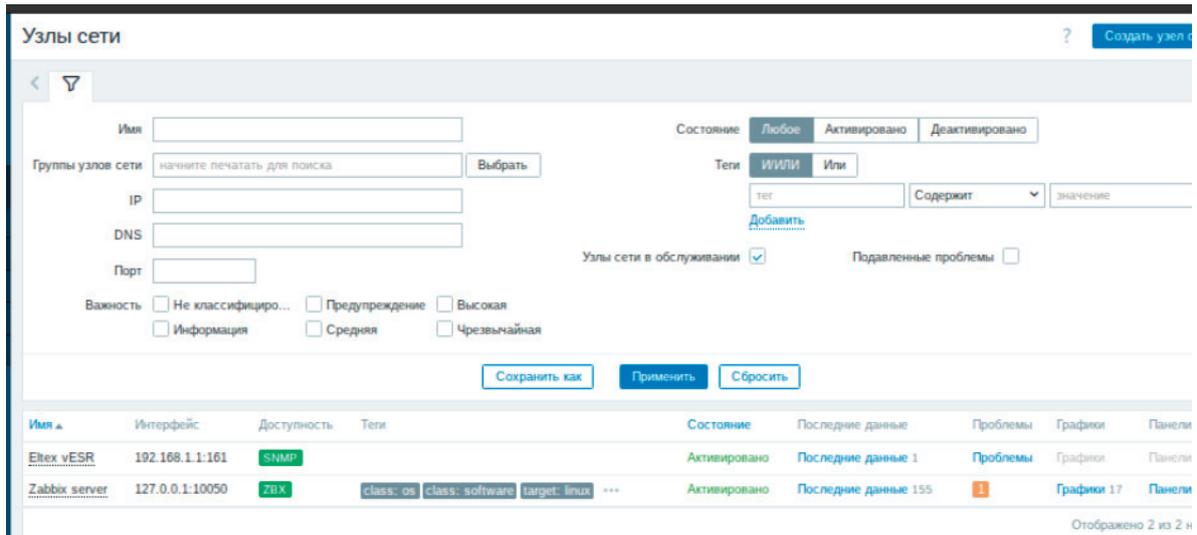


Рис. 20. Узлы сети

Подключили готовые шаблоны для сбора стандартных метрик с сетевых устройств для анализа. На рисунке 21 отображены результаты сбора данных.

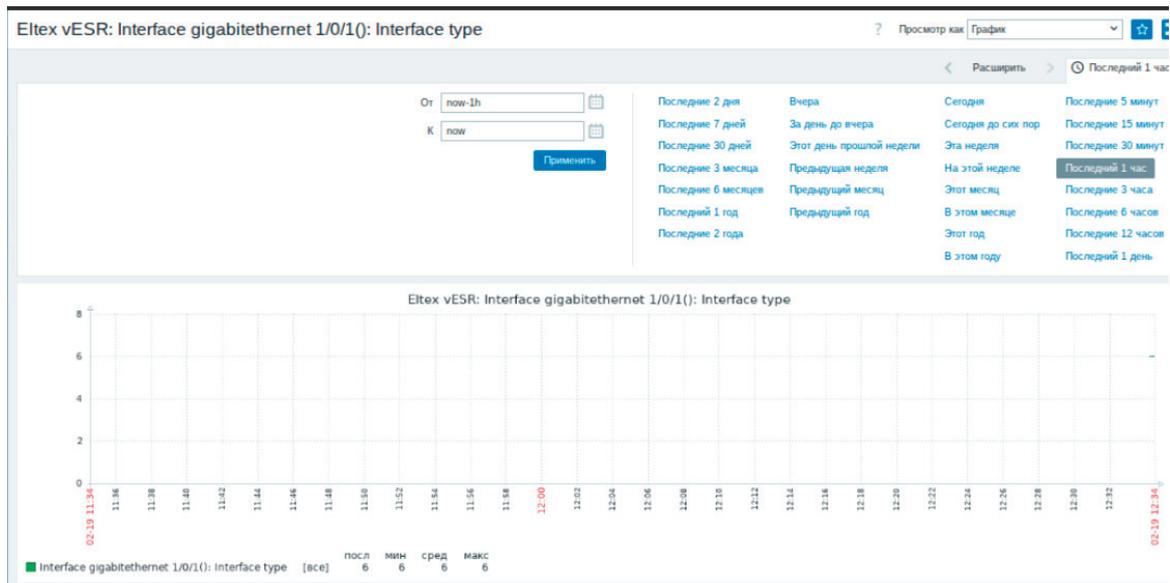


Рис. 21. Сбор стандартных метрик

Заключение

В ходе выполнения данной работы была достигнута поставленная цель — выполнена настройка и тестирование безопасного сбора информации по протоколу SNMP версии 3.

Проведен анализ теоретических основ протокола SNMP, его эволюции и моделей безопасности. Особое внимание уделено сравнению механизмов аутентификации и шифрования в версиях SNMPv1/v2c и SNMPv3, что позволило обосновать необходимость перехода на защищенную версию протокола в современных сетях.

Выполнена практическая настройка SNMPv3 на каждом устройстве с использованием максимального уровня безопасности authPriv, включающего аутентификацию по алгоритму SHA1 и шифрование трафика AES128.

Проведено тестирование сбора данных и подтверждено корректность конфигурации и работоспособность защищенного канала связи.

Выполнена интеграция настроенного устройства в систему мониторинга Zabbix на примере Eltex, что позволило на практике продемонстрировать применение SNMPv3 в реальной инфраструктуре для централизованного сбора метрик производительности.

Практическая значимость работы заключается в получении готовых к применению конфигураций для настройки защищенного мониторинга сетевого оборудования.

Таким образом, предложенное решение на базе SNMPv3 и Zabbix может быть рекомендовано для внедрения в корпоративных сетях с целью повышения уровня информационной безопасности и обеспечения надежного централизованного мониторинга.

Литература:

1. RFC 3414. User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3). — The Internet Society, 2002.
2. RFC 3411. An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks. — The Internet Society, 2002.
3. Официальная документация по оборудованию Eltex. Серия ESR. Версия 1.24. — [Электронный ресурс] — URL: <https://eltex-co.ru/support/> (дата обращения: 20.02.2026).
4. Клаченков В. А. Анализ атак на локально-вычислительную сеть / В. А. Клаченков, О. Н. Минюк. — [б.м.], [б.г.].
5. Официальная документация по оборудованию EcoRouter. Руководство администратора. Версия Edelweiss. — [Электронный ресурс] — URL: <https://ecorouter.ru/docs/> (дата обращения: 20.02.2026).
6. Официальная документация Zabbix. Zabbix Documentation 7.0. — [Электронный ресурс] — URL: <https://www.zabbix.com/documentation/current/> (дата обращения: 20.02.2026).
7. Georgia Institute of Technology. Security Analysis of SNMPv3: Vulnerabilities and Countermeasures. — Atlanta: Georgia Tech, 2021.
8. Официальная документация по ОС Альт. Администрирование системы. — [Электронный ресурс] — URL: <https://www.altlinux.org/> (дата обращения: 20.02.2026).
9. ГОСТ Р 57580.1–2017. Защита информации финансовых организаций. Базовый состав организационных и технических мер. — М.: Стандартинформ, 2017.
10. Garcia Villalba L. J. SNMPv3 Security Implementation Analysis / L. J. Garcia Villalba, J. A. Hernandez, D. Arroyo // Journal of Network and Systems Management. — 2017. — Vol. 25, No. 3. — P. 518–540.
11. Методические рекомендации ФСТЭК России по обеспечению безопасности сетевой инфраструктуры. — М.: ФСТЭК России, 2022.
12. Воробьёв С. Защита промышленных протоколов: часть 1 / С. Воробьёв // СТА. — 2018. — № 3. — С. 22–23.
13. Уймин А. Г. Применение отечественного сетевого оборудования Eltex и EcoRouter в рамках специальности 09.02.06 «Сетевое и системное администрирование». Вопросы импортозамещения и подготовки квалифицированных кадров в сетевом оборудовании / А. Г. Уймин, И. М. Толмачев // Автоматизация и информатизация ТЭК. — 2025. — № 11(628). — С. 58–62. — EDN DMHQJU.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выявление активных очагов пожаров на основе спутниковых данных MODIS и VIIRS (на примере Каркараулы-Баянаульской зоны)

Кабекеш Марс Манатулы, студент магистратуры

Научный руководитель: Байгурин Жаксыбек Джакупбекович, доктор технических наук, профессор
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

В данной статье были оценены возможности спутниковых данных MODIS и VIIRS в выявлении активных очагов пожаров на границе Каркаралинского района Карагандинской области и Баянаульского района Павлодарской области. В ходе исследования активные пожарные детекции с платформы NASA FIRMS были сопоставлены с картами сгоревшей территории на базе Landsat-8. Результаты показали, что личное использование данных MODIS и VIIRS не может полностью охватить очаги пожаров. Совместное использование двух источников более точно описывает пространственное распространение сгоревших территорий и повышает надежность мониторинга пожаров. Многопутниковый подход в перспективе рассматривается как эффективное направление оперативного и точного обнаружения лесных и степных пожаров.

Ключевые слова: активный пожар, дистанционное зондирование Земли, MODIS, VIIRS, FIRMS, обнаружение лесных пожаров.

Identification of active fire centers based on MODIS and VIIRS satellite data (Karkarauly-Bayanaul zone as an example)

This article assessed the capabilities of MODIS and VIIRS satellite data in identifying active fires on the border of the Karkaraly district of the Karaganda region and the Bayanaul district of Pavlodar region. During the study, active fire detections from the NASA FIRMS platform were compared with maps of the burnt area based on Landsat-8. The results showed that personal use of MODIS and VIIRS data could not fully capture the fires. The sharing of two sources more accurately describes the spatial spread of burned areas and improves the reliability of fire monitoring. In the future, the multi-path approach is considered as an effective direction for the prompt and accurate detection of forest and steppe fires.

Keywords: active fire, remote sensing of the Earth, MODIS, VIIRS, FIRMS, wildfire detection.

Введение

В последние годы изменение климата, усиление антропогенных факторов и увеличение темпов использования природных ресурсов приводят к участию лесных и степных пожаров. Особенно в центральных и северо-восточных регионах Казахстана в летний период повышают пожарную опасность высокая температура воздуха, низкие осадки и усиление ветра. В этом случае своевременное выявление очагов пожаров и контроль за их распространением является одной из важнейших задач обеспечения экологической безопасности. В настоящее время данные спутникового дистанционного зондирования стали основным средством мониторинга пожаров, так как традиционные методы наземного наблюдения ограничены охватом обширных территорий.

Спутниковые системы, такие как MODIS и VIIRS, позволяют оперативно выявлять активные очаги пожаров, однако каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. В этой связи актуальным научным вопросом является оценка возможности их интегрированного использования при сопоставлении различных спутниковых данных. Данное исследование посвящено именно этому вопросу и направлено на совершенствование эффективных методов мониторинга пожаров.

Область исследования

Зона исследования охватывает территорию, расположенную в границах Каркаралинского района Карагандинской области и Баянаульского района Павлодарской области. Эти регионы относятся к зоне стыка степных

и лесостепных ландшафтов и считаются одной из наиболее пожароопасных в силу особенностей природно-климатических условий. Высокая температура воздуха, низкие осадки и усиление ветра в летний период способствуют частому возникновению активных очагов пожаров.

Примененные данные

В ходе исследования для выявления и анализа активных очагов пожаров были использованы следующие данные:

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) — сенсор, работающий на спутниках Terra с 1999 года и Aqua с 2002 года. MODIS охватывает 36 спектральных каналов, а пространственное разрешение колеблется от 250 до 1000 м. Хотя пространственная точность относительно невелика, ее главное преимущество — высокая частота времени, то есть возможность делать снимки несколько раз в сутки. Это делает данные MODIS эффективными при оперативном выявлении лесных и степных пожаров на обширных территориях. Тем не менее, низкий пространственный разрыв создает определенные ограничения в выявлении мелких очагов пожаров и облачных зон.

VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) — с 2011 года работает на Suomi NPP, с 2017 года на спутниках NOAA-20 и последующих NOAA-21. VIIRS состоит из 22 спектральных каналов и имеет более высокое пространственное разрешение по сравнению с MODIS (375–750 м). Этот датчик отличается тем, что способен обнаруживать активные очаги пожара и в ночное время. Специальные каналы инфракрасного диапазона позволяют надежно регистрировать высокотемпературные объекты даже в тем-

ноте, поэтому данные VIIRS широко используются в пожарном мониторинге на глобальном уровне.

Данные активных очагов пожаров были получены с платформы NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System). Система FIRMS является открытой базой данных, предоставляющей оперативные пожарные детекции на основе MODIS и VIIRS. Также для сравнения и проверки результатов использовались карты сожженной территории (burned area), полученные в ходе предыдущего исследования на основе данных Landsat-8.

Методы исследования

Методика исследования основана на определении активных очагов пожаров через спутниковые данные и оценке их соответствия с сожженными территориями. Сначала активные пожарные детекции MODIS и VIIRS с платформы NASA FIRMS были отобраны по зонам исследований и нанесены на карту в центре геоинформационной системы. Затем эти данные сверили с картами burned area, полученными на основе Landsat-8, проанализировали уровень охвата и эффективность каждой спутниковой системы. В ходе методики были оценены преимущества индивидуального и совместного применения спутников.

Результаты

Результаты исследования показали, что данные активных очагов пожаров MODIS не охватывают полностью сгоревшие территории. Это состояние связано с низким пространственным разрывом и особенностями времени съемки. То есть некоторые очаги пожаров не были зарегистрированы за прошедшее время спутником MODIS.

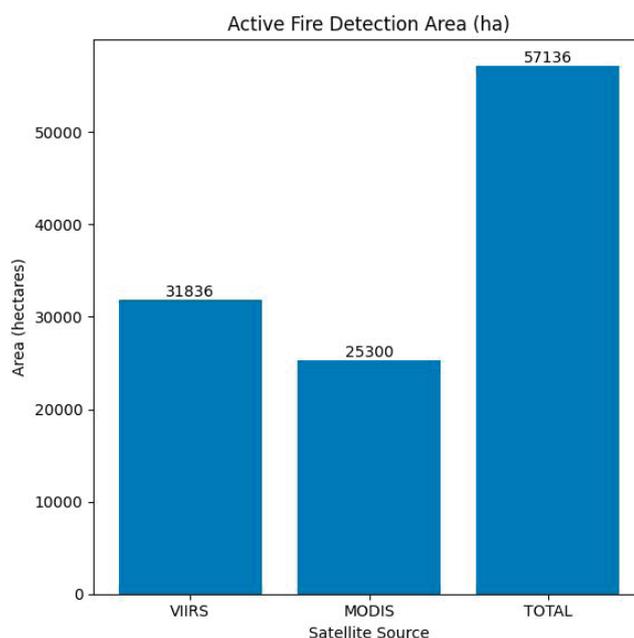


Рис. 1. Районы горения, выявленные спутниками MODIS и VIIRS по пожару в Каркаралинско-Баянаульской зоне в октябре 2024 года

На диаграмме показано, что датчик VIIRS зарегистрировал 31 836 га, MODIS 25 300 га сгоревшей территории в качестве активных очагов пожара. Общая площадь охвата, выявленная при объединении двух источников, составила 57 136 гектаров. Результаты показали, что благодаря высокому пространственному разрешению VIIRS более точно фиксирует мелкие очаги, а MODIS пропускает некоторые очаги, хотя и имеет высокую частоту времени. Эти данные важны для демонстрации преимуществ и ограничений каждого датчика в активном мониторинге пожара.

Хотя активные пожарные детекции VIIRS более точно локализовали сгоревшие территории по сравнению с MODIS, они также не смогли полностью охватить все сгоревшие места.

Однако совместное использование данных MODIS и VIIRS принесло гораздо больше результатов, чем данные, полученные отдельно. Объединенные данные позволили подробно описать пространственное распространение сгоревших территорий и более надежно выявить активные очаги пожаров.

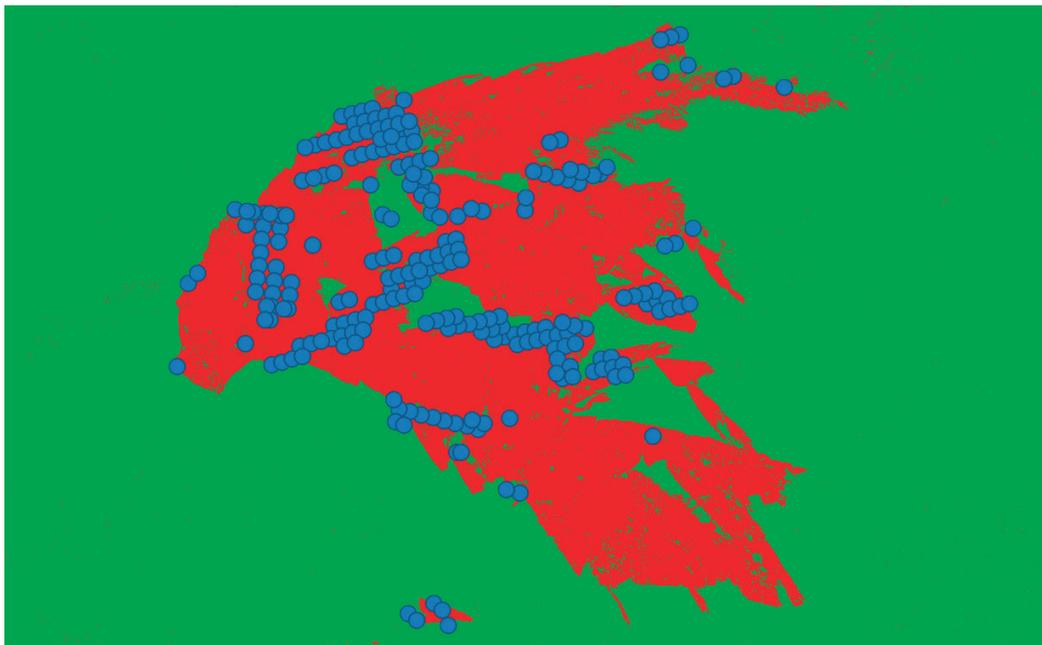


Рис. 2. Пространственное совпадение активных очагов пожара (Active Fire Detection) с горящими территориями (Burned Area), обнаруженных спутником MODIS



Рис. 3. Пространственное совпадение активных очагов пожаров, выявленных спутниками VIIRS, с сгоревшими территориями (Burned Area)

Полученные на основе платформы NASA FIRMS данные активных очагов пожаров, объединенных MODIS и VIIRS, позволили проанализировать пространственную и временную динамику пожара (рис. 4). Разноцветная подача очагов пожара на карте соответствует времени их обнаружения, что позволяет указать, на какой территории и за сколько дней начался пожар. Объединенные данные четко характеризуют ис-

ходные очаги пожара и направление его распространения. По результатам наблюдения, что основная распространенность пожаров сложилась в соответствии с особенностями направления ветра и ландшафта. Комбинированное использование данных MODIS и VIIRS позволило более точно оценить динамику развития пожара и достоверно определить направление распространения пожара.

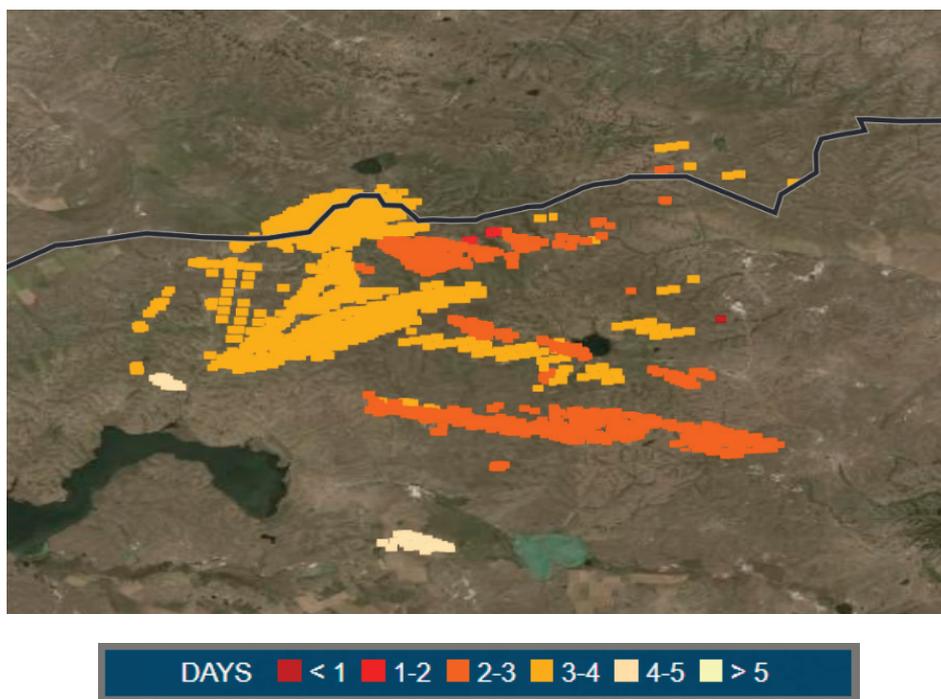


Рис. 4. Распространение по времени активных очагов пожаров, выявленных спутниками MODIS и VIIRS на основе данных NASA FIRMS (Каркаралинско-Баянаульская зона)

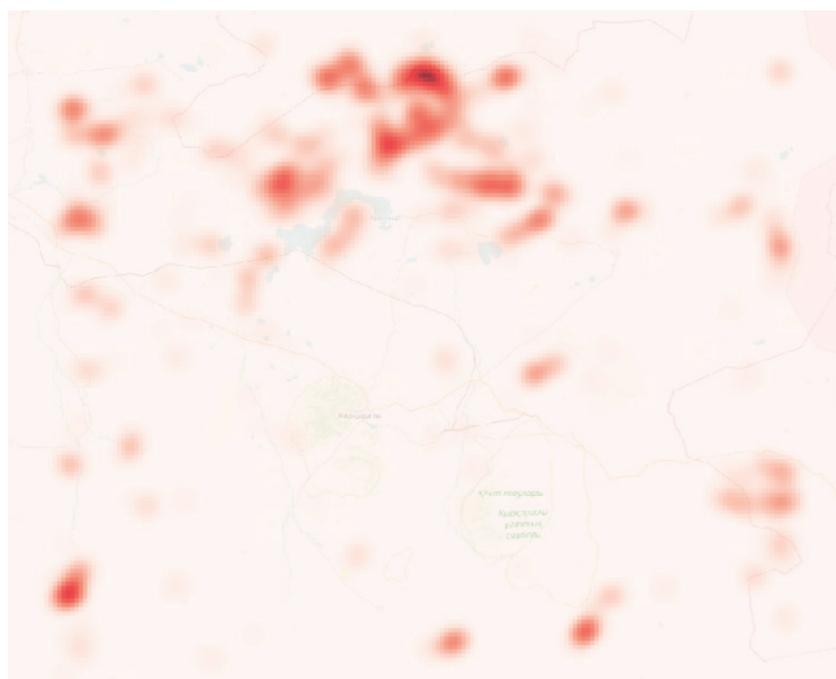


Рис. 5. Пространственная концентрация активных очагов пожаров в Каркаралинском районе и на приграничных территориях за последние 5 лет (Heatmap, радиус 5 км)

Карта Heatmap показывает, на каких территориях за последние 5 лет чаще всего регистрируются пожары. Красные части карты обозначают наиболее часто повторяющиеся, концентрированные зоны пожаров, а зеленые и желтые — относительно малозначительные очаги. Результаты показывают, что в лесостепных и горнолесных ландшафтах в зоне обследования часто сосредоточены пожары, а также на участках, зависимых от некоторых антропогенных факторов, было много повторений. Эти данные являются полезной информацией при планировании мероприятий по предупреждению зон повышенной пожарной опасности в будущем.

Обсуждение

Различия между данными MODIS и VIIRS неразрывно связаны с их техническими характеристиками. Данные VIIRS позволяют более точно локализовать очаги пожаров благодаря высокому пространственному разрешению, а данные MODIS отличаются высокой временной занятостью. Поэтому совместное использование этих двух спутниковых систем повышает надежность активного пожарного мониторинга.

Кроме того, подключение данных спутников Landsat и Sentinel с высоким пространственным разрешением, но с низким временным разрешением повышает точность обнаружения очагов пожара. Комплексное использование

данных MODIS, VIIRS, Landsat и Sentinel позволяет своевременно и надежно выявлять активные очаги пожаров.

В настоящее время проводится множество исследований по автоматическому выявлению активных очагов пожаров с применением методов машинного обучения и искусственного интеллекта. В перспективе интеграция данных MODIS и VIIRS такими методами позволит дальнейшее совершенствование систем раннего обнаружения пожаров.

Заключение

Данное исследование было посвящено оценке возможностей спутниковых данных MODIS и VIIRS в выявлении активных очагов пожаров в границах Каркаралинского района Карагандинской области и Баянаульского района Павлодарской области. Результаты показали, что каждая спутниковая система не может полностью охватить сторевшие территории в случае их индивидуального использования.

Совместное использование данных MODIS и VIIRS повышает эффективность выявления активных очагов пожаров и повышает надежность результатов мониторинга. Многопутниковый подход, дополненный данными Landsat и Sentinel с высоким пространственным разрешением, является основным направлением повышения точности и оперативности мониторинга пожаров в будущем.

Литература:

1. Coskuner, K. A. (2022). Assessing the performance of MODIS and VIIRS active fire products in the monitoring of wild-fires. *iForest*, 15, 85–94. <https://doi.org/10.3832/ifor3754-015>
2. Zhang, D., et al. (2023). Remote sensingbased real-time wildfire detection algorithm using VIIRS data. *Remote Sensing*, 15(6), 1541. <https://doi.org/10.3390/rs15061541>
3. Coffield, S. R., et al. (2025). Leveraging additional VIIRS information to improve wildfire mapping and detection. *Science of the Total Environment*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425725005607>
4. NASA FIRMS & MODIS/VIIRS. (n.d.). Fire Information for Resource Management System: Active fire products. NASA. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>
5. NASA Earthdata. (n.d.). Sensor characteristics: MODIS and VIIRS. NASA. <https://www.earthdata.nasa.gov/news/blog/characteristics-viirs-modis-oli-sensors-effects-spatial-extent-daily-active-fire-data>
6. Chen, Y., Morton, D. C., & Randerson, J. T. (2020). Remote sensing for wildfire monitoring: Insights into burned area, emissions, and fire dynamics.
7. Coskuner, K. A. (2022). Assessing the performance of MODIS and VIIRS active fire products in the monitoring of wild-fires. *iForest*, 15, 85–94.
8. Giglio, L., Schroeder, W., & Justice, C. O. (2016). The collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. *Remote Sensing of Environment*, 178, 31–41.
9. Key, C. H., & Benson, N. C. (2006). Landscape assessment: Ground measure of severity, the Composite Burn Index and remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio. USDA Forest Service General Technical Report.

Исследование физико-химических свойств моторного масла при попадании в него топлива

Копылова Мария Юрьевна, студент;
Напортович Мария Ивановна, студент;
Морозов Вадим Эдуардович, студент

Научный руководитель: Свирбутович Ольга Александровна, кандидат социологических наук, доцент;

Научный руководитель: Кривцова Татьяна Игоревна, кандидат технических наук, доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

В данной статье представлены результаты проведенного исследования моторного масла с добавлением бензинового или дизельного топлива с целью определения влияния топлива на физико-химические свойства масла. Испытания проводились с образцами масла маркировки по SAE 5W-40 и концентрацией топлива 1 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 % и 10 %.

Ключевые слова: моторное масло, двигатель, система смазки, топливо.

Investigation of physicochemical properties of engine oil when fuel gets into it

Kopylova Maria Yurevna, student;
Naportovich Maria Ivanovna, student;
Morozov Vadim Eduardovich, student

Scientific advisor: Svirbutovich Olga Alexandrovna, phd in sociology, associate professor;

Scientific advisor: Krivtsova Tatyana Igorevna, ph.d., associate professor

Irkutsk National Research Technical University

This article presents the results of a study of motor oil blended with gasoline or diesel fuel to determine the effect of fuel on the oil's physicochemical properties. Tests were conducted with 5W-40 oil samples and fuel concentrations of 1 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, and 10 %.

Keywords: motor oil, engine, lubrication system, fuel.

Введение

Актуальность данного исследования обоснована тем, что моторные масла напрямую влияют на срок и качество работы всех основных элементов двигателя автомобиля. Изменение свойств масла может говорить о наличии неисправностей в двигателе, оценка этих свойств позволит своевременно оценить работоспособность систем двигателя. Исходя из этого, повышается необходимость исследований, которые направлены на контроль состояния моторных масел в процессе эксплуатации автомобиля. Такая проблема как попадание топлива в моторное масло, приводит к его разжижению и ухудшению основных физико-химических свойств, таких как плотность, кинематическая вязкость и температура вспышки, что снижает расчетный ресурс двигателя.

Физико-химические свойства моторного масла

Физико-химические свойства моторного масла — это совокупность нескольких параметров, которые характеризуют состояние масла и его поведение при различных температурных режимах и при различной нагрузке во время работы двигателя. Эти свойства являются качественной характеристикой моторного масла и определяют его способность создавать масляную пленку, обеспечивать стабильную работу двигателя в широком диапазоне температур и защищать детали двигателя от коррозии и отложений.

Плотность (ρ) — это масса вещества, заключенная в единице объема ($\text{кг}/\text{м}^3$ или $\text{г}/\text{см}^3$). Плотность моторных масел измеряется ареометром (нефтеденсиметром) и оценивается при приведении к нормальной температуре ($t = 20^\circ\text{C}$).

Кинематическая вязкость (ν) — это способность масла сопротивляться течению под действием силы тяжести. Кинематическая вязкость измеряется в сантистоксах (сСт) или $\text{мм}^2/\text{с}$. Данное свойство характеризует способность масла образовывать масляную пленку, предотвращающую износ деталей двигателя. При недостаточной толщине масляной пленки возможен контакт «металл-металл», и, как следствие, возникновение задиров, разрушению подшипников и шестерен. Данный параметр присутствует в классификации моторных масел по SAE, он обозначает высокотемпературную вязкость.

Температура вспышки ($t_{\text{всп}}$) — это минимальная температура, при которой горючие пары нагреваемого моторного масла образуют с воздухом смесь, способную кратковременно вспыхнуть при поднесении огня. Эта характеристика определяет стабильность масла в условиях высокой температуры.

Все эти параметры могут понижаться при попадании топлива, происходит снижение вязкости, окисления, накопления низкотемпературного шлама, также возможно образование сгустков сажи.

Основными причинами, из-за которых топливо при эксплуатации автомобиля попадает в моторное масло:

1. В результате неисправностей цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма, к примеру, потеря компрессии или неполная посадка клапанов, может вызвать неполное сгорание топлива. Также причиной неполного сгорания топлива являются нарушение работы системы зажигания и системы подачи топлива.

2. Городские условия движения, для которых характерна езда на короткие расстояния и на минимальных оборотах холостого хода, особенно поездки на непрогретом до рабочей температуры двигателе.

3. Применение некачественного топлива с высоким количеством тяжелых углеводородов. Тяжелые углеводороды не полностью испаряются в камере сгорания двигателя, в следствие чего они, находясь в капельно-жидком состоянии, могут проникать в моторное масло сквозь зазоры между поршневыми кольцами и цилиндром двигателя.

При совмещении нескольких причин, данные негативные явления многократно увеличивают свое негативное действие.

Экспериментальная часть: оценка физико-химических свойств моторного масла

Экспериментальная часть данного исследования является поэтапным изучением всех свойств с применением следующего лабораторного оборудования: ареометр для нефтепродуктов, вискозиметр, прибор для определения температуры вспышки, набор термометров. В качестве материала для изучения выбрано синтетическое масло 5W-40 фирмы Toyota, бензин марки АИ-92 и дизельное топливо.

Процесс оценки физико-химических свойств состоит следующих этапов:

1. Смешивание образцов и оценка внешнего вида масла.

Смешивание образцов проводилось в мерных емкостях на лабораторных весах. Для каждого образца избирается 100 мл моторного масла и необходимый процент топлива для получения смеси.

2. Определение плотности смеси моторного масла и топлива.

Плотность моторного масла измеряется с помощью ареометра для нефтепродуктов. Перед измерением плотности смесь моторного масла и топлива разбавляется в пропорции 1:1 с растворителем плотность которого известна, к примеру с бензином, затем полученную плотность приводят к плотности при нормальных условиях ($t = 20^\circ\text{C}$) и высчитывают искомую плотность смеси моторного масла с определённым процентом топлива.

3. Определение вязкостно-температурных свойств.

Определение кинематической вязкости проводится при масле, нагретом до 40°C и 100°C с использованием вискозиметра.

4. Определение температуры вспышки.

5. Сведение результатов в таблицу и анализ полученных значений.

Анализ полученных результатов

С увеличением концентрации как бензинового, так и дизельного топлива в образце, его цвет становится светлее, образец становится прозрачнее. Плотность моторного масла при добавлении бензина снизилась от $0,855 \text{ кг/м}^3$ до $0,839 \text{ кг/м}^3$, при добавлении дизельного топлива от $0,855 \text{ кг/м}^3$ до $0,849 \text{ кг/м}^3$. Температура вспышки в обоих случаях понизилась от 100 до 22 (до комнатной температуры). Вязкость снизилась при добавлении бензина от $31,95 \text{ мм}^2/\text{с}$ до $26,1 \text{ мм}^2/\text{с}$ при температуре 40°C , а при температуре 100°C вязкость снизилась от $19,01 \text{ мм}^2/\text{с}$ до $16,99 \text{ мм}^2/\text{с}$. При добавлении дизельного топлива, вязкость снизилась при от $20,51 \text{ мм}^2/\text{с}$ до $5,03 \text{ мм}^2/\text{с}$ при температуре 40°C , а при температуре 100°C вязкость снизилась от $41,16 \text{ мм}^2/\text{с}$ до $1,8 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Все полученные результаты были сведены в таблицы, где показано изменение свойств масла при добавлении бензина (Таблица 1) и дизельного топлива (Таблица 2).

Основываясь на полученных результатах, были построены графики зависимости свойств моторного масла от количества (в %) добавляемого топлива.

На графике, представленном на рисунке 1, показана зависимость плотности и температуры вспышки масла при добавлении бензина.

На графике, представленном на рисунке 2, показана зависимость плотности и температуры вспышки и моторного масла при добавлении дизельного топлива.

Таблица 1. Изменение свойств моторного масла при добавлении бензина

% содержания топлива	Плотность			Температура вспышки, °С	Вязкость		Внешний вид
	При t = 20,5°С, кг/м³	При t = 20°С, кг/м³	Плотность густого НП, кг/м³		При 40°С	При 100 40°С	
0	0,794	0,794	0,855	-	-	-	При добавлении топлива смесь стала светлее
1	0,793	0,793	0,853	110	31,95	19,01	
2	0,791	0,791	0,849	53	30,26	18,23	
4	0,79	0,790	0,847	48	28,13	17,89	
6	0,788	0,788	0,843	23	27,23	17,66	
8	0,787	0,787	0,841	22	27,23	17,44	
10	0,786	0,786	0,839	22	26,1	16,99	

Таблица 2. Изменение свойств моторного масла при добавлении дизельного топлива

% содержания топлива	Плотность			Температура вспышки, °С	Вязкость		Внешний вид
	При t = 20,5°С, кг/м³	При t = 20°С, кг/м³	Плотность густого НП, кг/м³		При 40°С	При 100 40°С	
0	0,847	0,849	0,855	-			При добавлении топлива смесь стала светлее
1	0,846	0,848	0,853	100	20,51	4,16	
2	0,846	0,848	0,853	55	15,19	3,38	
4	0,845	0,847	0,851	40	11,25	2,81	
6	0,845	0,847	0,851	30	9,0	2,7	
8	0,845	0,847	0,851	25	6,75	2,25	
10	0,844	0,846	0,849	22	5,06	1,8	

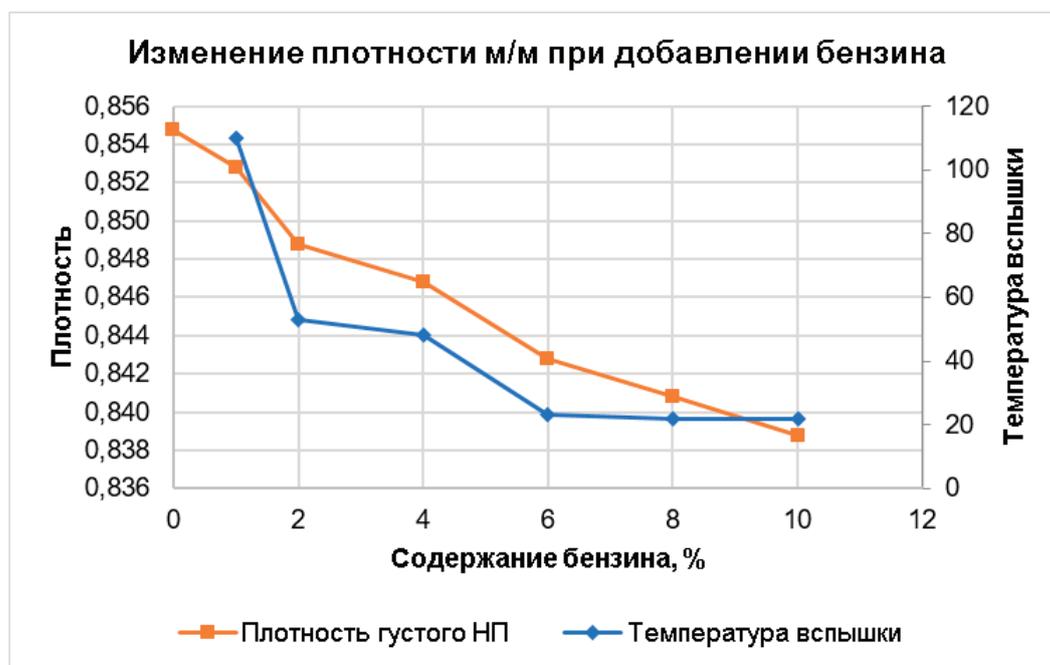


Рис. 1. Изменение плотности м/м при добавлении бензина

На графике, представленном на рисунке 3, показана зависимость вязкости моторного масла при добавлении бензина, измеренная при 40°С и при 100°С.

На графике, представленном на рисунке 4, показана зависимость вязкости моторного масла при добавлении дизельного топлива, измеренная при 40°С и при 100°С.

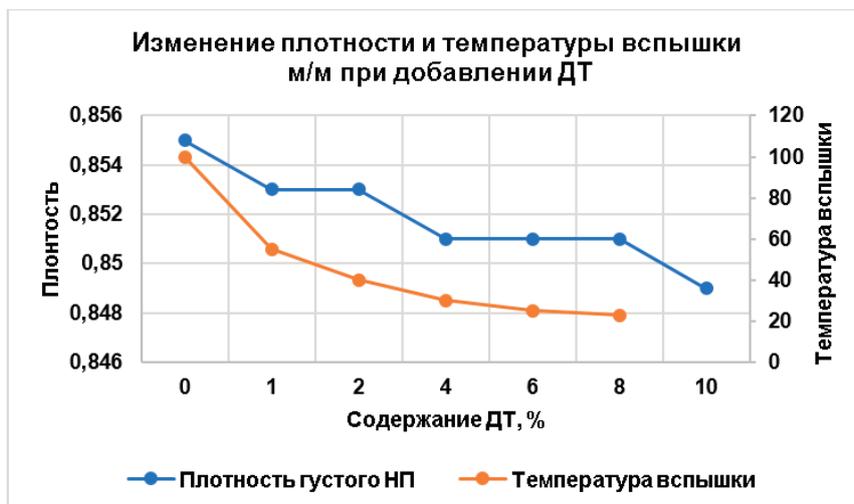


Рис. 2. Изменение плотности м/м при добавлении дизельного топлива

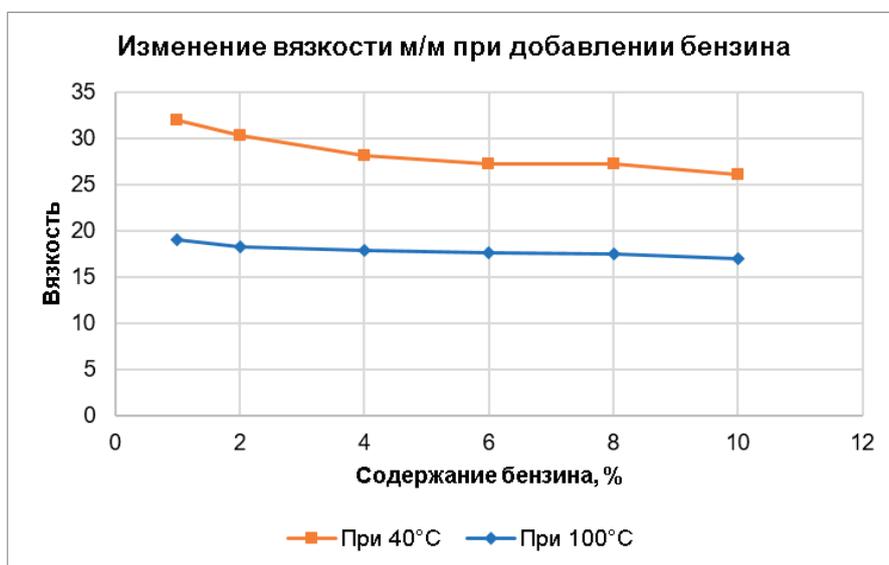


Рис. 3. Изменение вязкости м/м при добавлении бензина

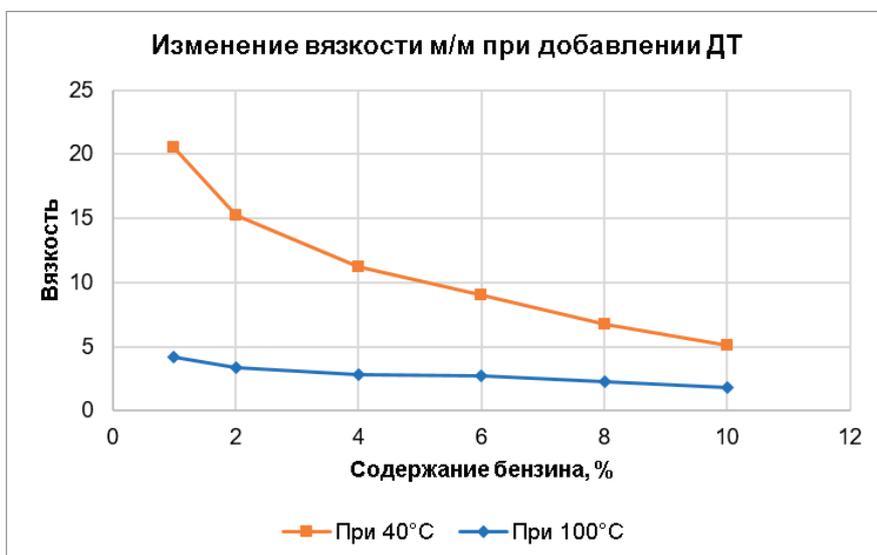


Рис. 4. Изменение вязкости м/м при добавлении дизельного топлива

Графическое представление полученных результатов помогает наглядно оценить ухудшение свойств.

Заключение

В ходе проведения эксперимента было выявлено сильное снижение вязкостно-температурных свойств масла. Попадание 2 % топлива снижает вязкость на 3 % и уменьшает температуру вспышки на 52 %, а концентрация 10 % топлива снижает эти показатели на 41 % и 80 %. Попадание 2 % дизельного топлива снижает вязкость на 25 % и уменьшает температуру вспышки на 45 %, а 10 % дизельного топлива снижают эти показатели на 75 % и на 77 %.

Даже небольшое количество бензина или дизельного топлива, попавшего в картер двигателя, значительно ухудшает свойства моторного масла и может привести к сильному ухудшению состояния двигателя автомобиля.

Литература:

1. Лаушкин, А. В. Результаты оценки влияния эксплуатационных факторов на кинематическую вязкость моторного масла / А. В. Лаушкин // Актуальные вопросы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: Сборник научных трудов по материалам 80-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, Москва, 25–26 января 2022 года / Под общей редакцией А. А. Солнцева. — Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2022. — С. 78–82. — EDN MICVPA.
2. ГОСТ 33–2016 Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и расчет динамической вязкости.
3. Васильева, Л. С. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: учебник для вузов. -М.: Наука, 2014. -423 с.
4. Васильева, Л. С. Химмотология топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей для автомобильного транспорта: учеб. пособие для студентов вузов / Л. С. Васильева, Ю. В. Панов, А. А. Хазиев, А. В. Лаушкин; под ред. Л. С. Васильевой. -М.: Фотоэксперт, 2020. -164 с.
5. Бунаков Б. М., Первушин А. Н., Смирнов К. Ю. Моторные автомобильные масла. Состояние и пути повышения их качества // Автомобильная промышленность. — 2008. — № 10. — С. 28–30. EDN: JWCJLL
6. Бурцев С. В., Духнов П. А. Мониторинг и оптимизация применения смазочных материалов в соответствии с условиями работы карьерной техники // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2017. — № 2. — С. 76–88. EDN: YTDKAX
7. Влияние условий эксплуатации автомобилей на ресурс работы моторного масла / И. И. Ширлин [и др.] // Вестник СибАДИ. — 2013. — № 4(32). — С. 42–45. EDN: QZGGAB
8. Горяев Н. К., Горяева И. А. Влияние возраста подвижного состава на среднесуточные пробеги при междугородных автоперевозках // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. — 2014. — Т. 8. — №. 1. — С. 153–155. EDN: SAGIVV
9. Динамика свойств моторного масла в эксплуатации как основа обоснования периодичности его замены для двигателей КАМАЗ нового поколения / А. Т. Кулаков [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. — 2022. — № 6. — С. 31–37. DOI: 10.36535/0236–1914–2022–06–5 EDN: NEVXSU
10. Пономаренко А. Г., Бойко Т. Г., Бичеров А. А., Бичеров А. В., Ширяева Т. А., Кулемзин Д. В. Improving the lubricating properties of transmission oils by activating the processes of boundary films formation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, — (2020).
11. Сидашов А. В., Бойко М. В. Surface films formation on steel during friction of polymer composites containing microcapsules with lubricant // Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp 1259–1268 (2020). EDN: QYEOHX

Пожарная безопасность на объектах энергетики

Курбанов Шамиль Мурадович, студент
Научный руководитель: Иванов Сергей Алексеевич, преподаватель
Сургутский государственный университет

В данной статье рассмотрена пожарная опасность объектов энергетики, её угрозы, основные причины пожаров, а также пути сокращения ЧС на объектах энергетики.

Ключевые слова: пожарная опасность, энергетика, пожары на объекте энергетики, трансформаторы, пожар трансформатора.

В соответствии с ГОСТ 19431–2023. «Энергетика и электрификация» Энергетика — область экономической деятельности, науки и техники, охватывающая энергетические ресурсы, производство, передачу, преобразование, аккумулирование, распределение и потребление энергии различных видов. Существуют несколько видов энергетики такие как:

Традиционная

— Тепловая энергетика — производство электроэнергии на тепловых электростанциях (ТЭС), использующих химическую энергию органического топлива.

— Гидроэнергетика — электроэнергия производится на гидроэлектростанциях (ГЭС), использующих энергию водного потока.

— Ядерная энергетика — электроэнергия производится на атомных электростанциях (АЭС), использующих энергию управляемой цепной ядерной реакции деления, чаще всего урана и плутония.

Нетрадиционная

— Геотермальная энергетика — отрасль, основанная на использовании тепловой энергии недр Земли.

— Гелиоэнергетика — использование солнечного излучения для получения энергии.

— Ветроэнергетика — отрасль, специализирующаяся на преобразовании энергии воздушных масс в разные виды энергии: механическую, электрическую и др.

— Приливная электростанция (ПЭС) — вид гидроэлектростанции, использующий энергию приливов воды.

Целью энергетики является обеспечение производства энергии путём преобразования первичной, природной энергии во вторичную, например в электрическую или тепловую энергию.

Основные причины пожаров в области энергетики:

— **Нарушение правил эксплуатации электрооборудования.** Например, короткое замыкание электропроводки, повреждение внутренних устройств трансформаторов.

— **Неисправность технологического оборудования.** Дефекты при изготовлении частей оборудования, неправильно проведённые ремонтно-технические работы.

— **Неосторожное обращение с огнём.** Например, загорание масла при попадании его на горячие поверхности.

— **Износ оборудования.** Реконструкция и модернизация зачастую не проводятся, что приводит к усталости металла.

Как известно крупные пожары на объектах энергетики чаще происходят в холодное время года, когда они работают с повышенной нагрузкой.

Согласно ГОСТу 16110–82 — межгосударственному стандарту «Трансформаторы силовые. Термины и определения» трансформатор — статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока.

Силовые трансформаторы относятся к оборудованию с повышенной опасностью возгорания. Пожарная опасность зависит от типа трансформатора: масляные трансформаторы обладают большей опасностью, так как содержат трансформаторное масло, которое является как изолятором, так и теплоносителем, охлаждающим обмотки.

Основные причины возгорания трансформаторов:

— **Перегрев из-за перегрузок, коротких замыканий, сбоя в системе охлаждения.** Это приводит к возгоранию изоляционного масла, используемого в трансформаторах.

— **Короткие замыкания из-за повреждений кабелей, обмоток или контактов.** В случае короткого замыкания повышенная температура может привести к возгоранию.

— **Перегрузка оборудования.** Работа трансформаторов на предельных нагрузках вызывает перегрев обмоток.

— **Нарушение герметичности.** Например, утечка масла, используемого для охлаждения трансформатора, создаёт огнеопасные условия.

— **Дефекты конструкции.** Некачественные материалы или ошибки при сборке повышают риск возникновения пожара.

— **Дуговые разряды.** Появляются из-за нарушений изоляции или механических повреждений оборудования, генерируют высокие температуры, что в сочетании с при-

сутствием горючих материалов создаёт высокий пожарный риск.

— **Внешние факторы.** Попадание посторонних предметов, воздействие атмосферных явлений (попадание молнии, наводнение), неверная эксплуатация оборудования.

По информации Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы «ФСК ЕЭС», доля повреждённых трансформаторов в общей массе аварий на подстанциях составляет около 15–20 %, при этом ущерб от одной аварии может превышать 100 млн рублей. Это связано не только с заменой самого трансформатора, но и с простоем подстанции, потерями выработки, затратами на восстановление смежных систем и ликвидацию экологического ущерба. Около 60 % всех повреждений трансформаторов связаны с:

- пробоями изоляции (35 %);
- перегревом активной части (18 %);
- дефектами РПН (7 %).
- внешними воздействиями (10 %)

Анализ пожаров, имевших место на энергетических объектах, причиной которых является загорание трансформатора, показал, что наибольшее число пожаров связаны с пробоями изоляции из-за чего его замыкает и несвоевременное снятие напряжения с электроустановки влечёт за собой простой подстанции, потери выработки, затраты на восстановление смежных систем и ликвидацию экологического ущерба.

Ниже продемонстрированы крупнейшие ЧС, связанные с пожаром на подстанциях из-за выхода из строя трансформатора:

— 2024: Пожар на подстанции 500 кВ «Восточная» в Санкт-Петербурге (июль), вызвавший массовые отключения в городе. Причина: Из-за технических нарушений загорелся один из трансформаторов, в результате чего вспыхнуло около 100 тонн машинного масла.

— 2023: Пожар на подстанции в Москве (Бескудниково). Причина: Кратковременное замыкание электрической цепи

— 2022: Пожар на подстанции в Ростовской области, приведший к отключениям.

— 2019: Пожар на подстанции «Орловская» в Амурской области.

— 2018: Пожар на подстанции 500 кВ «Ленинградская».

— 2017: Пожар на подстанции «Аксу» в Павлодарской области.

— 2016: Пожар на ПС 220 кВ «Маймакса» в Архангельской области.

В заключении напрашивается вывод, что аварии трансформаторов могут привести к серьёзным экономическим, экологическим и социальным проблемам. К экономическим относится высокая стоимость ремонта или замены повреждённого оборудования, при остановке или перерыве в электроснабжении приводит к недоотпуску электроэнергии потребителям, что влечёт прямые финансовые потери энергокомпаний и штрафы за нарушение условий электроснабжения. Со стороны экологии наиболее опасными являются трансформаторы с большим количеством масла. Утечка масла может негативно сказаться на почве, что ставит под угрозу растительность, экосистемы и разных видов животных. Не трудно понять какие последствия от ЧС на трансформаторных станциях могут настичь человека: несоблюдение правил электробезопасности могут привести к поражению электрическим током, ожогам, травмам от взрывов; отключение электроснабжения жилых районов; отключение света в медицинских учреждениях, школах, детских садах. Для минимизирования пожаров, связанных с трансформаторами, целесообразно будет соблюсти данные пункты:

- Обучать персонал, перед работой с оборудованием.
- Проводить своевременные замены изношенных деталей.
- Соблюдать технику безопасности.
- Установка автоматических систем пожаротушения.
- Замена масла на негорючие жидкости.
- Введение в эксплуатацию тепловизионных приборов, для своевременного обнаружения перегреваний.

Литература:

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». — Текст: электронный. — URL: <https://base.garant.ru/14152852/a88e529b361769189677d52bebc957bc/> (дата обращения: 02.02.2026).
2. ГОСТ 19431–2023. Энергетика и электрификация. Термины и определения. — Введ. 2024–07–01. — Москва: Стандартинформ, 2024. — 26 с. — Текст: непосредственный. — (Межгосударственный стандарт).
3. ГОСТ 16110–82. Трансформеры силовые. Термины и определения. — Взамен ГОСТ 16110–70; введ. 1983–01–01. — Москва: Издательство стандартов, 1997. — 16 с. — Текст: непосредственный. — (Межгосударственный стандарт).
4. Анализ причин пожаров силовых трансформаторов. — Текст электронный // Avtotransformator.ru: [сайт]. — 2021. — 1 декабря. — URL: <https://avtotransformator.ru/news/analiz-prichin-pozharov-silovyh-transformatorov/> (дата обращения: 02.02.2026).

Разработка алгоритма динамической коррекции уставок технологических защит насосного оборудования с использованием ПТК ТПЭС энергоблока № 2 Нововоронежской АЭС-2

Ревин Денис Александрович, студент магистратуры
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва)

Научный руководитель: Ребриков Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, дежурный инженер
Нововоронежская АЭС

В статье авторы предлагают алгоритм, динамической коррекции уставок технологических защит и блокировок насосного оборудования атомных электростанций для предотвращения аварийных ситуаций при перегреве подшипниковых узлов.

Ключевые слова: атомная электростанция, насосное оборудование, технологические защиты и блокировки, ТЗиБ, динамическая коррекция уставок, АСУ ТП, температурный контроль, холодный пуск.

Насосное оборудование в энергетических установках ядерными реакторами выполняет критическую функцию обеспечения теплопередачи и тепло- и массопереноса, необходимых для преобразования внутриядерной энергии в электрическую [1]. Циркулирующие потоки теплоносителя движутся по сложным замкнутым контурам с высокой скоростью, что достигается за счет работы мощных насосных агрегатов. Энергетические характеристики насосного оборудования АЭС свидетельствуют о его значительной роли в общем энергобалансе [2]:

- Приводы насосов потребляют до 90 % мощности собственных нужд энергоблока;
- Суммарная установленная мощность электродвигателей насосов составляет ~10 % от номинальной мощности блока;
- Расход электроэнергии на работу насосного оборудования достигает ~7 % от общей выработки энергоблока.

Во время эксплуатации насосных агрегатов (НА) возможно возникновение неисправностей — состояний, при которых нарушается хотя бы одно из эксплуатационных требований. Несвоевременное выявление и устранение неисправностей может привести к их переходу в отказы, сопровождающиеся поломкой оборудования или аварийными ситуациями [3]. Одним из критических диагностических параметров является температура подшипниковых узлов как насоса, так и его электродвигателя. Перегрев подшипников может быть вызван:

- Нарушением режима смазки;
- Износом подшипниковых элементов;
- Несоосностью валов;
- Повышенными вибрационными нагрузками;
- Попаданием абразивных частиц.

Работа существующих алгоритмов, выполняющих защиту оборудования от превышения температуры, заключается в её постоянном контроле и сравнении с уставкой, при превышении которой оборудование отключается. Но у данного метода имеется существенный недостаток, связанный с механической и тепловой инерционностью насосных агрегатов, а также средств измерений. Что, в случае быстрого

роста температуры, может привести к повреждению технологического оборудования при своевременном срабатывании защиты из-за тепловой инерционности.

Для повышения эффективности защиты предложен алгоритм динамической коррекции уставок, который можно интегрировать в существующую АСУ ТП. Его новизна заключается в использовании скорости роста температуры и применении искусственной нейронной сети. Алгоритм динамической коррекции уставок представлен на рисунке 1.

Разработанный алгоритм динамической коррекции уставок (рис. 1) представляет собой циклическую программу, интегрируемую в АСУ ТП энергоблока. Алгоритм работает в реальном времени и обеспечивает непрерывный мониторинг температурного состояния подшипниковых узлов.

У алгоритма есть несколько режимов работы, которые определяются по состоянию накладки, управляемой оператором:

- «ОТКЛ» — состояние при котором отсутствует потребность в работе алгоритма динамической коррекции уставок ТЗиБ, используется, когда оператор самостоятельно отслеживает параметры НА и требуется исключить всякую вероятность ложного включения ТЗиБ.
- «АВТ ХОЛ» — автоматическая работа алгоритма при старте оборудования из холодного состояния, применяется после окончания ремонта НА при тестировании на холостом ходу. Также в случае когда фактическая температура подшипников ниже 30 °С. Данный режим характеризуется интенсивным ростом температуры до выхода на рабочие параметры, в связи с чем величина защитной уставки выше, чем для «Дежурного» режима;
- «АВТ» — автоматизированная работа алгоритма, объединяющий режимы «Холодный пуск» и «Дежурный». Дежурный режим служит для защиты оборудования, подшипниковые узлы которого достигли рабочей температуры, что предотвращает её резкое увеличение, в связи с чем значение защитной уставки меньше чем для режима «Холодный пуск».

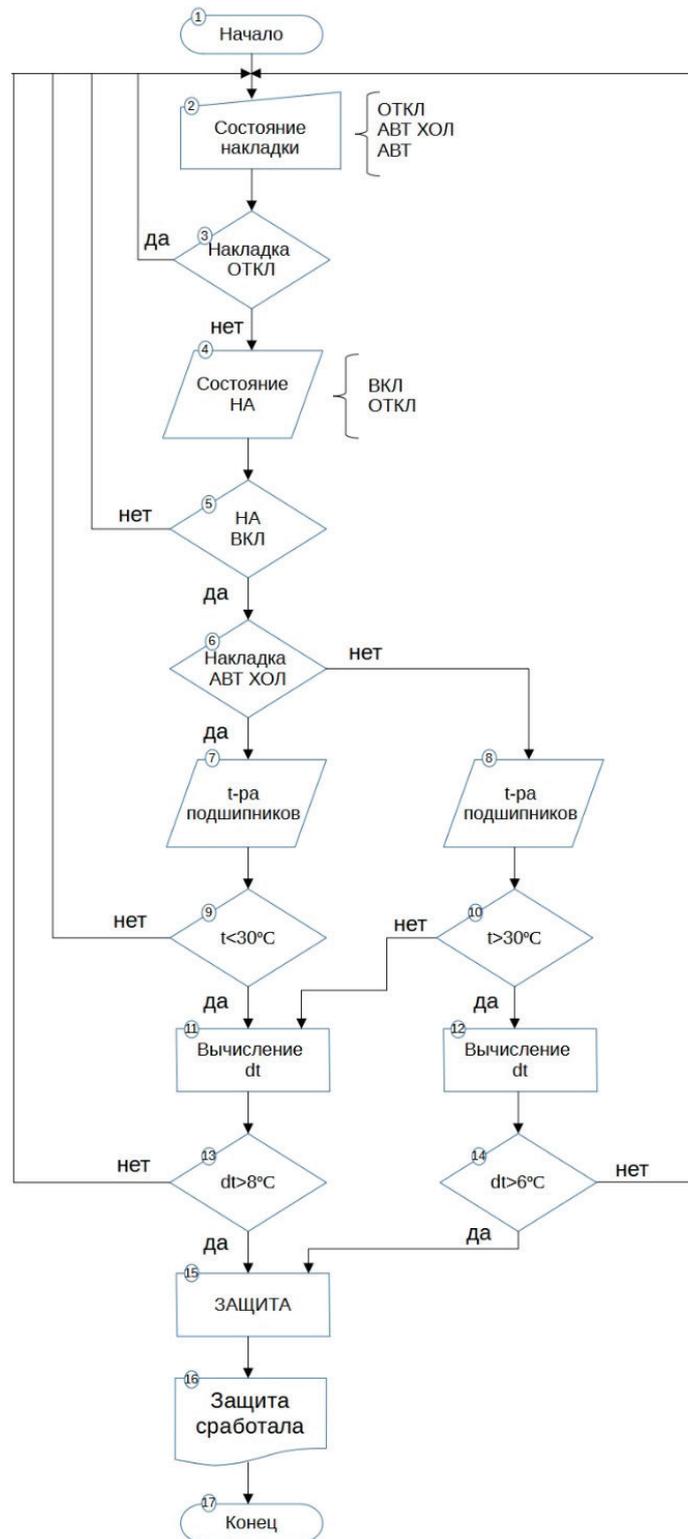


Рис. 1. Алгоритм динамической коррекции уставок

Программа контролирует статус накладки (блок 3), если накладка «Выведена», то программа циклически проверяет статус накладки (возвращается к блоку 2), когда оператор установит для накладки режим «Введена», программа фиксирует (блок 4) статус насосного оборудования.

В автоматизированной системе определены два ключевых (взаимоисключающих) статуса насосов:

- «ВКЛ» — насосное оборудование работает;
- «ОТКЛ» — насосное оборудование остановлено.

Алгоритм отслеживает текущий статус насосного агрегата (блок 4). Когда насосный агрегат выключен, в динамической настройке параметров нет необходимости, активизируется цикл (секция программы блок 2 — блок 5), однако если насосный агрегат работает происходит пе-

реход к блоку 6, где проверяется какой режим установлен для накладки — «АВТ ХОЛ» или «АВТ».

При помощи блоков ввода данных 7,8 алгоритм принимает актуальную температуру подшипников НА. При условии, что ситуация складывается таким образом, что активна опция «АВТ ХОЛ» (блок 6) и температура под-

шипников меньше $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($t < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) (блок 9), то активируется процесс расчета dt (блок 11).

dt — показатель, учитывающий температурную разность между текущим и предыдущим шагом (см. рисунок 2), данная величина характеризует скорость изменения температуры подшипников насосного агрегата.

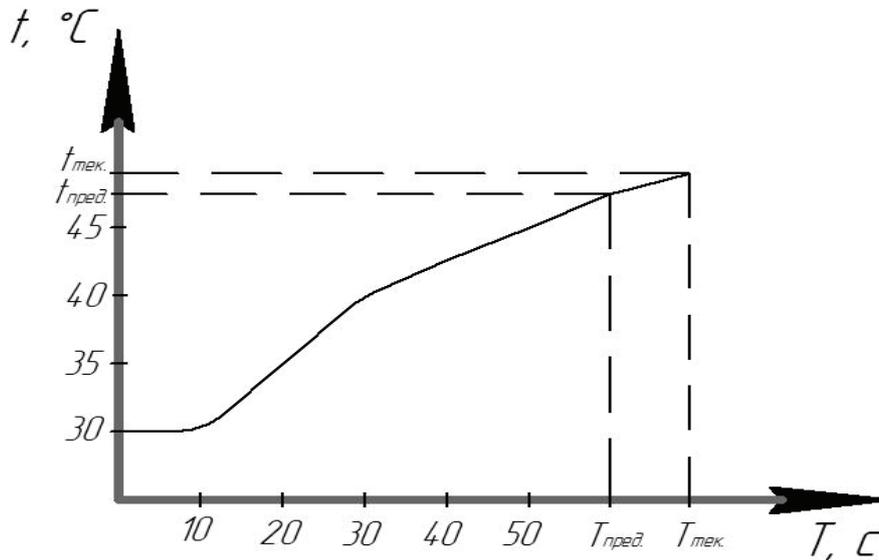


Рис. 2. Графическое представление dt

Когда значение $dt > 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, происходит прохождение защитного сигнала, насосный агрегат отключается, что приводит к завершению функционирования алгоритма (блоки 13, 15, 16, 17), в то время как при осуществлении проверки $dt < 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (блок 13) происходит вход алгоритма в цикл (отрезок блок 2 — блок 13).

В ситуации, когда складываются условия таким способом, что накладка пребывает в состоянии «АВТ ХОЛ» (блок 6) и показатель температуры подшипников превышает $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($t > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) (блок 9), то происходит вход алгоритма в цикл (отрезок блок 2 — блок 9). Автоматический переход к работе в режиме «Дежурный» не будет осуществлен, для этого требуется установить накладку в положение «АВТ».

При формировании условий таким способом, что установлена накладка «АВТ ХОЛ» (блок 6), а температура подшипников превышает $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($t > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) (блок 10), начинается процедура расчёта dt (блок 12). В ситуации, если $dt > 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ проходит защитный сигнал, насосная установка выключается, и таким образом завершается выполнение алгоритма (блоки 14, 15, 16, 17), а когда при контроле $dt < 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (блок 14) алгоритм входит в цикл (участок блок 2 — блок 14).

Таким образом, разработанный алгоритм динамической коррекции уставок технологических защит насосного оборудования АЭС, обеспечивает повышенную эффективность защиты от перегрева подшипниковых узлов.

Новизна предложенного решения заключается в использовании скорости роста температуры (dt) в качестве основного диагностического параметра и применении адаптивных пороговых значений в зависимости от режима работы оборудования.

Алгоритм реализует три режима работы с дифференцированными критериями срабатывания: $dt > 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ для режима холодного пуска и $dt > 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ для дежурного режима, что обеспечивает баланс между надежностью защиты и предотвращением ложных срабатываний.

Предложенная система легко интегрируется в существующие АСУТП и не требует значительных капитальных затрат на модернизацию оборудования.

Алгоритм обладает универсальностью и может применяться не только в атомной энергетике, но и в других отраслях промышленности, эксплуатирующих критическое насосное оборудование.

Литература:

1. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (ПБЯ РУ АС-89). М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Технические условия на эксплуатацию насосного оборудования атомных электростанций. РД ЭО 0185–01. М.: ВНИИАЭС, 2001.
3. ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике. Термины и определения.

Разработка системы нечёткого управления диагностическими параметрами режимов резания

Турсунов Хусейнхужа Фаррухович, студент магистратуры
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В работе рассматриваются принципы диагностики параметров режимов резания и возможности их интеграции в систему нечёткого управления на основе трёх групп признаков и волновых критериев.

Ключевые слова: диагностика, режимы резания, нечеткая логика, волновые критерии.

1.1 Актуальность задачи диагностики режимов резания

Рациональные режимы резания обеспечивают устойчивость процесса, качество поверхности и экономическую эффективность. Онлайн-диагностика позволяет раннее распознавать переходы к неустойчивым режимам, снижать риск брака и аварий, а также расширять допустимую область режимов за счёт корректировок в реальном времени с нечетким моделированием в среде MATLAB рис.1. и рис.2. [3].

1.2 Обзор диагностических параметров режимов резания [1]

Диагностические параметры подразделяются на три группы:

1) Параметры состояния детали, инструмента и стружки: износ кромки, изменение геометрии, форма и цвет стружки, усадка/деформация, шероховатость поверхностей. Эти признаки отражают качество обработки и ресурс инструмента.

2) Функциональные параметры процесса резания: силы резания, момент/мощность приводов, вибрации, акустика и температура зоны резания. Они характеризуют динамику и энергозатраты резания.

3) Электрические параметры привода: ток, напряжение, потребляемая мощность; термо-ЭДС и частотные характеристики сигналов. Эти сигналы интегрируют нагрузку на инструмент и тепловые эффекты.

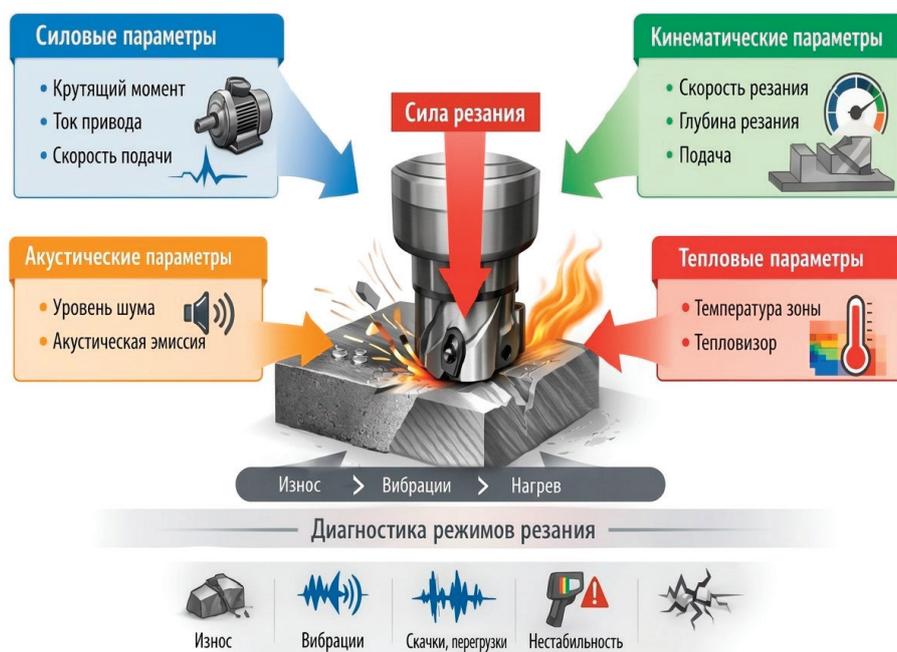


Рис. 1. Функциональные параметры процесса резания [1]

1.3 Волновые критерии зависимости напряжения и мощности

Использование волновых критериев (вейвлет-анализ) по зависимостям $U(t)$ и $P(t)$ позволяет выделять нестационарные и локальные по времени события резания: ударные нагрузки, переходы режимов и развитие виброакустических явлений. Преимущества:

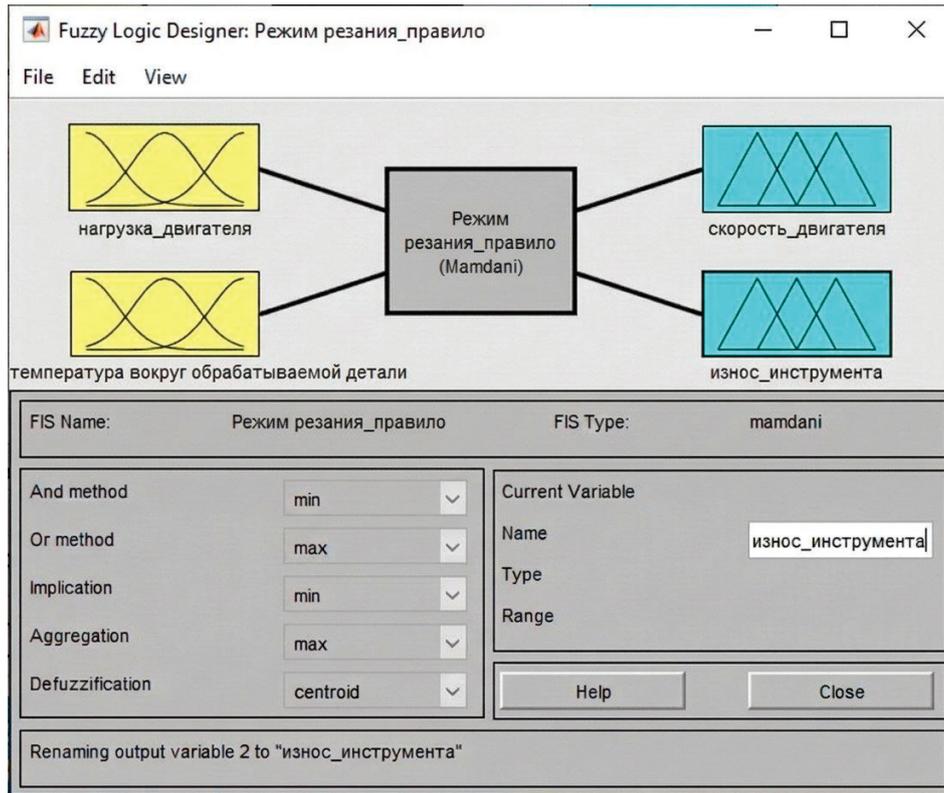


Рис. 2. Визуальный интерфейс редактора функций принадлежности

- повышенная чувствительность к переходным и предаварийным состояниям;
- возможность различать плавные тренды и кратковременные импульсы;
- реализация в реальном времени в скользящем окне.

Практическая реализация предполагает разложение сигнала на масштабные компоненты и вычисление энергетических показателей по высоким, средним и низким частотам. [3].

Сведены данные нашего исследования в таблице 1 и проиллюстрированы на рис.3. волновые критерии зависимости напряжения и мощности.



Рис. 3. Волновые критерии зависимости напряжения и мощности [3]

Таблица 1. Сравнительный анализ параметров

Категория параметров	Примеры характеристик	Связь с процессом
Состояние детали/инструмента/стружки	Форма, цвет, усадка стружки; износ кромки; шероховатость	Показатели качества обработки и износа — сигнал об отклонениях режима
Функциональные параметры	Силы резания, крутящий момент, скорость резания, подача; вибрации; температура	Демонстрируют устойчивость и энергозатраты; изменение режимов изменяет сигналы
Электрические параметры	Ток, напряжение, потребляемая мощность; термо-ЭДС	Косвенно характеризуют силы резания и теплоотвод; изменение сигналов указывает на деградацию

Заключение

Развитие комплексной диагностики на основе трёх групп признаков и волновых критериев повышает надёжность и управляемость резания в реальном времени, позволяя адаптивно корректировать режимы резания и снижать риск аварий и брака.

Литература:

1. Ким Д., Чон Д. Fuzzy-logic control of cutting forces in CNC milling processes using motor currents as indirect force sensors. Precision Engineering, 2011.
2. Методы диагностики состояния режущего инструмента. technologia.ru.
3. Зориктуев В. Ц., Шангареев Р. Р. Система автоматического управления режимами резания на основе нечеткой логики. Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета, 2010.

Разработка нечеткой модели системы контроля климата в серверной комнате

Турсунов Хасанхужда Фаррухович, студент магистратуры
 Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В статье рассматриваются вопросы обеспечения оптимального микроклимата в серверных помещениях. Проведен анализ существующих систем климат-контроля и выявлены основные проблемы традиционных методов управления температурой и влажностью. Предложена нечеткая модель управления системой климат-контроля, позволяющая учитывать неопределенности параметров окружающей среды и динамику тепловой нагрузки оборудования. Применение нечеткой логики позволяет повысить надежность функционирования серверной инфраструктуры и снизить энергопотребление климатических систем [5].

Ключевые слова: серверная комната, климат-контроль, нечеткая логика, системы охлаждения, микроклимат, центр обработки данных.

Введение

Современная цифровая инфраструктура организаций основана на использовании серверных помещений и центров обработки данных, обеспечивающих хранение и обработку больших объемов информации. Надежность работы серверного оборудования напрямую зависит от условий окружающей среды, прежде всего от температурно-влажностного режима.

Рост вычислительной мощности серверов и увеличение плотности размещения оборудования приводят к значительному увеличению тепловой нагрузки в серверных помещениях [5]. Даже незначительные откло-

нения температуры и влажности от допустимых значений могут вызвать перегрев оборудования, снижение производительности и выход из строя компонентов. (Рис. 1).

Согласно рекомендациям международных стандартов, ASHRAE и TIA-942 [1,4], температура воздуха на входе в серверы должна находиться в диапазоне 18–27 °С, а относительная влажность — 40–60 %. Поддержание этих параметров является необходимым условием стабильной работы информационной инфраструктуры.

Обобщённые диапазоны приведены в таблице 1.

Целью работы является разработка нечеткой модели управления системой климат-контроля серверной комнаты.

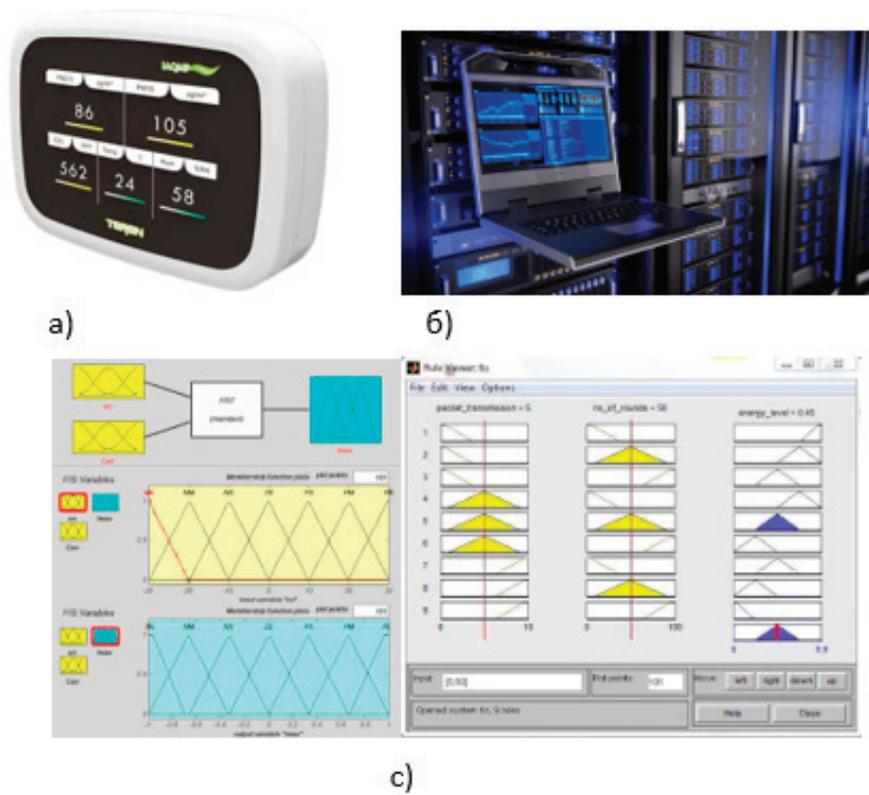


Рис. 1. Технические и программное обеспечение интеллектуальной системы управления микроклиматом серверной
 а) датчик температуры внутри и датчик влажности; б) общий вид объекта автоматизации (серверный зал);
 в) структура нечеткого контроллера в среде MATLAB

Таблица 1. Рекомендуемые диапазоны параметров микроклимата в серверных помещениях (по данным ASHRAE TC 9.9 и TIA-942)

Параметр	Рекомендуемый рабочий диапазон (класс A1 / TIA-942-C)	Допустимый диапазон эксплуатации	Нормативная / методическая основа	Влияние на оборудование и режим работы
Температура воздуха на входе в сервер	18–27 °C	15–32 °C	Рекомендации ASHRAE TC 9.9	Повышение температуры увеличивает риск перегрева и отказов; чрезмерное охлаждение ведёт к росту энергозатрат и риску конденсации
Относительная влажность	40–60 %	20–80 % (при контроле точки росы)	ASHRAE, TIA-942	Низкая влажность повышает вероятность электростатических разрядов, высокая — риск конденсации и коррозии
Максимальная температура точки росы	До 15 °C	До 17–18 °C	ASHRAE TC 9.9	Ограничивает условия, при которых возможно выпадение конденсата на холодных поверхностях оборудования
Скорость воздуха в зоне стоек	0,3–0,9 м/с	До 1,2 м/с	Рекомендации ASHRAE и производителей	Обеспечивает эффективный съём тепла; слишком высокие скорости вызывают турбулентность и неравномерность распределения
Изменение температуры во времени	Не более 5 °C/ч	–	ASHRAE TC 9.9	Ограничивает термические удары и механические напряжения, повышая стабильность теплового режима

Параметр	Рекомендуемый рабочий диапазон (класс A1 / TIA-942-C)	Допустимый диапазон эксплуатации	Нормативная / методическая основа	Влияние на оборудование и режим работы
Избыточное давление в фальш-поле / воздухо-водах	20–50 Па (типично для ЦОД)	В пределах, обеспечивающих расчётный расход	Практические руководства по проектированию ЦОД	Гарантирует подачу требуемого воздушного расхода к перфорированным плитам и стойкам с высокой плотностью тепловыделения
Концентрация пыли и загрязнений	В пределах классов чистоты, указанных производителям	–	Руководства производителей ИТ-оборудования	Определяет скорость засорения фильтров и теплообменников, риск коррозии и коротких замыканий

Анализ систем климатического контроля серверных помещений

Система контроля климата в серверной комнате представляет собой комплекс инженерных средств, обеспечивающих поддержание заданных параметров микроклимата. К основным контролируемым параметрам относятся температура воздуха, относительная влажность, скорость воздушных потоков, точка росы и уровень загрязнения воздуха.

Для поддержания оптимального микроклимата используются различные типы систем охлаждения: бытовые и полупромышленные кондиционеры, прецизионные кондиционеры, рядовые системы охлаждения (in-row), внутростоечные системы охлаждения и жидкостные системы охлаждения.

Бытовые кондиционеры применяются в небольших серверных помещениях, однако они не обеспечивают точного контроля влажности и температурного режима. Более эффективным решением являются прецизионные кондиционеры, специально разработанные для круглосуточной эксплуатации в серверных и центрах обработки данных [3].

Проблемы традиционных систем климат-контроля

Несмотря на широкое распространение систем кондиционирования, традиционные методы управления микроклиматом обладают рядом недостатков. Одной из основных проблем является использование бытовых кондиционеров, не предназначенных для круглосуточной эксплуатации при высокой тепловой нагрузке. Это приводит к неравномерному распределению температуры и образованию локальных зон перегрева.

Еще одной проблемой является недостаточный уровень мониторинга параметров окружающей среды. Во многих серверных помещениях температура контроли-

руется лишь в нескольких точках, что не позволяет точно оценить распределение тепла внутри помещения.

Нечеткая модель управления системой климат-контроля

Для повышения эффективности управления системой климат-контроля предлагается использовать методы нечеткой логики. Нечеткая логика позволяет моделировать процессы, в которых присутствует неопределенность и нелинейные зависимости между параметрами системы.

В разработанной модели используются следующие входные параметры: температура воздуха, относительная влажность и тепловая нагрузка серверного оборудования. [2]. Выходными параметрами системы управления являются мощность системы охлаждения, скорость вентиляции и режим работы системы увлажнения.

Формирование управляющих воздействий осуществляется на основе набора правил нечеткой логики. Например: если температура высокая и влажность высокая — увеличить мощность охлаждения; если температура нормальная и влажность низкая — увеличить уровень увлажнения; если температура низкая — уменьшить мощность охлаждения.

Заключение

В работе проведен анализ существующих систем климатического контроля серверных помещений и выявлены основные проблемы традиционных методов управления микроклиматом. Предложена нечеткая модель управления системой климат-контроля, позволяющая учитывать неопределенности параметров окружающей среды и динамику работы серверного оборудования. [2].

Использование нечеткой логики обеспечивает более точное поддержание температурно-влажностного режима и позволяет повысить энергоэффективность системы охлаждения.

Литература:

- ASHRAE TC9.9. Thermal Guidelines for Data Processing Environments.
- Пинчук В. А. Система поддержания микроклимата в серверном помещении.
- Выбор системы кондиционирования для серверных помещений. Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/articles/vybor-sistemy-kondicionirovaniya-dlya-servernyh-pomescheniy>

4. Стандарты проектирования центров обработки данных ТИА-942.
5. Климат для ИТ. Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.osp.ru/lan/2004/10/139665?ysclid=mim2zg0p8w192952449>

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Поиск принципов регенерации. К понятиям культурного ландшафта

Буданова Дарья Андреевна, студент магистратуры
Московский архитектурный институт (государственная академия)

В статье автор рассматривает культурный ландшафт как основу для формирования принципов регенерации городской среды. Показано, что он представляет собой многослойную систему, объединяющую пространственные структуры, историческую память и атмосферу места. Обосновывается необходимость синтеза различных теоретических подходов для перехода от анализа территории к формированию практических принципов её регенерации.

Такой подход позволяет разрабатывать архитектурные решения, сохраняющие и развивающие идентичность исторической среды.

Ключевые слова: культурный ландшафт, регенерация городской среды, архитектурный контекст, Карл Сауэр, Кристоф Норберг-Шульц, Кристофер Тилли, Тим Ингольд, Кевин Линч, Альдо Росси, слои ландшафта, локальная идентичность, архитектурные типологии, образ города, архитектурная практика, проектные стратегии, устойчивое развитие, урбанистические интервенции.

Пребывание человека в этом мире неразрывно связано со средой, в которой он живёт. Среда кажется понятием довольно обезличенным и широким: к ней может относиться множество категорий, не дающих конкретики и не поясняющих, о какой именно местности идёт речь. Тем не менее у каждого из нас есть представления о том, как устроено мировое пространство и чем отличаются разные его части. Что формирует эти особенности и как они, в свою очередь, формируют саму жизнь? Как в эпоху глобализации и мировых кризисов, когда урбанистические интервенции рискуют стереть локальную идентичность, архитектор может выстроить гармоничное отношение к контексту и обеспечить устойчивую регенерацию городской среды — иными словами, как найти эти принципы регенерации?

Во многом на эти вопросы отвечает термин «культурный ландшафт». Наиболее активно он используется в географии, где ландшафты описываются как взаимосвязь разных слоёв — исторического, хозяйственного, визуального, семантического, социокультурного и природного. Этот термин ввёл Карл Сауэр в 1925 году, определив культурный ландшафт как «культурный продукт» — совокупность следов человеческой деятельности на природной основе: «Культурный ландшафт [...] приспособливает природный ландшафт с помощью культурных групп. Культура — агент [...], природный ареал — посредник, культурный ландшафт — результат» [1]. Такая трактовка, однако, не даёт полного представления о месте и людях: она ограничивается лишь «итоговым продуктом» чело-

веческой активности, исключая процессуальность и категорию времени. Согласно определению ЮНЕСКО 1992 года, культурный ландшафт — это «совместное творение природы и человека», отражающее эволюцию общества под влиянием физической среды и последовательных культурных сил [2]. Переход от «продукта» к «творению эволюции» уравнивает вклад природы и человека, но всё ещё не предоставляет архитектору полного спектра инструментов для анализа контекста и проектирования.

Подходы феноменологов и современных антропологов углубляют это понятие и открывают архитектору широкий инструментарий работы с контекстом. Кристоф Норберг-Шульц в трактате «Гений места» пишет: «Структура места должна быть описана в понятиях “ландшафт” и “поселение” и подвергнута анализу с помощью категорий “пространство” и “характер”. В то время как “пространство” указывает на трёхмерную организацию элементов, составляющих его, “характер” определяет общую “атмосферу”, являющуюся наиболее всеобщим свойством места» [3]. Кристофер Тилли в «Феноменологии ландшафта» рассматривает эти категории через конкретные элементы — места, пути и монументы, подчёркивая, что «ландшафт всегда — совокупность мест, которые соединяются путями. Люди двигаются от места к месту, и так же движется их мышление, следуя за извилинами пути» [4]. Тим Ингольд в «Временности ландшафта» делает акцент на времени — ритмах обитания, связывающих «характер» и «пространство» воедино: ландшафт предстаёт «темпорально, [...] как процесс, что постоянно трансфор-

мируется деятельностью материи и живых организмов» [5]. Эти работы расширяют исходное определение культурного ландшафта и побуждают внимательнее рассматривать топографию территорий, обращая внимание не только на географические особенности и статистику человеческой активности, но и на повседневность и ритуалы обитателей. Тем не менее они оперируют метафизическими понятиями, не давая архитектору достаточной конкретики в поиске методологических оснований.

Культурный ландшафт как многослойное единство является активным участником архитектурного процесса. В архитектурной теории ему не дано столь же чёткого определения, как в географии или феноменологии, однако существуют тексты, предлагающие рассматривать город под схожими углами. Кевин Линч в «Образе города» выделяет такие компоненты, как пути, края, узлы, знаки и районы, которые формируют «язык города», его «характер» и позволяют воспринимать его как «читаемый текст»: «Результаты исследований позволяют выявить содержимое образов города, соотнесенное с предметными формами, и для удобства классифицировать последние: пути, границы, районы, узлы и ориентиры» [6]. Альдо Росси в «Архитектуре города» рассматривает город как носитель памяти и предлагает анализировать архитектурные типологии как воплощение коллективной деятельности: здания — это «носители коллективных воспоминаний» [7]. Эти идеи, определившие направления анализа городской среды, не раскрывают всех взаимосвязей слоёв

и элементов культурного ландшафта, а лишь демонстрируют их проявления в городской ткани.

Для архитектора ключевым остаётся вопрос: как превратить анализ культурного ландшафта в принципы регенерации, позволяющие гармонично вписать новое в контекст и возродить старое? Архитектурная практика может отвечать на это через проектные стратегии, основанные на синтезе трёх подходов. Так, рассмотрение «слоёв ландшафта», предложенное географами, задаёт структурную основу анализа и позволяет получить более полное представление о материальном наполнении территории. Феноменологический подход, в свою очередь, обращается к нематериальным аспектам среды — атмосфере, памяти и восприятию — и помогает определить характер и внутреннюю динамику места. Наконец, методы, сложившиеся в архитектурной практике, связывают аналитический этап с проектированием и очерчивают круг конкретных пространственных и композиционных приёмов.

Рассмотрение этих аспектов в совокупности позволяет перейти от абстрактного описания культурного ландшафта к формированию конкретных принципов его регенерации. В архитектурной практике такие принципы становятся инструментом проектного мышления: они помогают выявлять скрытые структуры места, учитывать его атмосферу и временную глубину, выстраивать новые пространственные решения, которые не разрушают сложившуюся идентичность, а развивают её в современном контексте.

Литература:

1. Зауэр К. Морфология ландшафта / пер. с англ. — Berkeley: University of California Press, 1925. (Цит. по: Классическая концепция культурного ландшафта Карла Зауэра // Известия ИГУ. 2015. № 17).
2. Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО. 1972. (Определение 1992 г.) // Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. UNESCO, 1992.
3. Норберг-Шульц К. Гений места: к феноменологии архитектуры и среды / пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1987. С. 15–16.
4. Tilley C. A Phenomenology of Landscape: Places, Paths and Monuments. Oxford: Berg, 1994. P. 202. (Цит. по: «Ветер и поток» в теоретической археологии // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Геоархеология. Этнология. Антропология. 2024. Т. 49).
5. Ingold T. The Temporality of the Landscape // World Archaeology. 1993. Vol. 25. No. 2. P. 152–174.
6. Линч К. Образ города / пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1982. С. 45–46.
7. Росси А. Архитектура города / пер. с итал. — М.: Стройиздат, 1983.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Студенческий спорт как фактор формирования лидерских и коммуникативных компетенций

Антонюк Виктория Денисовна, студент;

Белоусова Анна Сергеевна, студент

Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Университета прокуратуры Российской Федерации

Статья посвящена роли студенческого спорта как эффективной среды для формирования лидерских и коммуникативных компетенций у молодежи. Актуальность исследования обусловлена растущим спросом рынка труда на специалистов, способных работать в команде, управлять проектами и проявлять инициативу. Теоретической основой работы выступают культурно-деятельностный подход, теория социализации и социального научения. Эмпирическая часть включает анкетирование студентов, которое выявило значимые различия: учащиеся, вовлеченные в спорт, демонстрируют более высокий уровень уверенности, стрессоустойчивости и лидерских качеств. На основании результатов делается вывод о уникальном педагогическом потенциале спорта и даются рекомендации по развитию спортивной инфраструктуры вузов и интеграции спорта в образовательный процесс.

Ключевые слова: спорт, студенты, лидерские качества, личность.

Студенческий спорт выступает эффективной практической средой для формирования лидерских и коммуникативных компетенций у современной молодежи, так как в условиях стремительного развития цифровой экономики, глобальной конкуренции и перехода к проектным формам организации труда значительно возрастает потребность в специалистах, обладающих развитым личностным потенциалом.

Сегодня конкурентоспособность выпускника определяется не только уровнем академических знаний, но и умением работать в коллективе, проявлять инициативу, грамотно выстраивать коммуникацию, демонстрировать высокий уровень стрессоустойчивости, эмоционального интеллекта и ответственности за результат. Студенческий спорт играет в этом процессе особую роль, становясь не просто элементом физического воспитания, но и важной формой социального взаимодействия.

В современном же мире такого рода исследования обусловлены возрастающим запросом общества и работодателей на выпускников, обладающих универсальными компетенциями, включая лидерство, гибкость мышления и развитые коммуникативные навыки. Это связано с тем, что профессиональная среда требует от молодого специалиста готовности выполнять задачи, проявлять инициативу, осуществлять управление проектами и эффективно взаимодействовать с различными группами.

Традиционные же формы образовательного процесса, основанные преимущественно на лекционном и семинар-

ском формате, не всегда предоставляют возможность для практической отработки навыков коммуникации и командного взаимодействия. Спорт же, напротив, обеспечивает реальные условия для формирования социального опыта, позволяя студентам погружаться в ситуации, требующие коллективного выстраивания решений.

Стоит отметить, что развитие лидерских и коммуникативных компетенций через спортивную деятельность опирается на широкий спектр научных подходов. Согласно культурно-деятельностному подходу Л. С. Выготского, развитие личности происходит через активное взаимодействие с социальной средой и включение в коллективную деятельность, что полностью соответствует природе командных видов спорта [1, с. 205]. Теория социализации утверждает, что через участие в группе индивид усваивает социальные нормы, модели поведения, формы коммуникации и способы разрешения конфликтов.

В рамках теории социального научения А. Бандуры утверждается, что поведение формируется на основе наблюдения за действиями других людей и их результатами [3, с.143]. Таким образом, спортивная команда служит социальной моделью, где студенты видят примеры эффективного лидерства, командной координации и стратегического мышления.

Помимо психологических подходов, исследования в области педагогики и физической культуры показывают, что спорт стимулирует развитие волевых качеств,

дисциплины, мотивации достижения и умения преодолевать трудности [5, с.176].

В рамках данного исследования нами было проведено анкетирование. В опросе участвовали студенты юридического факультета Санкт-Петербургского института (филиала) Университета Прокуратуры РФ в возрасте от 18 до 23 лет, обучающиеся на 1–5 курсах. Всего принимали участие 15 человек. Часть респондентов регулярно занимается спортом в составе университетских сборных и секций, другая часть студентов не вовлечена в спортивную деятельность систематически и выступала в качестве контрольной группы.

Проведя анализ ответов, нами были выявлены значительные различия между студентами, занимающимися спортом, и их сверстниками, не вовлеченными в спортивную деятельность. Спортсмены чаще отмечали высокую уверенность в себе, готовность брать лидерские функции, способность конструктивно взаимодействовать

с коллективом и эффективно решать конфликтные ситуации. Студенты, не занимающиеся спортом, чаще испытывали затруднения при публичных выступлениях, проявлении инициативы и организации совместной деятельности.

Таким образом, результаты подтверждают, что студенческий спорт является мощным инструментом формирования лидерских и коммуникативных компетенций. Формирование данных качеств в условиях спортивной деятельности происходит естественным образом, в процессе взаимодействия с командой, тренером и соперниками, что делает спорт уникальным педагогическим инструментом.

На основании исследования рекомендуется развитие спортивной инфраструктуры вузов, популяризация спортивных секций, создание программ развития лидерских качеств на базе спортивных команд, а также повышение внимания к роли тренера как воспитателя и наставника.

Литература:

1. Выготский, Л. С. Психология развития человека. — Москва: Изд-во Смысл; Эксмо, 2005. — 1136 с.
2. Бандура, А. Теория социального научения. — Санкт-Петербург: Евразия, 2000. — 320 с.
3. Шварц, А. А. Лидерство в спортивных коллективах: психолого-педагогические основы. — Санкт-Петербург: Спорт, 2020. — 214 с.
4. Сидоров, А. А. Спортивная психология и управление конфликтами. — Москва: Академия, 2018. — 192 с.

К 45-летию проведения Олимпийских игр в Москве. «Вдох глубокий, руки шире...»: физкультура и спорт в России XX века

Бронза Ярослав Александрович, студент

Научный руководитель: Воротилова Нина Николаевна, доцент

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

Статья посвящена анализу физической культуры и спорта в истории России XX века как социального, культурного и политического феномена. В центре внимания — эволюция государственных и общественных представлений о телесности, здоровье и физическом воспитании, а также трансформация спортивной системы от дореволюционного периода к советской модели. Особое место в исследовании занимают Олимпийские игры 1980 года в Москве, рассматриваемые как апогей советского спортивного проекта и важный элемент позднесоветской модернизации и международной репрезентации СССР. На основе анализа научной литературы показано, что физкультура и спорт выступали инструментами социальной мобилизации, идеологического воздействия и формирования коллективной идентичности. Делается вывод о значении спортивных практик как индикатора ключевых социальных и политических процессов российской истории XX века.

Ключевые слова: физическая культура, спорт, СССР, культура, Олимпийские игры, идеология, коллективная идентичность.

2025 год знаменует собой 45-летие проведения XXII летних Олимпийских игр в Москве, ставших одним из наиболее масштабных и символически нагруженных событий в истории советского спорта и культуры позднего социализма. Олимпиада-80 была не только международным спортивным форумом, но и кульминацией многолетнего государственного проекта, в рамках ко-

торого физическая культура и спорт рассматривались как важнейшие инструменты социальной мобилизации, идеологического воспитания и конструирования образа страны на международной арене.

Физкультура и спорт в России XX века занимали особое место в системе общественных практик и ценностей. Начиная с дореволюционных гимнастических и во-

енно-прикладных форм физического воспитания и заканчивая институционализированным спортом высоких достижений советского периода, телесность человека последовательно включалась в поле государственного регулирования. В условиях советской модернизации физическая культура понималась не только как средство укрепления здоровья населения, но и как важный ресурс формирования «нового человека», дисциплинированного, коллективистски ориентированного и готового к труду и обороне. Особое значение спорт приобрёл во второй половине XX века, когда он стал ареной международного соперничества и своеобразным языком политической коммуникации в условиях холодной войны. Успехи советских спортсменов рассматривались как доказательство эффективности социалистической системы, а массовые физкультурные практики — как показатель социальной гармонии и заботы государства о гражданах. В этом контексте Олимпийские игры 1980 года в Москве стали апогеем советской спортивной модели, объединив в себе идеологию, культуру, инфраструктурное развитие и массовое участие населения. [1]

Физическая культура в России начала XX века формировалась на стыке образовательных, военных и медицинских практик и отражала общий процесс модернизации общества. В Российской империи физическое воспитание развивалось преимущественно в рамках учебных заведений, армии и спортивных обществ, заимствуя западноевропейские модели гимнастики и спорта. Особое внимание уделялось прикладным видам физической подготовки, направленным на укрепление здоровья и повышение выносливости, что было обусловлено как демографическими, так и военно-политическими факторами.

В общественной мысли начала века физическое развитие всё чаще осмысливалось как элемент «национального здоровья» и условие социальной дееспособности. Идеи гармоничного развития личности, соединяющие телесное и духовное начала, находили отражение в педагогических концепциях и публицистике. Однако физкультура в этот период оставалась в значительной степени элитарной практикой, доступной прежде всего учащейся молодёжи и городским слоям населения.

В 1920–1930-е годы в СССР была сформирована принципиально новая модель физической культуры, основанная на идее подчинения телесных практик задачам социалистического строительства. Физкультура рассматривалась не как сфера индивидуального досуга, а как социально значимая деятельность, направленная на воспитание дисциплинированного и трудоспособного гражданина. Создание централизованных органов управления, в частности Всесоюзный совет физической культуры, способствовало институционализации и унификации физкультурных практик по всей стране. [2] Ключевым элементом советского проекта стала ориентация на массовость. Внедрение производственной гимнастики, физкультурных минуток, массовых соревнований и нормативов готовности к труду и обороне формиро-

вало представление о физической активности как обязательной части повседневной жизни. Парады физкультурников и спортивные праздники выполняли не только оздоровительную, но и символическую функцию, визуализируя коллективное тело социалистического общества. В этот период физическая культура тесно переплеталась с идеологией. Телесная подготовка рассматривалась как средство формирования политической лояльности и социальной дисциплины. Через физкультуру транслировались ценности коллективизма, подчинения личных интересов общественным целям и готовности к мобилизационным усилиям. Таким образом, тело человека становилось объектом государственного внимания и одновременно ресурсом экономического и военного потенциала страны.

После Великой Отечественной войны советская система физической культуры вступила в новый этап развития, связанный с институционализацией спорта высоких достижений. Восстановление страны сопровождалось активными инвестициями в спортивную инфраструктуру, научные исследования в области физиологии и медицины, а также подготовку тренерских кадров. Спорт постепенно выделялся в особую сферу, ориентированную на достижение максимальных результатов и международное признание. [3]

В условиях холодной войны спорт приобрёл значение одного из ключевых инструментов внешнеполитического соперничества. Участие СССР в международных соревнованиях, прежде всего в Олимпийском движении, рассматривалось как форма демонстрации превосходства социалистической системы. Победы советских спортсменов интерпретировались в официальном дискурсе как доказательство эффективности государственной модели, научной организации труда и социальной политики. [1] Одновременно сохранялась и развивалась система массовой физкультуры, что позволяло поддерживать связь между элитным спортом и повседневными практиками населения. Образ спортсмена-победителя становился частью массовой культуры и служил образцом для подражания. Таким образом, в 1940–1970-е годы в СССР сложился двойственный характер спортивной системы, сочетавший массовость и высокие достижения, внутреннюю социальную функцию и внешнеполитическую репрезентацию.

Проведение XXII летних Олимпийских игр в Москве стало кульминацией развития советской системы физической культуры и спорта, формировавшейся на протяжении нескольких десятилетий. Олимпийские игры 1980 года в Москве рассматривались руководством страны не только как крупное спортивное мероприятие, но и как масштабный политический и культурный проект, призванный продемонстрировать достижения социалистического государства на международной арене. [1] Подготовка к Олимпиаде сопровождалась беспрецедентными инфраструктурными преобразованиями: были построены и реконструированы спортивные сооружения, транспортные узлы, объекты гостиничного и культур-

ного назначения. Эти изменения вписывались в логику позднесоветской модернизации и служили попыткой обновления городского пространства и улучшения качества жизни, по крайней мере в столице и принимающих регионах. Физическая культура и спорт занимали важное место в советской массовой культуре, формируя устойчивые образы и символы, глубоко укоренённые в повседневном сознании. Лозунги, песни, кинофильмы, плакаты и журнальная графика создавали образ физически развитого, энергичного и социально активного человека, воплощающего идеал «здорового советского гражданина». [3]

Массовые физкультурные мероприятия и праздники выполняли функцию коллективной социализации, укрепляя чувство принадлежности к общему делу. Физкультура становилась частью повседневных практик — от утренней зарядки до участия в спортивных секциях и соревнованиях. При этом телесность приобретала нормативный характер: здоровье и физическая форма рассматривались как социальная обязанность, а не исключительно личный выбор. Спорт также играл важную роль в формировании коллективной идентичности. Победы на международных аренах вызывали чувство национальной

гордости, а образы известных спортсменов становились частью культурного пантеона. Таким образом, физкультура и спорт выступали не только как социальный институт, но и как мощный механизм культурной интеграции и символического производства.

Проведённый анализ позволяет рассматривать физическую культуру и спорт в России XX века как сложный и многомерный социально-исторический феномен, тесно связанный с процессами модернизации, государственным строительством и трансформацией общественных представлений о теле, здоровье и социальной норме. На протяжении столетия физкультура и спорт последовательно выходили за рамки частной инициативы и досуговой практики, превращаясь в важный инструмент социальной политики и символического производства. Анализ массовой культуры XX века показывает, что физкультура и спорт играли важную роль в формировании коллективной идентичности и нормативных представлений о «правильном» теле и образе жизни. Через визуальные образы, ритуалы и символы спорт становился частью повседневного опыта и механизмом интеграции общества вокруг общих ценностей и достижений.

Литература:

1. Романов А. Ю. Р69 Спорт и холодная война. Том 1. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. — 264 с.
2. Прокуменщиков, М. Ю. Большой спорт и большая политика. М.: РОССПЕН. 2004.
3. Истягина-Елисеева, Е. А., Бариеникова, Е. Е. История спортивной пропаганды в СССР в период 1945–1991 гг. // Вестник спортивной науки. 2015. № 3.

Влияние регулярной физической активности на уровень стресса и тревожности у военнослужащих

Глушков Павел Юрьевич, старший преподаватель;

Норин Николай Евгеньевич, профессор, доцент

Новосибирский военный ордена Жукова институт имени генерала армии И. К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации

Мануйленко Владимир Николаевич, начальник отдела

Сибирский ордена Жукова округ войск национальной гвардии Российской Федерации (г. Новосибирск)

В статье рассмотрена рассматривается влияние регулярной физической активности на уровень стресса и тревожности у военнослужащих. Физическая активность рассматривается как важный компонент психического здоровья, способствующий снижению уровня стресса и улучшению общего благополучия. В статье анализируются механизмы, через которые физические упражнения воздействуют на психоэмоциональное состояние военнослужащих, а также предлагаются рекомендации для внедрения физической активности в повседневную практику.

Ключевые слова: тревожность, физическая активность, физическая нагрузка, стресс, военнослужащие.

Effect of regular physical activity on stress and anxiety levels in servicepersons

The article examines the impact of regular physical activity on the level of stress and anxiety in military personnel. Physical activity is considered as an important component of mental health, contributing to the reduction of stress levels and improvement of

overall well-being. The article analyzes the mechanisms through which physical exercises affect the psychoemotional state of military personnel, and also offers recommendations for incorporating physical activity into daily practice.

Keywords: anxiety, physical activity, physical exertion, stress, military personnel.

Военнослужащие часто сталкиваются с высоким уровнем стресса и тревожности, вызванным специфическими условиями службы, такими как физические нагрузки, неопределенность, потенциальные угрозы и длительные разлуки с семьей. Стресс может негативно сказываться на здоровье, боеспособности и общем качестве жизни военнослужащих. Поэтому важно исследовать методы управления стрессом, среди которых регулярная физическая активность занимает особое место.

Систематические занятия физической подготовкой играют важную роль как в поддержании здоровья, так и благополучия человек. Уровень тревожности и стресса в настоящее время приобретает всё большее распространение, исходя из этого пути нахождения наиболее эффективных методов их снижения становятся всё более актуальными.

Стресс и тревожность — это естественные реакции организма на внешние раздражители, однако их хроническое проявление может привести к серьёзным последствиям для здоровья [1].

Постоянная физическая деятельность оказывает существенное благоприятное воздействие на ментальное здоровье в долгосрочной перспективе. Военнослужащие, регулярно занимающиеся физическими упражнениями или ведущие активный образ жизни, уменьшают вероятность возникновения депрессивных состояний и тревожных расстройств.

Физическая активность способствует увеличению уровня серотонина и дофамина, что улучшает настроение и общее самочувствие. Эти нейромедиаторы играют ключевую роль в регуляции настроения и эмоционального состояния.

Таким образом, физическая активность является мощным инструментом для управления стрессом и тревожностью. Регулярные упражнения способствуют выработке гормонов счастья, снижают уровень кортизола и улучшают общее самочувствие. Исследования подтверждают, что даже умеренные физические нагрузки могут значительно улучшить психическое здоровье.

Занятия спортом могут значительно повысить самооценку и уверенность в себе. Успехи в физической активности, такие как улучшение результатов или достижение спортивных целей, способствуют формированию положительного образа себя.

Командные виды спорта и групповые тренировки развивают социальные связи и поддержку среди военнослужащих. Это может помочь создать чувство общности и снизить уровень изоляции, что особенно важно в условиях службы.

Не менее значимым аспектом влияния физической активности на психическое здоровье является ее способ-

ность модулировать уровень кортизола — основного гормона стресса, вырабатываемого корой надпочечников.

Регулярные физические упражнения помогают снизить уровень кортизола, который является гормоном стресса. Высокий уровень кортизола может привести к различным негативным последствиям для здоровья, включая проблемы с сердечно-сосудистой системой и ослабление иммунной функции [2].

При хроническом стрессе, характерном для современного образа жизни, происходит постоянное повышенное выделение кортизола, что приводит к целому ряду негативных последствий: нарушению когнитивных функций, снижению иммунитета, развитию метаболических расстройств и, что особенно важно, к повышенному риску возникновения тревожных расстройств и депрессии. Регулярные тренировки создают уникальный адаптационный механизм, при котором организм учится более эффективно регулировать выброс кортизола в ответ на стрессовые стимулы. Важно отметить, что оптимальный антистрессовый эффект достигается при умеренных, систематических нагрузках, тогда как чрезмерно интенсивные тренировки без должного восстановления могут дать обратный эффект, приводя к перенапряжению гормональной системы.

Физическая активность способствует улучшению когнитивных функций, таких как внимание, память и способность к принятию решений. Это может быть особенно полезно для военнослужащих, которым необходимо быстро реагировать на изменяющиеся ситуации и принимать решения в условиях стресса.

Анализ данных показал, что военнослужащие, занимающиеся физической активностью не менее трех раз в неделю, имели значительно более низкие уровни стресса и тревожности по сравнению с теми, кто не занимался спортом. Например, 65 % участников, активно занимающихся спортом, сообщили о низком уровне стресса, в то время как среди тех, кто не занимался, этот показатель составил всего 30 %. Кроме того, военнослужащие, участвующие в командных видах спорта, сообщали о более высоком уровне социальной поддержки и удовлетворенности жизнью, что подтверждает важность социальных аспектов физической активности.

Таким образом регулярная физическая активность играет ключевую роль в снижении уровня стресса и тревожности у военнослужащих. Регулярные тренировки помогают снизить уровень стресса и тревожности благодаря комплексному воздействию. Внедрение программ физической активности может значительно улучшить их психоэмоциональное состояние и боеспособность. Для достижения наилучшего результата важно выбирать виды активности, которые приносят удовольствие, и соблюдать умеренность в нагрузках.

Литература:

1. Алекминская П. Ю. Влияние физической нагрузки и спорта на психоэмоциональное состояние человека / П. Ю. Алекминская, Д. Е. Баянкина // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета. Ч. 9. — Нижневартовск: Нижневартковский государственный университет, 2022. — С. 4–9. — URL: <https://elibrary.ru/vnpbsj> (дата обращения: 05.03.2025).
2. Выгорко И. В. Физическая активность как способ борьбы со стрессом / Выгорко И. В., Колесникова Н. В. // Вестник науки. — 2023. — № 11. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskaya-aktivnost-kak-sposob-borby-so-stressom> (дата обращения: 05.03.2025).
3. Влияние физических упражнений на симптомы тревоги у пациентов / Мэтью П. Херринг, Патрик Дж. О’Коннор, Родни К. Дишман // Arch Intern Med. — 2010. — URL: <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/774421/> (дата обращения: 07.03.2025).
4. Ахмаев О. В. Общая характеристика организации и управления физической подготовкой военнослужащих. / О. В. Ахматов, С. А. Ершов, Е. Н. Круглова // Studia Humanitatis/2019. № 1.
5. Профессионально-прикладная физическая подготовка: учебное пособие для вузов/ С. М. Воронин и др.; под редакцией Н. А. Воронова. 2-е изд. исправленное и дополненное. М.: Юрайт.2020.

Роль школьного спорта в формировании основ здорового образа жизни у подростков

Магомедов Магомед Газимагомедович, кандидат педагогических наук, доцент;
Раджабов Гаджимурад Шамсудинович, кандидат педагогических наук, доцент;
Самурханова Алима Агамирзаевна, кандидат биологических наук, доцент
Дагестанский государственный педагогический университет имени Р. Гамзатова (г. Махачкала)

Исследование охватывает широкий спектр вопросов, связанных с организацией, функционированием и развитием школьного спорта в современных условиях, с акцентом на его роль в поддержании физического и психоэмоционального здоровья подростков. Статья представляет научную и практическую ценность для педагогов, организаторов образовательного процесса и специалистов в области здоровья молодежи.

Ключевые слова: школьный спорт, физическая культура, здоровый образ жизни, развитие, воспитание.

Школьный спорт подразумевает систематическую организацию физической активности, направленную на развитие учащихся и формирование у них внутренней потребности заботиться о своем здоровье. В контексте подросткового возраста, когда происходит активное становление личности и формирование привычек, регулярные занятия спортом не только обеспечивают укрепление здоровья, но и способствуют формированию навыков самодисциплины и ответственности, а также умения работать в коллективе.

Актуальность исследования обусловлена снижением уровня физической активности у подростков, что приводит к росту встречаемости заболеваний, связанных с сидячим образом жизни. Наряду с этим меняются социальные условия, усиливается влияние цифровых технологий, что зачастую уменьшает мотивацию подростков к занятиям спортом. Этим обусловлена необходимость обоснованного анализа текущего состояния школьного спорта, выявления его влияния на здоровье учащихся и поиска возможностей эффективного внедрения в практику современных методик и технологий.

Здоровье в современной педагогической и медицинской науке рассматривается как комплексное состояние физического, психического и социального благополучия, а не просто отсутствие болезней. Для подростков здоровье особенно важно, поскольку данный возраст характеризуется интенсивным формированием физиологических и психологических основ личности. Спорт в школьной среде выступает как инструмент, позволяющий не только укрепить тело, но и стимулировать процесс приобретения социальных и эмоциональных компетенций, что важно для гармоничного развития подростка.

Формирование основ здорового образа жизни в школьной среде реализуется в рамках нескольких ключевых направлений. Первое — формирование у обучающихся мотивации и устойчивой потребности заботиться о здоровье, что реализуется за счет применения педагогических технологий, направленных на позитивное отношение к спорту и физической активности. Второе — развитие двигательных навыков и повышение уровня физической подготовленности; это способствует не только улучшению физического состояния, но и форми-

рованию уверенности в себе, что является одной из необходимых составляющих личностного роста [1].

Результаты исследований также свидетельствуют о том, что физическая активность положительно влияет на социальное и эмоциональное развитие подростков, укрепляя их самооценку и навыки взаимодействия внутри коллектива. Занятия спортом помогают формировать ответственность, дисциплинированность и волевые качества, актуальные и в других сферах жизни [1].

Разнообразие методов спортивного образования играет ключевую роль в формировании интереса и устойчивой мотивации подростков к занятиям спортом, что способствует улучшению качества их здоровья и общего самочувствия. Международный опыт доказывает, что современная школа должна использовать широкий спектр инновационных подходов, учитывающих разнообразные потребности и возможности учащихся.

В ряде стран особое внимание уделяется внедрению цифровых технологий в процесс физического воспитания. Например, в Норвегии, Китае, Сербии и других государствах применяются электронные учебники, существуют информационные лаборатории, создается иммерсивная образовательная среда; все это позволяет сделать занятия более интерактивными и привлекательными. Цифровые шагомеры и различные гаджеты позволяют учащимся контролировать свой уровень физической активности, что стимулирует развитие самостоятельности и самоконтроля [2].

Игровые методики и проектная деятельность становятся неотъемлемой частью образовательных программ. Они стимулируют творческое мышление, социальное взаимодействие и вовлеченность подростков. Этот подход успешно реализован в учебных заведениях США и Болгарии, где использование игровых форм и творческих заданий помогает подросткам лучше усваивать материал, посвященный физической культуре, и сохранять интерес к спорту.

Занятия спортом способствуют формированию устойчивой самооценки и положительного отношения к собственному телу. Подростки укрепляют уверенность в себе, что отражается на их эмоциональной сфере и социальной адаптации. Физическая активность поддерживает интеграцию когнитивной, эмоциональной и волевой составляющих самоотношения, что снижает количество психологических проблем, связанных с восприятием тела, и способствует позитивному образу самого себя [2].

Проблемы развития школьного спорта и пути их решения

Современный школьный спорт сталкивается с рядом серьезных проблем, препятствующих его эффективному развитию и полноценной реализации оздоровительной и воспитательной функций. Одной из главных трудностей является неудовлетворительное состояние спортивной инфраструктуры — речь идет о дефиците совре-

менных, качественно оснащенных спортивных залов и площадок, недостатке оборудования. Это ограничивает возможности проведения регулярных и разнообразных занятий физической культурой, снижая привлекательность спорта для подростков и создавая препятствия для реализации различных программ тренировок.

Организационно-методические аспекты также требуют переосмысления. Отсутствие современных научно обоснованных и адаптированных под возрастные особенности школьников программ занятий физкультурой затрудняет поддержание мотивации учащихся и достижение устойчивого эффекта для их здоровья. Недостаток инноваций и экспериментальных подходов приводит к однообразию тренировочного процесса и ограничивает возможности педагогов адаптироваться к быстро меняющимся реалиям и потребностям молодежи [3].

Кадровые проблемы выражаются не только в общем недостатке профессионально подготовленных педагогов физической культуры, но и в недостаточно высоком уровне их педагогической и методической компетентности. Многие учителя испытывают дефицит знаний в области современных технологий и мотивационных стратегий, что сказывается на качестве проведения занятий и укреплении интереса учащихся к спорту. Ситуацию усугубляет отсутствие систематического повышения квалификации и обмена передовым педагогическим опытом.

Недостаточная мотивация школьников к регулярным, систематическим занятиям спортом представляет собой комплексную проблему, связанную с изменением интересов подростков, влиянием цифровых технологий и недостаточной поддержкой спортивных инициатив в школьной среде. Зачастую физической культуре уделяется недостаточно учебного времени, и она воспринимается как менее значимый по сравнению с другими предметами, что снижает уровень вовлеченности и потребность подростков в активном образе жизни [3].

Решение данных проблем требует комплексного подхода, направленного на модернизацию всех элементов системы школьного спорта. В первую очередь необходимо реформировать дополнительное образование, введя обязательное посещение спортивных секций или кружков на всех этапах обучения, что обеспечит равномерную физическую нагрузку и системность занятий. Важным шагом станет внедрение научно обоснованных, привлекательных и вариативных форм физкультурно-спортивных мероприятий, включая организацию работы в каникулярное время, что значительно расширит возможности активного отдыха детей [4].

Формирование и распространение эффективных методик требует создания экспериментальных и инновационных площадок, где педагогический опыт будет систематизироваться и адаптироваться с учетом современных требований. Это позволит апробировать новые формы обучения и оздоровительных технологий, а также обеспечит педагогам доступ к актуальным методическим материалам. Одновременно требуются инвестиции в восста-

новление и расширение спортивной инфраструктуры, что может быть реализовано посредством государственных программ, частных инвестиций и партнерских проектов между бизнесом, органами власти и образовательными учреждениями [4].

Особое внимание следует уделять формированию у подростков мотивационно-ценностного отношения к здоровому образу жизни. Это может быть реализовано за счет внедрения программ, учитывающих интересы молодежных субкультур, молодежных инициатив, а также активного вовлечения семей. Создание позитивного имиджа физкультуры и спорта, организация массовых спортивных мероприятий и использование современных каналов коммуникации помогут повысить статус физической культуры и расширить аудиторию занимающихся спортом [4].

Перспективы развития школьного спорта связаны с переходом к системному, комплексному процессу физкультурного воспитания, предполагающему достаточную технологическую оснащенность, ориентированную на индивидуальные особенности каждого ученика и развитие у него устойчивых привычек здорового образа жизни. Важным направлением представляется интеграция спорта как базового элемента личностного роста в образовательный процесс, что позволит сформировать у представителей молодого поколения способность поддерживать физическое и психическое здоровье на высоком уровне на протяжении всей жизни. Такие изменения требуют не только финансирования и организационных усилий, но и стратегического партнерства между

государственными органами, бизнесом, педагогическим сообществом и семьями, что обеспечит устойчивое развитие массового школьного спорта [5].

Заключение

Анализ отношения подростков к здоровому образу жизни через призму школьного спорта выявил недостаточный уровень их информированности и вовлеченности в спортивную жизнь. При этом известно, что активное участие в спортивных мероприятиях, посещение секций и кружков оказывает положительное влияние на формирование устойчивых привычек здорового образа жизни. Результаты исследования подчеркивают необходимость адаптации учебных программ к интересам школьников, а также целесообразность использования инновационных форматов для повышения уровня вовлеченности.

В ходе исследования было выявлено, что школьный спорт является мощным ресурсом для формирования основ здорового образа жизни у подростков при условии системного, инновационного и комплексного подхода. Реализация предложенных нами изменений и эффективное использование современных технологий способны обеспечить повышение качества физического воспитания молодежи, укрепление здоровья и формирование ответственного отношения к жизни у подростков. Это способствует воспитанию физически активного, ответственно относящегося к собственному здоровью молодого поколения, что необходимо для успешного развития общества в целом.

Литература:

1. Бачурин, Н. Н. Формирование основ здорового образа жизни у учащихся общеобразовательных учреждений средствами физической культуры и спорта // Экономика образования. — 2011. — № 3. — С. 200–204.
2. Головинова, И. Ю. Инновационные технологии в физической культуре / И. Ю. Головинова, А. А. Меркулова // Наука-2020. — 2019. — № 5 (30). — С. 54–68.
3. Казначеев, А. В. Методы продвижения здорового образа жизни среди школьников // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2022. — № 11–1. — С. 156–158.
4. Магомедов, М. Г. Педагогическое исследование закономерностей изменения скоростно-силовой подготовки спортсменов на протяжении многих лет / М. Г. Магомедов, К. М. Тилиев // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. — 2024. — Т. 18, № 4. — С. 45–52. — DOI 10.31161/1995-0659-2024-18-4-45-52. — EDN FUSQXC.
5. Магомедов, М. Г. Физические нагрузки для студентов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы / М. Г. Магомедов, К. М. Тилиев, Ш. О. Исмаилов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. — 2023. — Т. 17, № 2. — С. 52–56. — DOI 10.31161/1995-0659-2023-17-2-52-56. — EDN EYAXVB.

Важность лыжного спорта в студенческой среде

Петрина Нина Сергеевна, студент

Научный руководитель: Культелеева Жанара Агнаевна, старший преподаватель
Оренбургский государственный медицинский университет

Введение

Современный студенческий возраст — это период не только интенсивного интеллектуального развития, но и формирования здорового образа жизни, укрепления физического и психоэмоционального состояния. В условиях повышенных учебных нагрузок, стресса и сидячего образа жизни, занятия физической культурой приобретают особую актуальность. Среди многообразия видов спорта, лыжный спорт занимает особое место, предлагая уникальное сочетание физической активности, контакта с природой и развития личностных качеств. Данная статья посвящена рассмотрению важности лыжного спорта в студенческой среде, его влиянию на физическое здоровье, психоэмоциональное благополучие и социальную адаптацию студентов.

1. Физическое здоровье и развитие студентов

Лыжный спорт является комплексным видом физической активности, задействующим практически все группы мышц. Во время катания на лыжах активно работают мышцы ног (квадрицепсы, бицепсы бедра, икроножные мышцы), ягодичные мышцы, мышцы кора (пресс, спина), а также мышцы плечевого пояса и рук (при использовании палок). Это способствует:

— Укреплению сердечно-сосудистой системы: Лыжный спорт является отличной кардиотренировкой. Регулярные занятия повышают выносливость сердечной мышцы, улучшают кровообращение, нормализуют артериальное давление и снижают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [1, с. 15].

— Развитию дыхательной системы: Активная аэробная нагрузка увеличивает объем легких, улучшает газообмен и повышает устойчивость организма к гипоксии.

— Укреплению опорно-двигательного аппарата: Лыжный спорт способствует формированию крепкого мышечного корсета, укреплению костной ткани, улучшению координации движений и равновесия. Это особенно важно в период, когда организм студента еще продолжает формироваться [2, с. 45].

— Повышению общей выносливости и работоспособности: Систематические занятия лыжным спортом значительно повышают общий уровень физической подготовленности, что положительно сказывается на успеваемости и способности справляться с учебными нагрузками.

Кроме того, лыжный спорт является прекрасным способом борьбы с гиподинамией, распространенной про-

блемой среди студентов, проводящих много времени за компьютером и учебниками.

2. Психоэмоциональное благополучие и снятие стресса

Учебный процесс в университете часто связан с высоким уровнем стресса, повышенными требованиями и ответственностью, что может негативно сказываться на психоэмоциональном состоянии студентов. Лыжный спорт предлагает эффективные способы борьбы со стрессом и улучшения настроения:

— Выработка эндорфинов: Физическая активность, особенно на свежем воздухе, стимулирует выработку эндорфинов — «гормонов счастья». Они обладают обезболивающим действием, улучшают настроение и создают ощущение эйфории [3, с. 78].

— Снятие нервного напряжения: Ритмичные движения, концентрация на технике катания и отвлечение от повседневных проблем помогают снять эмоциональное напряжение, тревожность и улучшить качество сна.

— Единение с природой: Зимние пейзажи, свежий морозный воздух, тишина леса — все это оказывает успокаивающее и восстанавливающее воздействие на психику.

— Преодоление трудностей: Освоение техники лыжного спорта, преодоление подъемов и спусков, падения и подъемы — все это воспитывает терпение, настойчивость и уверенность в собственных силах. Это формирует позитивный взгляд на решение жизненных задач.

3. Развитие личностных качеств и социальная адаптация

Лыжный спорт не только укрепляет тело и дух, но и способствует развитию важных личностных качеств, которые играют ключевую роль в успешной социальной адаптации студента:

— Дисциплина и самоорганизация: Регулярные тренировки требуют планирования, дисциплинированности и самоконтроля. Студенты учатся распределять свое время между учебой и спортом, что является ценным навыком для дальнейшей жизни.

— Командный дух и сотрудничество: Участие в студенческих лыжных секциях, походах и соревнованиях способствует формированию командного духа. Студенты учатся поддерживать друг друга, работать сообща для достижения общих целей, преодолевать трудности в группе.

— Целеустремленность и настойчивость: Постановка спортивных целей (например, освоить новый стиль ка-

тания, улучшить время прохождения дистанции) и их достижение воспитывают целеустремленность, упорство и умение не сдаваться перед трудностями.

— Ответственность: Уход за лыжным инвентарем, соблюдение правил безопасности на трассе, забота о товарищах — все это формирует чувство ответственности.

— Коммуникативные навыки: В секциях и на лыжных мероприятиях студенты из разных групп и факультетов знакомятся, общаются, заводят новые дружеские связи, что способствует расширению их социального круга и улучшению коммуникативных навыков.

4. Лыжный спорт как элемент корпоративной культуры университета

Введение и поддержка лыжного спорта в студенческой среде может стать важным элементом корпоративной культуры современного университета. Это не только способствует здоровью студентов, но и:

— Формирует имидж университета: вуз, который активно развивает спортивную инфраструктуру и поддерживает студенческий спорт, выглядит более привлекательным для абитуриентов и успешно конкурирует на образовательном рынке.

— Повышает лояльность студентов: Создание условий для занятий спортом, организация соревнований и лыжных мероприятий способствуют укреплению связи

студентов с университетом, повышению их приверженности и гордости за свой ВУЗ.

— Способствует профилактике аддикций: Занятия спортом являются эффективной альтернативой деструктивным формам поведения и помогают студентам отвлечься от вредных привычек.

— Создает возможности для личностного роста: Участие в спортивных мероприятиях, сборных командах университета, соревнованиях различного уровня позволяет студентам развиваться не только физически, но и лично, раскрывать свой потенциал.

Заключение

Лыжный спорт представляет собой ценный ресурс для развития студентов, оказывая комплексное положительное влияние на их физическое, психическое и социальное благополучие. Регулярные занятия лыжным спортом способствуют укреплению здоровья, снятию стресса, развитию ключевых личностных качеств и улучшению социальной адаптации. Университетам следует активно поддерживать и развивать лыжный спорт в студенческой среде, создавая соответствующую инфраструктуру, организуя секции, мероприятия и соревнования. Это не только инвестиция в здоровье будущих поколений, но и важный шаг на пути к формированию целостной и успешной личности, готовой к вызовам современного мира.

Литература:

1. Kenney W. L., Wilmore J. H., Costill D. L. Physiology of sport and exercise: [учебник]. — 7th ed. — Champaign, IL: Human Kinetics, 2019. — 648 p. — ISBN 978-1-4925-7485-9. — URL: https://books.google.com/books/about/Physiology_of_Sport_and_Exercise.html?id=KNuDDwAAQBAJ (дата обращения: 01.03.2026).
2. Сергеев Г. А., Мурашко Е. В., Сергеева Г. В. Теория и методика обучения базовым видам спорта. Лыжный спорт: учебник по направлению «Физическая культура». — Москва: Академия, 2012. — 169 с. — ISBN 978-5-7695-7252-4. — URL: https://books.google.com/books/about/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B8_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D1%83.html?id=Cs2VkJQEACAAJ (дата обращения: 01.03.2026).
3. Weinberg R. S., Gould D. Foundations of sport and exercise psychology: [учебник]. — 7th ed. — Champaign, IL: Human Kinetics, 2018. — 680 p. — URL: https://books.google.com/books/about/Foundations_of_Sport_and_Exercise_Psychology.html?id=dO56DwAAQBAJ (дата обращения: 01.03.2026).

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 10 (613) / 2026

Выпускающий редактор Г. А. Письменная
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 18.03.2026. Дата выхода в свет: 25.03.2026.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.