

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



42 2026
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 42 (645) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, 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 Кутлуг-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 изображён *Фёдор Осипович Шехтель* (1859–1926) — выдающийся русский архитектор, один из ключевых создателей стиля модерн в России, чьё творчество во многом определило облик Москвы на рубеже XIX–XX веков.

Франц-Альберт Шехтель (будущий Фёдор) родился в Санкт-Петербурге в семье обрусевших немцев. Когда мальчику было шесть лет, семья переехала в Саратов. Там отец вместе с братом управлял крахмальным заводом, ткацкой фабрикой и театром. Однако вскоре последовали тяжёлые удары: сначала умер отец, затем — дядя, и семья лишилась средств к существованию. В этих условиях Шехтель рано начал искать способы заработка. Он учился в саратовской гимназии, а после её окончания в 1875 году переехал в Москву к матери.

В столице он готовился к поступлению в Московское училище живописи, ваяния и зодчества. Благодаря протекции Павла Третьякова (муж его тётки был связан с меценатом) юношу определили в мастерскую архитектора Александра Каминского, набираться опыта. Позже Шехтель поступил на архитектурное отделение училища, где учился у Дмитрия Чичагова. Однако учёба ему давалась нелегко: молодого человека увлекала богемная жизнь Москвы, и он часто пропускал занятия. В 1878 году его отчислили за плохую посещаемость.

Несмотря на это, в Москве Шехтель вошёл в круг творческой элиты. Он сблизился с художниками Левитаном и Врубелем (они вместе учились в гимназии), а также с братьями Чеховыми, которые ввели его в литературный и издательский круг. Эти связи во многом определили разносторонность его будущих проектов: он начал совмещать архитектуру с графикой, театральным оформлением и иллюстрированием книг. В 1880-х годах он уже создавал декорации и костюмы для театральных постановок, проектировал временные сооружения для городских парков.

Переломным моментом в его карьере стали 1882–1883 годы: Шехтель начал самостоятельную архитектурную практику, стал подписывать проекты собственным именем и лично контролировать строительство.

Среди ранних самостоятельных работ — усадебные комплексы (для М. А. Морозова в селе Великом Ярославской губернии) и особняки. Одной из знаковых стала усадьба для М. А. Морозова на Спиридоновке: Шехтель создал не просто дом, а целостную художественную среду, продумав всё — от планировки до деталей интерьера.

В 1894 году, во время строительства этого особняка, 35-летний архитектор сдал экзамены в Техническо-строительном комитете МВД и получил диплом техника-строителя, что дало ему возможность официально вести само-

стоятельную практику. В январе 1895 года его приняли в Московское архитектурное общество, членом которого он оставался более 30 лет.

В последующие десятилетия Шехтель реализовал множество проектов в разных жанрах: строил театры (например, Московский художественный театр, где он совместно с художественными руководителями реконструировал сцену и зрительный зал), банки, церкви, типографии, вокзалы, имения и дачи. Он последовательно развивал идею единства архитектуры и декоративно-прикладного искусства: часто сам проектировал не только здание, но и ограду, уличные фонари, мебель, обои, дверные ручки, стремясь к созданию законченного художественного образа.

14 апреля 1900 года в Париже открылась Всемирная выставка, почти на целый год взбудоражившая художественную среду всей Европы. За участие в ней Шехтель был награждён серебряной медалью.

В 1902 году Императорская академия художеств присвоила ему почётное звание академика архитектуры.

Интересный факт: в мае 1914 года Франц-Альберт Шехтель перешёл из католичества в православие и принял имя Фёдор. Сам зодчий объяснял это тем, что давно и прочно обрусел.

После 1917 года Шехтель пытался адаптироваться к новым реалиям: проектировал для советской власти рабочие клубы, санатории, выставочные павильоны. Он даже подал на конкурс проект Мавзолея Ленина с трибуной и аудиториями, но его не приняли.

Последние годы жизни архитектора были непростыми. Заказов становилось всё меньше, а назначенной по ходатайству А. В. Луначарского персональной пенсии (75 рублей) не хватало даже на лекарства. Шехтель пытался продать часть имущества, включая коллекции чертежей, чтобы прокормить семью. В мае 1926 года он переехал с семьёй на арендованную дачу в Петровско-Разумовское (Новое шоссе, 23). Там 7 июля 1926 года Фёдор Осипович Шехтель скончался от рака желудка.

Архитектора похоронили на Ваганьковском кладбище — в семейном склепе, который он сам когда-то спроектировал в стиле модерн.

Память о Шехтеле сохранилась в его выдающихся постройках, ставших символами московского модерна (особняк Рябушинского, особняк Морозовой, здание Ярославского вокзала и другие), а также в исследованиях историков архитектуры. В честь зодчего названа малая планета № 3967.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дружков С. И.

Модель интеграции SCADA-системы с корпоративной информационной системой для повышения управляемости инженерными процессами 1

Дружков С. И.

Технология преобразования модели бизнес-процесса в программное решение для интеграции SCADA-системы и корпоративной информационной системы промышленного предприятия..... 4

Льонгрин А. С.

Влияние окна скользящего среднего и порога на обнаружение аномалий во временных рядах: сравнение методов z-score и IQR на синтетических данных 8

Льонгрин А. С.

Прототип системы учёта заявок технической поддержки на SQLite и Python с анализом времени решения и нарушений SLA 9

Льонгрин А. С.

Исследование чувствительности алгоритма выявления отклонений: влияние порога и времени удержания на ложные срабатывания и задержку обнаружения 11

Льонгрин А. С.

Моделирование очереди обслуживания клиентов методом имитационного моделирования на Python: влияние числа каналов на среднее время ожидания 13

Льонгрин А. С.

Исследование эффективности простых методов прогнозирования временных рядов (скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия) на синтетических данных с трендом и сезонностью 15

Сотниченко З. Э.

Точность словарного извлечения навыков из текстов вакансий: типичные ошибки и способ их снижения.....17

Сотниченко З. Э.

Оценка классификаторов текстов вакансий, обученных на разметке по ключевым словам ...20

Ткачев П. А.

Специализированный классификатор технологических рисков при интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами 24

Ткачев П. А.

Совершенствование системы управления рисками при интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами 26

Шурупов С. М.

Распознавание маркировки алкогольной продукции в реальном времени на встраиваемых устройствах с использованием глубокого обучения.....28

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Берик А. Е.

Закладка пункта GNSS-мониторинга в зоне активных разломов Медеуского района г. Алматы и оценка его пригодности для определения скоростей смещений.....30

Каштанов Ф. В.

Комплексная оценка угловой скорости космического аппарата по данным разнородных измерительных систем.....33

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Печенина А. В.

Особенности формирования генплана коттеджного участка при значительном перепаде высот.....37

Сергиенко А. Ю.

Результаты проведения микродинамических испытаний для определения технического состояния здания жилого дома 39

МЕДИЦИНА

Гутин О. В.

Лечение заболеваний межпозвонковых дисков применением сверхимпульсного низкоинтенсивного лазера в сочетании с гальваническими токами.....44

Завгородняя В. Р.

Роль ферроптоза в патогенезе кардиомиопатий и сердечной недостаточности 47

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА
И СПОРТ**Бесчастный И. Р.**

Как выбрать баскетбольный мяч 50

Галищева О. И.

Эффективные практики стимулирования двигательной активности дошкольников в условиях ограниченного пространства 52

Демидова Ж. Ю.

Спортивный туризм как один из видов оздоровительной деятельности.....55

Махмут Ж. Б.

Влияние современного образа жизни на опорно-двигательный аппарат у молодежи: причины развития сколиоза и роль физической культуры в его профилактике.....58

Парубец М. А.

Малоподвижный образ жизни у студентов Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева и современные способы повышения двигательной активности 60

Рубцова М. В.

Физическая активность и здоровье молодежи 62

Садыкова К. Б.

Роль физической культуры в профилактике стресса у студентов 65

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Модель интеграции SCADA-системы с корпоративной информационной системой для повышения управляемости инженерными процессами

Дружков Семён Игоревич, студент магистратуры
Тольяттинский государственный университет (Самарская область)

Изолированность SCADA-систем от корпоративных информационных систем ERP и MES ограничивает использование технологических данных в производственном управлении, что делает интеграцию этих систем практически значимой задачей в условиях четвёртой промышленной революции. В работе на основе анализа архитектурных подходов, протоколов OPC UA и MQTT, практики применения middleware и требований промышленной кибербезопасности систематизированы применимые методы решения этой задачи и предложена пятиуровневая теоретическая модель интеграции — технологический, интеграционный, корпоративный, аналитический и управленческий уровни со сквозным контуром безопасности. Показано, что предложенная структура соответствует эталонной модели ISA-95/IEC 62264, адаптированной под задачу интеграции путём выделения интеграционного уровня в самостоятельный элемент архитектуры. Сформулированные практические рекомендации, вытекающие из анализа рисков и точек улучшения, позволяют использовать полученную модель как основу проектирования и последующей оценки интеграционного решения на конкретном предприятии.

Ключевые слова: SCADA, ERP, MES, интеграция, OPC UA, MQTT, middleware, кибербезопасность, инженерные процессы, управляемость, ISA-95.

Вводная часть

SCADA-системы обеспечивают мониторинг и управление инженерными процессами. Как показано в работах по эволюции и архитектуре SCADA [1–3, 9], происходит переход от изолированных решений к распределённым архитектурам с открытыми протоколами, базами данных, облачными технологиями и промышленным интернетом вещей (IIoT). Работы по интеграции с MES и ERP [4, 5, 9] показывают, что объединение технологической информации с производственным планированием, учётом и отчётностью повышает прозрачность производства и обоснованность решений.

Проблема состоит в недостаточной интеграции SCADA с корпоративными информационными системами. Наиболее существенные нерешённые вопросы — стандартизация, безопасность и оценка экономической эффективности [7, 9, 10, 12]; дополнительно важна согласованность моделей данных разных уровней управления.

Цель этапа — систематизировать применимые методы и сформировать теоретическую модель интеграции. Задачи: анализ литературы; оценка методов; выявление проблем; сравнение решений и рисков; определение точек улучшения; моделирование процесса.

Основная часть

1. Результаты аналитического обзора

Источники образуют пять основных направлений: архитектура и эволюция SCADA [1–3]; интеграция с MES и ERP [4, 5, 9]; middleware и открытые протоколы [6]; аналитика данных [8]; кибербезопасность [7, 10, 12]. Работа Тибури с соавторами [9] показывает ценность обмена данными SCADA и ERP в реальном времени для прозрачности производства и улучшения планирования. Работа Тейшейры с соавторами [8] демонстрирует применение тестовых стендов и методов машинного обучения для анализа состояния и обнаружения аномалий. Работы по безопасности — Хинди с соавторами [7], Бхамаре с соавторами [10] и Цочев с соавторами [12] — подчёркивают рост поверхности атак при соединении SCADA с IT и IIoT и необходимость специализированных средств защиты.

2. Предлагаемая теоретическая модель

Модель разделяет функции по пяти уровням. Технологический уровень (SCADA) отвечает за сбор и первичную обработку данных. Интеграционный уро-

вень (middleware) выполняет приём данных по OPC UA/MQTT, валидацию, нормализацию, преобразование и маршрутизацию. Корпоративный уровень (MES и ERP) использует согласованные данные для производственного учёта и планирования. Аналитический уровень формирует показатели, прогнозы и сигналы откло-

нений. Управленческий уровень обеспечивает принятие решений и обратное воздействие на процесс. Безопасность (аутентификация, авторизация, сегментация, шифрование, аудит, мониторинг) реализована как сквозной контур, охватывающий все уровни, что отражает проблематику работ [7, 10, 12].

Теоретическая модель интеграции SCADA с корпоративными информационными системами

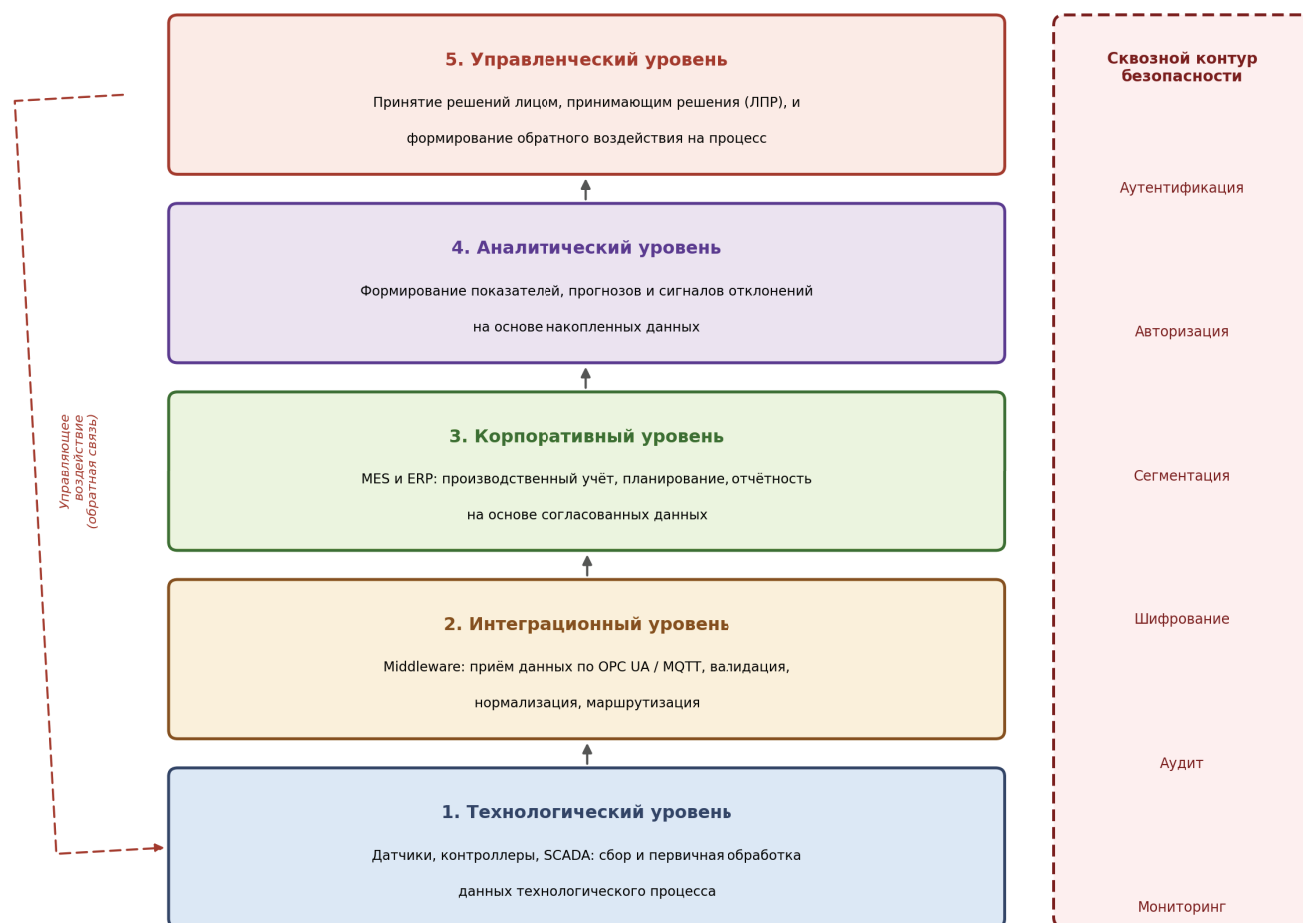


Рис. 1. Теоретическая модель интеграции SCADA с корпоративными информационными системами

Выбор именно пяти уровней не произволен: модель построена по аналогии с эталонной моделью автоматизации предприятия ISA-95/IEC 62264 [13], определяющей пять уровней управления предприятием на основе пирамиды Purdue — от физического процесса и полевых устройств до бизнес-планирования (ERP). Поскольку центральная проблема настоящего исследования — качество интеграции между уровнями, а не сама их структура, уровни ISA-95, относящиеся к полю и контроллерам, объединены в единый технологический уровень, а взаимодействие SCADA с MES/ERP выделено в самостоятельный интеграционный уровень, где сосредоточена решаемая проблема. Аналитический и управленческий уровни дополняют классическую модель ISA-95, отражая её развитие в логике Индустрии 4.0 — переход от обмена данными к аналитической поддержке решений. Таким образом, пя-

тиуровневая структура — целенаправленная адаптация признанного международного стандарта, а не произвольный выбор.

Кросс-функциональная диаграмма процесса, определяющая ответственных за каждую задачу на всех пяти уровнях — от фиксации отклонения технологического параметра до принятия решения лицом, принимающим решения (ЛПР), и обратного управляющего воздействия на процесс, — представлена в практическом задании № 3.1 (раздел 6) и образует операционную основу описываемой теоретической модели.

OPC UA и MQTT рассматриваются как возможные стандартизированные механизмы передачи данных на границе технологического и интеграционного уровней; конкретный выбор должен зависеть от характеристик предприятия, требований по задержке, безопасности

и совместимости. Контроль качества данных необходим, поскольку скорость обмена сама по себе не гарантирует качество управления.

3. Обсуждение вариантов решений

Прямая интеграция подходит для небольшой стабильной среды, но при росте систем создаёт множество точечных связей. Middleware является более масштабируемым подходом, что подтверждается архитектурой, описанной в работе [9]. Стандартизированный обмен уменьшает зависимость от закрытых интерфейсов. Однако расширяет аналитику, но повышает требования к сети и безопасности. Для исследуемой проблемы предпочтителен гибридный вариант с локальной устойчивостью технологического контура и контролируемым обменом через интеграционный слой.

Ценностное предложение заключается в создании единого управляемого информационного контура, где технологические данные своевременно доступны корпоративным функциям при сохранении требований промышленной безопасности [7, 10, 12]. Неправильная архитектура способна привести к потере данных, росту стоимости сопровождения, отказам обмена и новым рискам.

4. Практические рекомендации

Представленные ниже рекомендации не являются самостоятельным перечнем: каждая из них сформулирована на основе конкретной проблемы предметной области или риска варианта решения и направлена на определённый практический результат.

- формализовать информационные потоки и бизнес-процессы до выбора конкретного продукта — снимает риск несовместимости, выявленный при сравнении вариантов решения, и напрямую влияет на управляемость будущей интеграции;

- определить единую модель данных и правила сопоставления сущностей SCADA, MES и ERP — устраняет проблему различий структуры и семантики данных и повышает достоверность отчётности;

- использовать стандартизированные протоколы (OPC UA, MQTT) там, где это совместимо с оборудованием — реализует точку улучшения «стандартизация

интерфейсов» и снижает стоимость последующих изменений;

- разделить технологическую и корпоративную зоны и контролировать точки обмена — реализует точку улучшения «сквозная безопасность» и снижает риск компрометации технологического контура;

- включить мониторинг доступности, задержек, ошибок и качества данных — реализует точки улучшения «контроль качества данных» и «мониторинг интеграции», обеспечивая раннее обнаружение отказов;

- определить метрики (время передачи, доля ошибок, простой, скорость решений, экономический эффект) — реализует точку улучшения «оценка экономического эффекта» и создаёт основание для обоснования инвестиций перед руководством предприятия;

Таким образом, каждая рекомендация трассируется к конкретному источнику (проблеме, риску или точке улучшения) и к конкретному практическому эффекту, а не декларируется в общем виде.

Заключительная часть

Интеграция SCADA с корпоративными системами имеет значительную исследовательскую базу [1–12], но остаётся актуальной из-за необходимости комплексного согласования архитектуры, данных, безопасности и бизнес-эффекта. Основным результатом этапа является теоретическая модель пяти уровней со сквозным контуром безопасности, число которых обосновано соответствием эталонной модели ISA-95/IEC 62264 [13]. Наиболее применимыми методами являются системный и сравнительный анализ, анализ архитектур и протоколов, моделирование бизнес-процессов и анализ рисков — каждый из которых опирается на конкретную работу из обзора источников.

Практическая значимость модели состоит в том, что она задаёт структуру для последующего проектирования и оценки интеграционного решения, а сформулированные практические рекомендации напрямую вызывают выявленные проблемы и риски с конкретными действиями и их ожидаемым эффектом. Дальнейшее исследование должно включать формализацию информационной модели, детальную архитектуру интеграционного слоя, метрики управляемости и экономической эффективности и проверку на конкретном производственном процессе.

Литература:

1. Evolving SCADA Systems [Электронный ресурс] // Automation.com. — 2019. — URL: <https://www.automation.com/en-us/articles/2019/evolving-scada-systems> (дата обращения: 15.10.2025).
2. Trends in SCADA Systems [Электронный ресурс] // Automation.com. — 2020. — URL: <https://www.automation.com/en-us/articles/2020/trends-in-scada-systems> (дата обращения: 15.10.2025).
3. SCADA System Architectures [Электронный ресурс] // Automation.com. — 2021. — URL: <https://www.automation.com/en-us/articles/2021/scada-system-architectures> (дата обращения: 15.10.2025).
4. SCADA and MES Integration [Электронный ресурс] // Automation.com. — 2019. — URL: <https://www.automation.com/en-us/articles/2019/scada-and-mes-integration> (дата обращения: 15.10.2025).

5. SCADA and ERP Integration [Электронный ресурс] // Automation.com. — 2020. — URL: <https://www.automation.com/en-us/articles/2020/scada-and-erp-integration> (дата обращения: 15.10.2025).
6. Middleware Solutions [Электронный ресурс] // Automation.com. — 2021. — URL: <https://www.automation.com/en-us/articles/2021/middleware-solutions> (дата обращения: 15.10.2025).
7. Hindy, H. Improving SIEM for Critical SCADA Water Infrastructures Using Machine Learning [Электронный ресурс] / H. Hindy, D. Brosset, E. Bayne, A. Seeam, X. Bellekens. — 2019. — URL: <https://arxiv.org/abs/1904.05724> (дата обращения: 15.10.2025).
8. Teixeira, M. A. SCADA System Testbed for Cybersecurity Research Using Machine Learning Approach [Электронный ресурс] / M. A. Teixeira, T. Salman, M. Zolanvari, R. Jain, N. Meskin, M. Samaka. — 2019. — URL: <https://arxiv.org/abs/1904.00753> (дата обращения: 15.10.2025).
9. Tiburski, G. Supervisory Systems Integration SCADA and ERP for Production Control in Real Time [Электронный ресурс] / G. Tiburski, G. T. Moreira, M. Misaghi. — URL: <https://www.researchgate.net/publication/316217441> (дата обращения: 15.10.2025).
10. Bhamare, D. Cybersecurity for Industrial Control Systems: A Survey [Электронный ресурс] / D. Bhamare, M. Zolanvari, A. Erbad, R. Jain, K. Khan, N. Meskin. — 2020. — URL: <https://arxiv.org/abs/2002.04124> (дата обращения: 15.10.2025).
11. Солдатов, С. Интеграция SCADA-систем и систем управления предприятием [Электронный ресурс] / С. Солдатов // Современные технологии автоматизации (СТА). — URL: <https://www.cta.ru/articles/cta/spravochnik/v-zapisnuyu-knizhku-inzhenera/124560/> (дата обращения: 15.10.2025).
12. Цочев, Г. Р. Проблемы безопасности промышленного интернета вещей и сравнение с системами SCADA [Электронный ресурс] / Г. Р. Цочев, Р. Д. Йошинов, Н. А. Жукова. — URL: <https://ia.spcras.ru/index.php/sp/article/view/4714> (дата обращения: 15.10.2025).
13. Enterprise-Control System Integration — Part 1: Models and Terminology: ANSI/ISA-95.00.01–2025 (IEC 62264–1 Mod). — Research Triangle Park, NC: International Society of Automation, 2025.
14. Tabim, V. M. Implementing Manufacturing Execution Systems (MES) for Industry 4.0: Overcoming buyer-provider information asymmetries through knowledge sharing dynamics / V. M. Tabim, N. F. Ayala, G. A. Marodin, G. B. Benitez, A. G. Frank // Computers & Industrial Engineering. — 2024. — Vol. 196. — Art. 110483. — DOI: 10.1016/j.cie.2024.110483.

Технология преобразования модели бизнес-процесса в программное решение для интеграции SCADA-системы и корпоративной информационной системы промышленного предприятия

Дружков Семён Игоревич, студент магистратуры
Тольяттинский государственный университет (Самарская область)

Актуальность цифровой трансформации промышленных предприятий в логике четвёртой промышленной революции определяет необходимость сквозной интеграции операционного контура (SCADA/АСУ ТП) и контура управления предприятием (КИС/ERP). Проблема исследования состоит в том, что на большинстве предприятий эти контуры остаются информационно разрозненными, а обмен данными между ними осуществляется вручную, что снижает управляемость инженерных процессов. Цель данного этапа исследования — разработать и апробировать технологию преобразования теоретической модели бизнес-процесса в требования к программному решению, пригодную для дальнейшего использования как инструмент проверки гипотезы о повышении управляемости инженерными процессами за счёт устранения ручного обмена данными между SCADA и КИС. В работе последовательно применены нотации IDEF0, кросс-функциональная диаграмма, диаграмма потока данных, карта потока создания ценности, диаграмма вариантов использования, модель мотивации бизнеса и карта пути клиента. Построены модели процесса «как есть» и «как будет», выявлено и устранено ключевое узкое место — ручная передача данных между технологическим и корпоративным контурами; десять задач процесса преобразованы в варианты использования будущего программного продукта с полной трассировкой; количественно подтверждён ожидаемый эффект: сокращение времени выполнения процесса примерно в 18 раз, рост эффективности потока с $\approx 9,8\%$ до целевых $\geq 70\%$. Сделан вывод о том, что предложенная технология преобразования применима как инструмент эмпирической проверки гипотезы на последующих этапах исследования и переносима на другие предприятия, решающие аналогичную задачу интеграции.

Ключевые слова: SCADA, корпоративная информационная система, Индустрия 4.0, IDEF0, карта потока создания ценности, вариант использования, модель мотивации бизнеса, цифровая трансформация, интеграция данных.

Вводная часть

Четвёртая промышленная революция предполагает не точечную автоматизацию отдельных участков производства, а сквозную интеграцию данных на всех уровнях управления предприятием — от датчиков технологического оборудования до систем стратегического планирования. Одним из наиболее распространённых препятствий на этом пути остаётся разрыв между SCADA-системами, обслуживающими операционный (технологический) контур, и корпоративными информационными системами (КИС/ERP), обслуживающими контур управления предприятием. На практике этот разрыв закрывается вручную: диспетчеры и специалисты учёта переносят данные между системами путём выгрузок, отчётов и ручного ввода, что порождает задержки, ошибки и дублирование труда.

Актуальность настоящего этапа исследования обусловлена тем, что при очевидной практической значимости задачи интеграции SCADA и КИС в открытом доступе преобладают работы, описывающие эту интеграцию на уровне архитектурных принципов (в частности, стандарта ISA-95) или отдельных технологических решений, но не показывающие воспроизводимую технологию перехода от анализа конкретного бизнес-процесса предприятия к формализованным требованиям на программный продукт. Практическая значимость работы состоит в том, что предложенная технология доводится до уровня, пригодного для непосредственного использования проектной командой: от диагностики процесса до готовых вариантов использования и плана внедрения с измеримыми показателями.

Целью данного этапа исследования является разработка технологии преобразования теоретической модели бизнес-процесса в программное решение как инструмента, применяемого в дальнейшем для доказательства гипотезы, выдвинутой на первом этапе исследования: устранение ручного обмена данными между SCADA-системой и КИС за счёт их программной интеграции обеспечивает статистически значимое повышение управляемости инженерными процессами предприятия, выражаемое в со-

кращении времени выполнения процесса и росте эффективности потока создания ценности.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- построить и проанализировать модель бизнес-процесса «как есть», выявить его функциональные ограничения;
- определить точки улучшения процесса и связать их со стратегическими целями предприятия;
- спроектировать целевую модель процесса «как будет» и его информационную структуру;
- дать количественную оценку ожидаемого эффекта методами бережливого производства;
- преобразовать задачи процесса конечного уровня декомпозиции в варианты использования программного продукта;
- сформировать план практического внедрения с измеримыми показателями и обоснование решения, пригодное для совместного обсуждения заинтересованными сторонами.

Основная часть

1. Технология преобразования модели процесса в программное решение

Основным собственным результатом данного этапа является не единичная модель, а воспроизводимая технология — последовательность из шести этапов, каждый из которых использует отдельную, но согласованную с остальными нотацию моделирования и производит артефакт, необходимый для следующего этапа (табл. 1). Ключевой принцип технологии: на этапе формализации требований (этап 5) каждая задача самого детального уровня декомпозиции процесса, зафиксированная на предыдущих этапах, сопоставляется ровно одному варианту использования будущего программного продукта. Это обеспечивает полную прослеживаемость: любой элемент требований к программному обеспечению может быть возведён к конкретной задаче бизнес-процесса и, через неё, к стратегической цели предприятия, а не введён произвольно.

Таблица 1. Технология преобразования модели бизнес-процесса в требования к программному решению

Этап преобразования	Нотация / метод	Артефакт на выходе
1. Диагностика	IDEFO (модель «как есть»)	Функциональная модель процесса; выявленное узкое место
2. Целеполагание	Точки улучшения, стратегические цели	Перечень точек улучшения, привязанных к целям предприятия
3. Проектирование	IDEFO (модель «как будет»), диаграмма дорожек, ДДП	Целевая модель процесса; распределение ответственности; модель данных
4. Количественное обоснование	Карта потока создания ценности (VSM)	Измеримый эффект (время выполнения, эффективность потока)
5. Формализация требований	Диаграмма вариантов использования (Use Case)	Набор вариантов использования с трассировкой к задачам процесса — основа технического задания
6. Внедрение	План мероприятий, BMM, карта пути клиента	План с ответственными и сроками; обоснование решения; меры по снижению сопротивления персонала

Именно эта технология — а не единичная диаграмма — представляет собой инструмент, который может быть применён в дальнейшем для проверки выдвинутой гипотезы: реализованное по сформированным вариантам использования программное решение (пилотное внедрение) позволяет на следующем этапе исследования сопоставить фактически достигнутые значения показателей управляемости с целевыми значениями, полученными в настоящей работе расчётным путём, и таким образом эмпирически подтвердить или опровергнуть гипотезу.

2. Диагностика текущего состояния бизнес-процесса

Анализ методом IDEF0 показал, что в модели «как есть» функции мониторинга оборудования и обработки аварийных сигналов автоматизированы удовлетворительно, тогда как формирование отчётности и ввод данных в КИС выполняются вручную. Ключевым ограничением процесса является связь между этими группами функций: сводные данные передаются из технологического контура в контур управления предприятием периодически (по итогам смены) и вручную, что порождает задержку, риск искажения данных и дублирование труда.

3. Целевая модель процесса и его информационная структура

На основе выявленных ограничений спроектирована целевая модель процесса, в которой ручная передача данных заменена программной интеграционной платформой, выполняющей приём, валидацию и маршрутизацию данных

между SCADA и КИС в режиме, близком к реальному времени. Диаграмма потока данных, дополняющая функциональную модель, формализует состав и назначение каждого передаваемого элемента данных, а кросс-функциональная диаграмма явно закрепляет, какая часть обязанностей участников процесса переходит от человека к программной платформе, а какая сохраняется за человеком (в частности, содержательный анализ нештатных ситуаций остаётся функцией инженера, а не подлежит автоматизации).

4. Количественная оценка эффекта

Для количественного, а не только качественного обоснования решения применена карта потока создания ценности — инструмент бережливого производства, разделяющий общее время выполнения процесса на время создания ценности (непосредственная обработка данных) и время ожидания между этапами. Результаты сведены в таблицу 2 и на рисунке 1.

Основной вывод количественного анализа: свыше 90 % времени выполнения процесса в модели «как есть» приходится не на содержательную обработку данных, а на ожидание между этапами, вызванное ручной передачей. Устранение этого ожидания программными средствами составляет главный источник ожидаемого эффекта.

5. От процесса к программному продукту: варианты использования

В соответствии с технологией преобразования (раздел 1) десять задач конечного уровня декомпозиции процесса

Таблица 2. Ключевые показатели процесса до и после предлагаемого решения

Показатель	Модель «как есть»	Целевое значение
Время выполнения процесса (Lead Time)	≈18 ч 17 мин	≤ 1 часа
Эффективность потока (PCE)	≈9,8 %	≥ 70 %
Доля данных, передаваемых автоматически	0 %	≥ 95 %
Достоверность учётных данных	≈80 %	≥ 98 %

Сводная оценка результата: ключевые показатели до и после решения

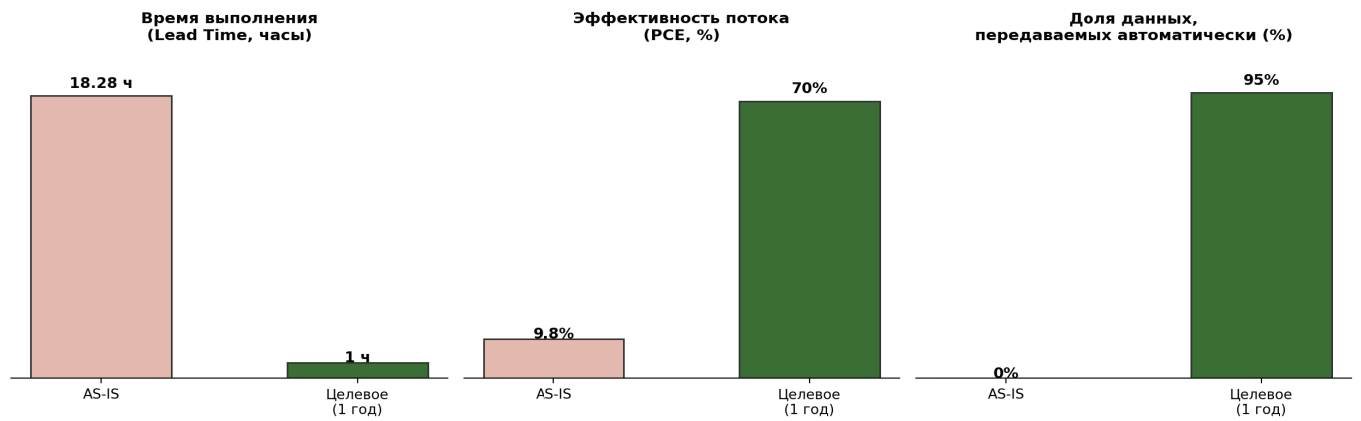


Рис. 1. Сопоставление ключевых показателей процесса до и после решения

сопоставлены десяти вариантам использования будущей интеграционной платформы, охватывающим как автоматизированные функции (передача, валидация и маршрутизация данных, автоматическое обновление учёта, формирование аналитики), так и функции, намеренно оставленные за человеком (анализ нештатных ситуаций, администрирование политики информационной безопасности, утверждение производственного плана). Такой состав вариантов использования образует техническое задание, достаточное для начала разработки программного решения без дополнительного этапа сбора требований.

6. Практические рекомендации по внедрению

Практическая реализация технологии оформлена в виде плана мероприятий с указанием ответственных и сроков на горизонте одного года, включающего этапы проектирования, разработки, пилотного внедрения, тиражирования и оценки результатов. Обоснование решения дополнительно формализовано в виде модели мотивации бизнеса (Business Motivation Model), связывающей каждое мероприятие плана со стратегической целью предприятия, а риски, связанные с восприятием изменений персоналом, проанализированы с помощью карты пути клиента, построенной от лица оператора SCADA — сотрудника, чья повседневная работа меняется сильнее всего. Наибольший эмоциональный риск сосредоточен не на этапе объявления проекта, а на этапе первого практического использования платформы, что определяет необходимость быстрой технической поддержки именно на этом этапе.

Заключительная часть

Проведённый этап исследования позволяет сформулировать следующие выводы. Во-первых, разработана и апробирована воспроизводимая технология преобра-

зования теоретической модели бизнес-процесса в требования к программному решению, состоящая из шести согласованных этапов моделирования и обеспечивающая полную прослеживаемость от стратегической цели предприятия до конкретного варианта использования программного продукта. Во-вторых, применение этой технологии к задаче интеграции SCADA и КИС позволило не только качественно, но и количественно обосновать ожидаемый эффект: сокращение времени выполнения процесса примерно в 18 раз и рост эффективности потока создания ценности с $\approx 9,8\%$ до целевых $\geq 70\%$.

Практическая значимость работы выражается в готовности полученных артефактов — целевой модели процесса, набора вариантов использования и плана внедрения с измеримыми показателями — к непосредственному применению проектной командой предприятия, а также в переносимости самой технологии преобразования на другие предприятия, решающие аналогичную задачу вертикальной интеграции в рамках Индустрии 4.0.

Основным направлением дальнейшего исследования является использование полученного результата как инструмента эмпирической проверки гипотезы, сформулированной на первом этапе исследования: реализация программного решения по сформированным вариантам использования на пилотном производственном участке и сопоставление фактически достигнутых показателей управляемости (времени выполнения процесса, эффективности потока, достоверности данных) с целевыми значениями, полученными в настоящей работе расчётным путём. Дополнительными направлениями являются уточнение исходных числовых данных модели «как есть» по результатам хронометража на реальном предприятии, разработка финансово-экономического обоснования (расчёт окупаемости) и расширение технологии на модуль предиктивной аналитики, для которого текущий этап закладывает необходимую информационную основу.

Литература:

1. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. — Введ. 2009–01–01. — М.: Стандартинформ, 2008. — 23 с.
2. Business Motivation Model (BMM), Version 1.3: OMG Document Number formal/15–05–19. — Needham, MA: Object Management Group, 2015. — URL: <https://www.omg.org/spec/BMM/1.3/PDF> (дата обращения: 23.08.2026).
3. Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.2: OMG Document Number formal/2013–12–09. — Needham, MA: Object Management Group, 2013. — URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF> (дата обращения: 23.08.2026).
4. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0): FIPS PUB 183. — Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 1993. — 116 p. — DOI: 10.6028/NIST.FIPS.183.
5. Jacobson, I. Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach / I. Jacobson, M. Christerson, P. Jonsson, G. Övergaard. — Boston, MA: Addison-Wesley, ACM Press, 1992. — 524 p.
6. Lemon, K. N. Understanding Customer Experience throughout the Customer Journey / K. N. Lemon, P. C. Verhoef // Journal of Marketing. — 2016. — Vol. 80, No. 6. — P. 69–96. — DOI: 10.1509/jm.15.0420.
7. Rother, M. Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda / M. Rother, J. Shook. — Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 1999. — 102 p.
8. Tabim, V. M. Implementing Manufacturing Execution Systems (MES) for Industry 4.0: Overcoming buyer-provider information asymmetries through knowledge sharing dynamics / V. M. Tabim, N. F. Ayala, G. A. Marodin, G. B. Benitez, A. G. Frank // Computers & Industrial Engineering. — 2024. — Vol. 196. — Art. 110483. — DOI: 10.1016/j.cie.2024.110483.

Влияние окна скользящего среднего и порога на обнаружение аномалий во временных рядах: сравнение методов z-score и IQR на синтетических данных

Люнгрин Артемий Сергеевич, студент
Самарский государственный технический университет

В работе сравниваются два простых статистических метода поиска аномалий во временном ряду: правило z-score и правило межквартильного размаха (IQR), применяемые в скользящем окне. На синтетическом ряду с известными положениями аномалий для разных размеров окна и порогов рассчитаны точность, полнота и F1-мера. При подобранных параметрах оба метода дают F1 около 0,82, но стандартный порог IQR (1,5) приводит к множеству ложных срабатываний, а слишком большое окно ухудшает результат обоих методов.

Ключевые слова: обнаружение аномалий, временной ряд, z-score, межквартильный размах, скользящее окно, F1-мера, синтетические данные.

Поиск аномалий во временных рядах нужен при мониторинге серверов, оборудования и технологических процессов. Простейшие методы опираются на статистику самого ряда: точка считается аномальной, если она сильно отличается от типичных значений. Известны правило N сигм и критерий Тьюки на квартилях, на котором построен «ящик с усами» [1, 2]. В реальном ряду среднее и разброс меняются со временем, поэтому статистики считают в скользящем окне [3]. Размер окна и порог на практике часто берут по умолчанию (три сигмы и 1,5 межквартильных размаха) и не проверяют. Цель работы состоит в том, чтобы оценить, как размер окна и порог влияют на качество поиска аномалий двумя методами, когда положение аномалий известно.

Для точки $y(t)$ по предыдущим W отсчётам вычисляются среднее μ и стандартное отклонение σ , сама точка в окно не входит. По правилу z-score точка аномальна, если $|y(t) - \mu| > k\sigma$. По правилу IQR находят первый и третий квартили Q_1 и Q_3 и размах $IQR = Q_3 - Q_1$, аномальным считается значение вне интервала $[Q_1 - m \cdot IQR; Q_3 + m \cdot IQR]$. Для нормального распределения граница при $m = 1,5$ лежит примерно в $2,7\sigma$ от среднего, а при $m = 2,5$ примерно в $4,05\sigma$. Пороги k и m поэтому сопоставимы, но не совпадают.

Синтетический ряд содержит 2000 отсчётов: синусоида с амплитудой 5 и периодом 500 отсчётов (имитирует суточный цикл нагрузки) и гауссов шум с $\sigma = 1$. В отсчёты с

250-го по 2000-й случайно добавлено 30 аномалий величиной от 4 до 8 со случайным знаком. Метки аномалий известны, поэтому рассчитывались точность (доля верных среди найденных), полнота (доля найденных среди всех имеющихся) и F1-мера. Эксперимент выполнен на Python с библиотекой numpy на 50 реализациях ряда с разными начальными значениями генератора (от 0 до 49), результаты усреднены. Перебирались окна 10, 20, 30, 50, 100 и 200 отсчётов, значения k от 2 до 4 и m от 1 до 3.

Зависимость F1 от размера окна показана на рисунке 1а. Для z-score при $k = 3$ значение F1 растёт от 0,61 при $W = 10$ до 0,77 при $W = 50$ и падает до 0,51 при $W = 200$. Для IQR при $m = 1,5$ картина похожая: от 0,32 до 0,53 и затем 0,28. Подробные значения при $k = 3$ и $m = 1,5$ приведены в таблице 1.

Причины видны из устройства методов. В окне из 10 отсчётов оценки σ и квартилей неустойчивы, поэтому растёт число ложных срабатываний: точность z-score равна 0,47. В окне из 200 отсчётов, то есть при 40 % периода синусоиды, среднее запаздывает за трендом, а в окно чаще попадают прежние аномалии. Оценка разброса завышается, и полнота падает до 0,43. Стандартный порог IQR (1,5) близок к $2,7\sigma$, поэтому при $W = 50$ он находит 91 % аномалий, но точность составляет лишь 0,37: больше половины сигналов оказываются ложными.

Лучшие сочетания параметров по F1 найдены при $W = 30$ для обоих методов: z-score с $k = 3,5$ (точность 0,89, пол-

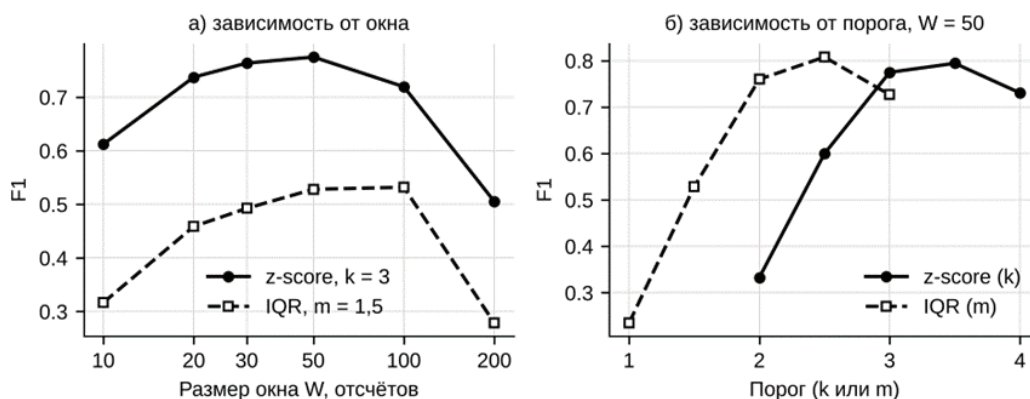


Рис. 1. Зависимость F1 от размера окна (а) и от порога (б)

Таблица 1. Качество обнаружения аномалий при стандартных порогах

Окно W	z-score: точность	z-score: полнота	z-score: F1	IQR: точность	IQR: полнота	IQR: F1
10	0,47	0,87	0,61	0,19	0,97	0,32
30	0,70	0,85	0,76	0,33	0,95	0,49
50	0,75	0,80	0,77	0,37	0,91	0,53
200	0,63	0,43	0,51	0,21	0,42	0,28

нота 0,77) и IQR с $m = 2,5$ (точность 0,83, полнота 0,82). F1 в обоих случаях равна 0,82. Правило z-score даёт чуть более высокую точность, IQR чуть более высокую полноту. Зависимость от порога показана на рисунке 16 для $W = 50$.

Подбор порога меняет картину (рисунок 16). При $W = 50$ для z-score значение F1 растёт от 0,33 при $k = 2$ до 0,79 при $k = 3,5$, а затем снижается до 0,73 при $k = 4$: полнота падает до 0,58, и рост точности (до 0,98) этого не компенсирует. Для IQR максимум 0,81 достигается при $m = 2,5$, а при $m = 1$ точность равна всего 0,13. Стандартные значения $k = 3$ и $m = 1,5$ теряют 0,02 и 0,28 по F1 относительно лучших порогов для этого окна, то есть ошибка в выборе порога обходится дороже, чем неточный выбор окна.

Если для каждого окна брать лучший порог, различия между окнами сокращаются. Максимальная F1 для z-score равна 0,75, 0,80, 0,82, 0,79, 0,72, 0,51 при окнах 10, 20, 30, 50, 100, 200 отсчётов соответственно, а для IQR 0,62, 0,80, 0,82, 0,81, 0,69, 0,34. Окна от 20 до 50 отсчётов дают близкий результат, окно в 200 отсчётов плохо подходит обоим ме-

тодам. IQR заметно уступает z-score при самом малом и самом большом окне: 0,62 против 0,75 при $W = 10$ и 0,34 против 0,51 при $W = 200$. Вероятно, это связано с тем, что квартили по десяти точкам оцениваются грубо, а в длинном окне размах включает изменение самого тренда.

Результаты позволяют сформулировать три практических вывода. Во-первых, при выборе окна нужно ориентироваться на форму ряда: окно должно быть заметно короче периода колебаний, но содержать достаточно точек для оценки разброса, в данном ряду это от 30 до 50 отсчётов. Во-вторых, порог по умолчанию не универсален и его стоит подбирать на размеченном фрагменте данных. В-третьих, при подобранных порогах разница между z-score и IQR невелика. Ограничения эксперимента: один тип ряда, крупные точечные аномалии, независимый шум и отсутствие исключения найденных аномалий из окна. На реальных рядах значения могут отличаться, поэтому полученные числа следует рассматривать как иллюстрацию поведения методов.

Литература:

1. Чепулис М. А., Шевляков Г. Л. Об обнаружении выбросов с помощью неравенства Чебышева // Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. 2020. № 3. С. 28–35.
2. Андреа К., Шевляков Г. Л. Обнаружение выбросов с помощью боксплотов, основанных на новых высокоэффективных робастных оценках масштаба // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2013. № 5 (181). С. 39–45.
3. Сергеев Д. Открытый курс машинного обучения. Тема 9. Анализ временных рядов с помощью Python // Хабр. 2017. 24 апр. URL: <https://habr.com/en/companies/ods/articles/327242/> (дата обращения: 14.10.2026).

Прототип системы учёта заявок технической поддержки на SQLite и Python с анализом времени решения и нарушений SLA

Люнгрин Артемий Сергеевич, студент
Самарский государственный технический университет

Описан прототип системы учёта заявок технической поддержки на SQLite и Python. Спроектирована схема из четырёх таблиц, сформирован тестовый набор из 6000 синтетических заявок и составлены SQL-запросы для расчёта времени решения и доли нарушений соглашения об уровне обслуживания (SLA) по приоритетам, операторам, категориям и часам создания заявок. На тестовых данных доля нарушений составила 28,4 %, а в пиковые часы рабочих дней она достигла 39,4 % против 21,8 % в остальное время.

Ключевые слова: техническая поддержка, SLA, SQLite, Python, база данных, SQL-запрос, время решения заявки.

Служба технической поддержки работает по соглашению об уровне обслуживания (SLA, Service Level Agreement) между исполнителем и заказчиком, в котором заданы измеримые показатели качества [1, 2]. Для заявок обычно

фиксируют время реакции и время решения, то есть интервал от обращения до полного устранения проблемы, причём целевые сроки зависят от приоритета [3]. Чтобы контролировать эти сроки, достаточно хранить в базе время создания и закрытия каждой заявки. Для небольшой команды подходит SQLite: она не требует отдельного сервера, хранит данные в одном файле и подключается из Python стандартным модулем sqlite3 [4]. Цель работы состоит в том, чтобы построить такой прототип и проверить на тестовых данных запросы, которые показывают, где нарушается SLA.

Схема данных состоит из четырёх таблиц (таблица 1). Время хранится в текстовом формате ISO 8601, а срок решения для каждого приоритета записан в таблице priority. Для связей использованы внешние ключи (PRAGMA foreign_keys = ON), на заявку наложено ограничение resolved_at > created_at, на поля priority_id и agent_id созданы индексы.

Таблица 1. Схема базы данных

Таблица	Поля	Назначение
priority	id, name, sla_hours	приоритеты и срок решения по SLA
agent	id, name	операторы поддержки
category	id, name	категории обращений
ticket	id, created_at, resolved_at, priority_id, agent_id, category_id	заявки со временем создания и закрытия

Реальных данных поддержки в открытом доступе для работы не использовалось, поэтому набор заявок сгенерирован. Это основное ограничение работы: закономерности ниже заложены в генератор, и запросы лишь проверяются на том, что они их находят. Создано 6000 заявок за период с 1 апреля по 29 июня 2026 года, 10 операторов, 5 категорий и 4 приоритета со сроками решения 4, 8, 24 и 72 часа. Время решения моделировалось логнормальным распределением с медианами 2,5, 5, 14 и 40 часов по приоритетам. Медиана умножалась на коэффициент категории, коэффициент оператора (от 0,8 до 1,3) и на 1,35 для заявок, созданных в рабочие дни с 9 до 12 часов. Выходные заявки в генераторе встречаются реже, ночью их мало. Начальное значение генератора случайных чисел фиксировано (2026), поэтому набор воспроизводится.

Запросы выполняются из Python модулем sqlite3: после соединения с файлом базы создаётся курсор, данные загружаются методом executemany, результаты читаются методом fetchall. Значения передаются в запрос параметрами (знаки вопроса), а не подстановкой строк, это исключает ошибки экранирования и защищает от SQL-инъекций. Файл базы с 6000 заявок занимает несколько сотен килобайт, а каждый из приведённых запросов выполняется практически мгновенно, поэтому отдельный сервер и дополнительные индексы по времени для такого объёма не нужны.

Основной запрос считает число заявок, среднее время решения и долю нарушений по каждому приоритету. Время в часах получается из разности julianday, нарушением считается превышение sla_hours:

```
SELECT p.name, COUNT(*) AS n,
       ROUND(AVG(h), 1) AS avg_h,
       ROUND(100.0 * SUM(h > p.sla_hours)
             / COUNT(*), 1) AS breach_pct
FROM (SELECT priority_id,
             (julianday(resolved_at)
              - julianday(created_at)) * 24 AS h
      FROM ticket) t
JOIN priority p ON p.id = t.priority_id
GROUP BY p.id ORDER BY p.id;
```

Результат приведён в таблице 2. Общая доля нарушений равна 28,4 % при 6000 заявках. Среднее время решения растёт с понижением приоритета, но доля нарушений по приоритетам различается слабо (от 26,4 до 35,5 %), так как сроки SLA и время решения в генераторе масштабируются вместе. Наибольшая доля нарушений у приоритета «Высокий» (35,5 %). Число критических заявок мало (296), поэтому их оценка менее устойчива.

Таблица 2. Время решения и нарушения SLA по приоритетам

Приоритет	SLA, ч	Заявок	Среднее время решения, ч	Нарушений SLA, %
Критический	4	296	3,5	28,7
Высокий	8	874	7,6	35,5
Средний	24	2997	20,6	27,5
Низкий	72	1833	60,5	26,4

Аналогичные запросы с группировкой по оператору, категории и часу создания выявляют остальные закономерности (рисунок 1). Доля нарушений по операторам колеблется от 16,8 % (Оператор 3) до 39,6 % (Оператор 2). Среди категорий больше всего нарушений в категориях «Оборудование» (40,4 %) и «Сеть» (36,5 %), меньше всего в категории «Учётная запись» (16,1 %). Для рабочих дней с 9 до 12 часов, когда создаётся 38 % заявок, доля нарушений составила 39,4 % против 21,8 % в остальное время.

Нагрузка по операторам распределена почти поровну (от 576 до 639 заявок), а доля нарушений различается более чем вдвое. У операторов с наибольшей долей нарушений среднее время решения достигает срока SLA, у операторов с наименьшей долей составляет около 70 % срока. Такой запрос позволяет найти операторов, которым нужна помощь, но выводы по людям следует делать осторожно: в данных нет сложности отдельных заявок.

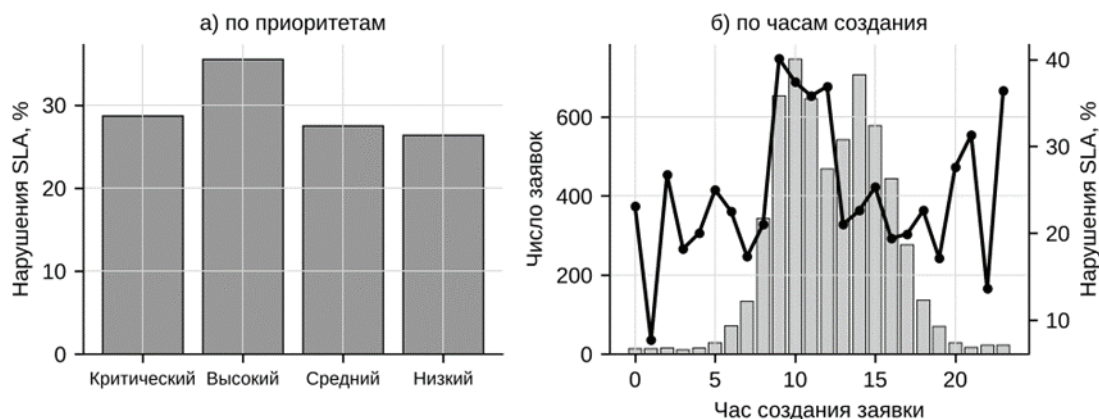


Рис. 1. Нарушения SLA по приоритетам (а) и распределение заявок и нарушений по часам создания (б)

Прототип показывает, что для первичного контроля SLA хватает одного файла базы и нескольких запросов. Результаты анализа можно использовать для планирования смен: пиковая нагрузка с 9 до 12 часов совпадает с ростом нарушений. Ограничения прототипа: срок решения считается по календарному, а не по рабочему времени, нет учёта пауз при ожидании ответа заказчика, а закономерности получены на искусственных данных. Для применения в реальной службе нужны выгрузка из рабочей системы и проверка расчётов на фактических заявках.

Литература:

1. Соглашение об уровне обслуживания (SLA) // Yandex Cloud. Документация. URL: <https://yandex.cloud/ru/docs/glossary/sla> (дата обращения: 14.10.2026).
2. Брагин Д. SLA соглашение об уровне обслуживания как инструмент управления ожиданиями // Cleverence. 2026. 20 марта. URL: <https://www.cleverence.ru/articles/it-i-razrabotka/-sla-soglasenie-ob-urovne-obslyzhivaniya-kak-instrument-upravleniya-ozhidaniyami/> (дата обращения: 14.10.2026).
3. Что такое SLA? Разбираемся с соглашением об уровне обслуживания // Atlassian. URL: <https://www.atlassian.com/ru/itsm/service-request-management/slas> (дата обращения: 14.10.2026).
4. AndreiMalevanyi. Работа с SQLite в Python (для чайников) // Хабр. 2023. 14 авг. URL: <https://habr.com/ru/articles/754400/> (дата обращения: 14.10.2026).

Исследование чувствительности алгоритма выявления отклонений: влияние порога и времени удержания на ложные срабатывания и задержку обнаружения

Люнгрин Артемий Сергеевич, студент
Самарский государственный технический университет

Рассмотрен алгоритм раннего выявления дефекта по разности между фактическим и расчётным значениями параметра с двумя настройками: порогом δ и временем удержания $T_{уст}$. На синтетическом ряду температуры масла трансформатора с медленно растущим дефектом для 25 сочетаний параметров определены число ложных тревог и задержка

обнаружения. Показано, что при пороге около одного стандартного отклонения остаточной погрешности и удержании 4 часа дефект обнаруживается в среднем через 19,5 ч при 0,01 ложной тревоги за 10 суток, тогда как простая уставка 75 °C срабатывает через 96 ч.

Ключевые слова: цифровой мониторинг, подстанция, температура масла, обнаружение отклонений, порог срабатывания, ложные срабатывания, имитационный эксперимент.

Традиционный контроль оборудования подстанции сравнивает параметр с абсолютной уставкой и срабатывает, когда параметр уже достиг предельного значения. Цифровой мониторинг сравнивает фактическое значение с расчётным для текущего режима, то есть для заданных нагрузки и температуры воздуха [1]. Предупреждение формируется, если разность превышает порог чувствительности δ и удерживается выше него в течение заданного интервала $T_{уст}$. Порог связан с погрешностью измерения, а удержание отсеивает кратковременные выбросы [1]. Выбор этих двух параметров в [1] не исследуется. Известно, что граница решающего правила в диагностике трансформаторов может зависеть от режима нагрузки [2], а пороги в статистических правилах удобно выражать в долях стандартного отклонения [3]. Цель работы состоит в том, чтобы на модельных данных показать, как δ и $T_{уст}$ влияют на число ложных срабатываний и на задержку обнаружения дефекта.

Ряд температуры масла сформирован для 30 суток с шагом 10 минут (144 отсчёта в сутки). Температура воздуха меняется по суточной синусоиде от 9 до 21 °C с медленным случайным дрейфом, коэффициент нагрузки K колеблется около 0,65 с суточной амплитудой 0,25. Температура масла задана выражением $T = T_{возд} + 10 + 35K^2 + \epsilon$, где ϵ описывает шум измерений и инерцию как авторегрессию первого порядка с коэффициентом 0,8. Начиная с 20-х суток к ряду добавляется дефект, температура растёт на 0,02 °C за отсчёт (около 2,9 °C в сутки). Расчётное значение получено линейной регрессией по $T_{возд}$ и K^2 на первых 10 сутках, где дефекта нет. Стандартное отклонение остатка на обучающем участке равно в среднем 0,99 °C.

Тревога фиксируется, когда отклонение не менее δ держится $T_{уст}$ отсчётов подряд. Ложные тревоги считались на сутках с 10-х по 20-е (дефекта нет) как число эпизодов тревоги, задержка обнаружения равна времени от начала дефекта до первой тревоги. Перебирались δ от 1 до 5 °C и $T_{уст}$ от 1 до 24 отсчётов (от 10 минут до 4 часов). Для каждого сочетания выполнено 200 независимых запусков

с разными начальными значениями генератора, результаты усреднены. Код написан на Python с numpy.

Результаты приведены в таблице 1 и на рисунке 1. Чем ниже порог и короче удержание, тем раньше срабатывает алгоритм, но тем больше ложных тревог. При $\delta = 1$ °C и $T_{уст} = 1$ отсчёт тревога приходит через 1,9 ч, однако за 10 суток без дефекта их в среднем 88. При $\delta = 5$ °C ложных тревог практически нет при любом удержании, но задержка составляет от 28 до 52 ч. Рост удержания подавляет ложные тревоги быстрее, чем растёт задержка: при $\delta = 2$ °C переход от 1 к 12 отсчётам снижает число ложных тревог с 19,7 до 0,01, а задержку увеличивает с 5,5 до 20,6 ч.

Если считать допустимым не более 0,1 ложной тревоги за 10 суток, то по задержке выигрывает сочетание $\delta = 1$ °C, $T_{уст} = 24$ отсчёта (19,5 ч). Близкий результат даёт $\delta = 2$ °C при $T_{уст} = 12$ (20,6 ч) и $\delta = 4$ °C при $T_{уст} = 1$ (20,5 ч). Порог в 1 °C примерно равен стандартному отклонению остатка, то есть при длительном удержании допустим порог порядка 1σ . Для сравнения простая уставка 75 °C в тех же запусках достигалась через 96 ч (около 4 суток) после начала дефекта. Алгоритм с расчётным значением выявляет дефект примерно в пять раз раньше.

Задержку можно приблизительно оценить заранее. При скорости роста дефекта 0,02 °C за отсчёт отклонение без шума достигает порога δ за $\delta/0,02$ отсчётов, то есть за 8,3 ч на каждый градус порога. Полученные задержки при коротком удержании меньше этой оценки (12,5 ч при $\delta = 3$ °C против 25 ч), так как шум помогает отклонению раньше пересечь порог. С увеличением удержания задержка растёт, потому что отклонение должно оставаться выше порога весь интервал: при $\delta = 3$ °C переход от $T_{уст} = 1$ к 24 отсчётам увеличивает её с 12,5 до 35,2 ч. По ожидаемой скорости развития дефекта можно, таким образом, задать верхнюю границу допустимого порога.

Во всех 200 запусках дефект был обнаружен в оставшиеся 10 суток при любом из 25 сочетаний параметров, то есть доля пропусков равна нулю. Это объясняется заметной скоростью роста отклонения (2,9 °C в сутки). Для более медленных дефектов доля пропусков и задержки

Таблица 1. Ложные тревоги за 10 суток / задержка обнаружения, ч

δ , °C \ $T_{уст}$, отсчётов (мин)	1 (10)	3 (30)	6 (60)	12 (120)	24 (240)
1	88,4 / 1,9	30,1 / 4,2	9,4 / 7,3	1,3 / 12,3	0,01 / 19,5
2	19,7 / 5,5	3,7 / 10,1	0,6 / 15,2	0,01 / 20,6	0,00 / 27,6
3	1,6 / 12,5	0,1 / 18,2	0,01 / 22,6	0,00 / 28,6	0,00 / 35,2
4	0,03 / 20,5	0,00 / 25,3	0,00 / 30,3	0,00 / 37,1	0,00 / 43,7
5	0,00 / 28,1	0,00 / 33,4	0,00 / 38,3	0,00 / 44,8	0,00 / 52,2

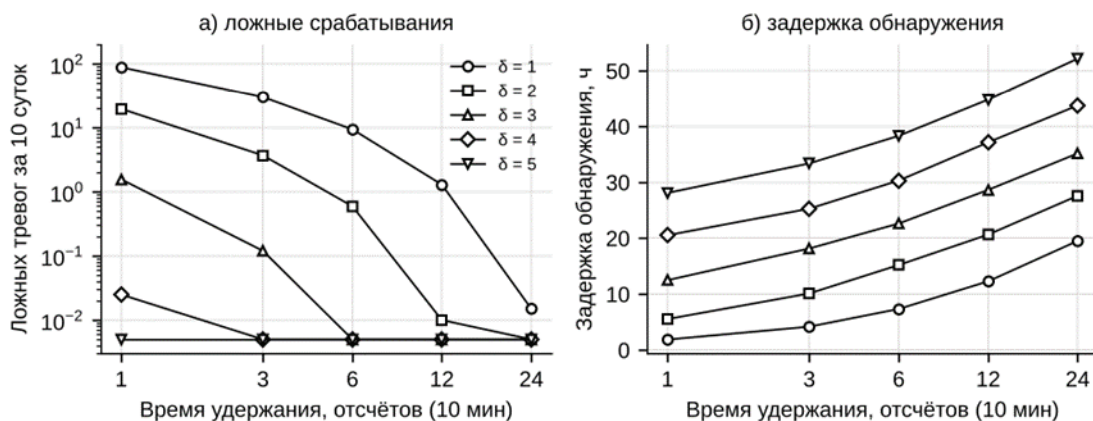


Рис. 1. Ложные тревоги (а, нулевые значения показаны на уровне 0,005) и задержка обнаружения (б) при разных δ и Туст

будут другими, поэтому эксперимент нужно повторять при изменении модели дефекта.

Ограничения работы определяются синтетическими данными: вид зависимости температуры от нагрузки, шум и скорость роста дефекта выбраны автором, а на реальной подстанции остаток может иметь другую автокорреляцию

и систематическую ошибку модели. Поэтому полученные значения нельзя переносить на оборудование напрямую. Практический вывод состоит в методике: порог целесообразно привязывать к стандартному отклонению остатка на участке без дефектов, а время удержания подбирать по допустимому числу ложных тревог на архиве данных.

Литература:

1. Захаров Р. С. Цифровой мониторинг понизительной подстанции 110/35/10 кВ как средство раннего выявления дефектов оборудования // Молодой ученый. 2026. № 39 (642). С. 20–23.
2. Левин В. М., Петушков П. А., Швец М. А. Дистанционный мониторинг и управление состоянием трансформаторов в распределительных электрических сетях // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2023. Т. 25, № 2. С. 97–109. DOI: 10.30724/1998–9903–2023–25–2–97–109.
3. Чепулис М. А., Шевляков Г. Л. Об обнаружении выбросов с помощью неравенства Чебышева // Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. 2020. № 3. С. 28–35.

Моделирование очереди обслуживания клиентов методом имитационного моделирования на Python: влияние числа каналов на среднее время ожидания

Люнгрин Артемий Сергеевич, студент
Самарский государственный технический университет

Построена дискретно-событийная имитационная модель многоканальной системы массового обслуживания с пуассоновским потоком заявок на Python. Для интенсивности потока 0,9 заявки в минуту и среднего времени обслуживания 4 минуты исследовано влияние числа каналов (операторов) от 4 до 8 на время ожидания. Результаты имитации согласуются с формулой Эрланга С с относительным расхождением не более 2,4 %. Показано, что увеличение числа операторов с 4 до 5 снижает среднее ожидание с 7,7 до 1,2 мин, а закон распределения времени обслуживания заметно влияет на результат.

Ключевые слова: имитационное моделирование, система массового обслуживания, формула Эрланга, время ожидания, число каналов, Python.

Очереди клиентов в отделении банка, колл-центре или службе поддержки описываются системами массового обслуживания (СМО). Для простейших СМО с пуассоновским потоком и экспоненциальным временем обслуживания существуют аналитические формулы, но при других законах распределения они дают значительные ошибки [1]. Поэтому для проверки расчётов и анализа более сложных случаев применяют имитационное моделирование, при котором

работа системы воспроизводится по событиям, а результаты сравнивают с аналитическими решениями типовых СМО [2, 3]. Цель работы состоит в том, чтобы реализовать такую модель на Python, проверить её по формуле Эрланга и оценить, как число каналов влияет на время ожидания.

Рассматривается система $M/M/c$: заявки поступают с интенсивностью $\lambda = 0,9$ в минуту, обслуживаются c одинаковыми операторами со средним временем 4 минуты ($\mu = 0,25$ в минуту), очередь неограниченная и обслуживается в порядке поступления. Нагрузка $\rho = \lambda/(c\mu)$ должна быть меньше единицы, при $c = 4$ она равна 0,90. Среднее время ожидания по формуле Эрланга C вычисляется как $W_q = P_{\text{ож}}/(c\mu - \lambda)$, где вероятность ожидания $P_{\text{ож}} = B/(S + B)$, $B = a^c/(c!(1 - \rho))$, S равна сумме $a^k/k!$ по k от 0 до $c - 1$, а $a = \lambda/\mu = 3,6$.

Модель написана на Python без специальных библиотек: моменты поступления заявок задаются накопленной суммой экспоненциальных интервалов, а для выбора освободившегося канала используется очередь с приоритетом (модуль `heapq`). Для каждой заявки время начала обслуживания равно большему из момента прихода и момента освобождения ближайшего канала. В одном прогоне обработано 100 000 заявок, первые 5000 отброшены как период разогрева. Для каждого значения c выполнено 20 прогонов с разными начальными значениями генератора, результаты усреднены, приведён 95-процентный доверительный интервал.

Таблица 1. Сравнение имитации с формулой Эрланга С ($\lambda = 0,9 \text{ мин}^{-1}$, $\mu = 0,25 \text{ мин}^{-1}$)

Операторов c	Загрузка ρ	W_q теор., мин	W_q имит., мин	$P(\text{ожид.} > 0)$ теор. / имит.	Ожидание > 5 мин, %
4	0,90	7,88	$7,73 \pm 0,26$	0,79 / 0,78	47,3
5	0,72	1,17	$1,18 \pm 0,03$	0,41 / 0,41	7,2
6	0,60	0,33	$0,33 \pm 0,003$	0,20 / 0,20	0,9
7	0,51	0,10	$0,10 \pm 0,002$	0,09 / 0,09	0,1
8	0,45	0,031	$0,031 \pm 0,001$	0,03 / 0,03	0,01

Результаты приведены в таблице 1. Имитация воспроизводит аналитические значения: для $c = 5$ среднее ожидание равно 1,18 мин против 1,17 мин по формуле, вероятность ожидания 0,41 против 0,41, а загрузка операторов в имитации 0,72 против 0,72. Для $c = 4$ расхождение среднего ожидания составило 1,9 %, при большей нагрузке оценка менее устойчива, и доверительный интервал здесь самый широкий ($\pm 0,26$ мин).

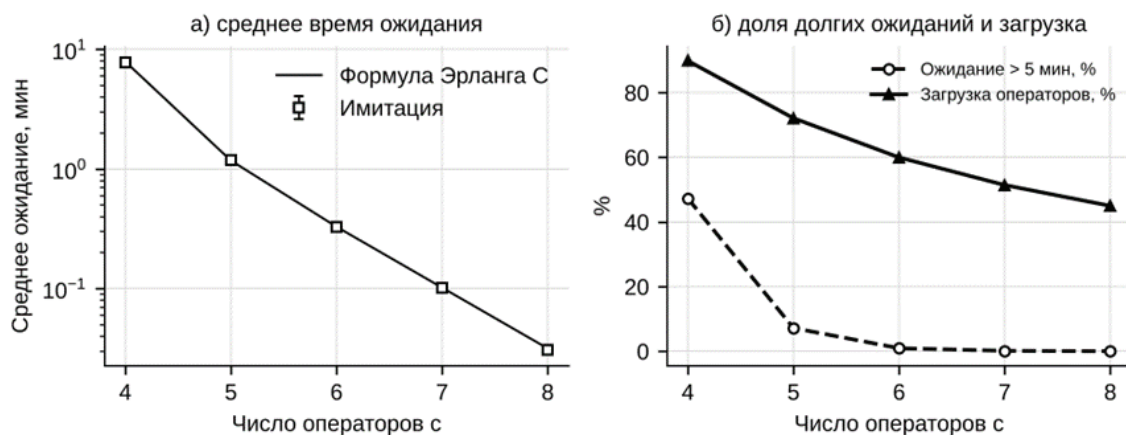


Рис. 1. Среднее время ожидания (а), доля ожиданий дольше 5 минут и загрузка операторов (б)

Влияние числа каналов нелинейно (рисунок 1). Добавление пятого оператора снижает среднее ожидание с 7,7 до 1,2 мин, то есть в 6,6 раза, а доля клиентов, ждущих дольше 5 минут, падает с 47 до 7 %. Шестой оператор уменьшает ожидание ещё в 3,6 раза, до 0,33 мин, причём загрузка падает до 60 %. Дальнейшие добавления дают всё меньший выигрыш в минутах, но заметно снижают загрузку. Выбор числа операторов поэтому определяется допустимой долей долгих ожиданий и стоимостью простоя, а не только средним временем.

Результаты удобно использовать для выбора числа операторов по заданному требованию. Для рассматриваемого потока значение $a = 3,6$, поэтому условие $\rho < 1$ выполняется только при $c \geq 4$. Если требование сформулировано как «не более 5 % клиентов ждут дольше 5 минут», то при $c = 5$ оно не выполняется (7,2 %), а при $c = 6$ выполняется (0,9 %), при этом загрузка операторов остаётся 60 %. Если же важнее загрузка, то пять операторов дают 72 % при среднем ожидании чуть более минуты.

Дополнительно проверено, как закон обслуживания влияет на результат при $c = 5$ и том же среднем времени 4 минуты. При постоянном времени обслуживания среднее ожидание составило 0,62 мин, при экспоненциальном 1,17 мин, а при логнормальном с коэффициентом вариации 1,5 уже 1,65 мин. Разброс времени обслуживания увеличивает очередь при той же загрузке, поэтому при коэффициенте вариации больше единицы формула Эрланга занижает ожидание, что согласуется с выводом работы [1] о погрешности экспоненциальных приближений.

Ограничения модели: поток заявок принят пуассоновским и постоянным в течение времени, операторы одинаковы, клиенты не уходят из очереди и нет приоритетов. В реальных системах интенсивность меняется в течение дня, поэтому модель следует рассматривать для отдельных периодов. Полученные закономерности подтверждают, что имитационное моделирование на Python даёт корректные результаты для простой СМО и позволяет менять её условия без новых формул.

Литература:

1. Рыжиков Ю. И., Уланов А. В. Опыт расчета сложных систем массового обслуживания // Информационно-управляющие системы. 2009. № 2. С. 56–62.
2. Моисеев А. Н., Синяков М. В. Разработка объектно-ориентированной модели системы имитационного моделирования процессов массового обслуживания // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 1 (10). С. 90–93.
3. Журавлев А. М., Медведев Н. В., Быков А. Ю. Использование межплатформенной библиотеки функций языка Си++ для реализации имитационных моделей типовых систем массового обслуживания // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2008. № 4. С. 3–14.

Исследование эффективности простых методов прогнозирования временных рядов (скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия) на синтетических данных с трендом и сезонностью

Людгрин Артемий Сергеевич, студент
Самарский государственный технический университет

На синтетическом ряду посещаемости сайта с линейным трендом, недельной сезонностью и шумом сравниваются четыре простых метода прогноза на 28 суток: скользящее среднее, простое экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия по времени и регрессия с добавлением недельных индикаторов. Для трёх уровней шума рассчитаны средние абсолютные и среднеквадратические ошибки по 300 реализациям. Показано, что при малом шуме регрессия с сезонностью в 3,1 раза точнее линейной регрессии, а при большом шуме выигрыш сокращается до 8 %.

Ключевые слова: прогнозирование, временной ряд, скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия, тренд, сезонность.

Прогноз временных рядов с трендом и сезонностью нужен для планирования нагрузки, спроса и посещаемости. Для задач с небольшим объёмом данных используют простые методы: скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание и его расширения (двойное и тройное сглаживание Хольта и Уинтерса), регрессионные модели [1]. Сравнение классических методов (SARIMA, Хольта и Уинтерса, ETS) и методов машинного обучения на реальном сезонном ряду показывает, что выбор определяется компромиссом между точностью и скоростью расчёта [2]. Цель работы состоит в том, чтобы на ряду с известным устройством выяснить, какой из простых методов точнее и как это зависит от уровня шума.

Синтетический ряд моделирует посещаемость сайта по дням: $y(t) = 1000 + 2t + s(t \bmod 7) + \epsilon$. Недельная компонента s принимает значения от -80 до $+100$ посетителей в сутки с нулевым средним (есть дни с пониженной и повышенной посещаемостью), ϵ нормальный шум с $\sigma = 25, 75$ или 150 . Ряд состоит из 300 суток обучающей выборки и 28 суток тестовой. Для оценки использованы 300 реализаций на каждый уровень шума с разными начальными значениями генератора.

Сравнивались четыре метода. Скользящее среднее по последним 7 суткам даёт постоянный прогноз, равный среднему за неделю. Простое экспоненциальное сглаживание строит уровень $l(t) = \alpha y(t) + (1 - \alpha)l(t - 1)$ и тоже прогнозирует константу, α выбирается перебором от

0,05 до 0,95 с шагом 0,05 по минимуму суммы квадратов ошибок на обучающей части (в среднем получилось 0,39). Линейная регрессия по номеру суток описывает тренд, но не сезонность. Четвёртый метод добавляет к регрессии

шесть индикаторов дней недели. Качество оценивалось средней абсолютной ошибкой (MAE) и среднеквадратической ошибкой (RMSE) на тестовых 28 сутках. Расчёт выполнен на Python с numpy.

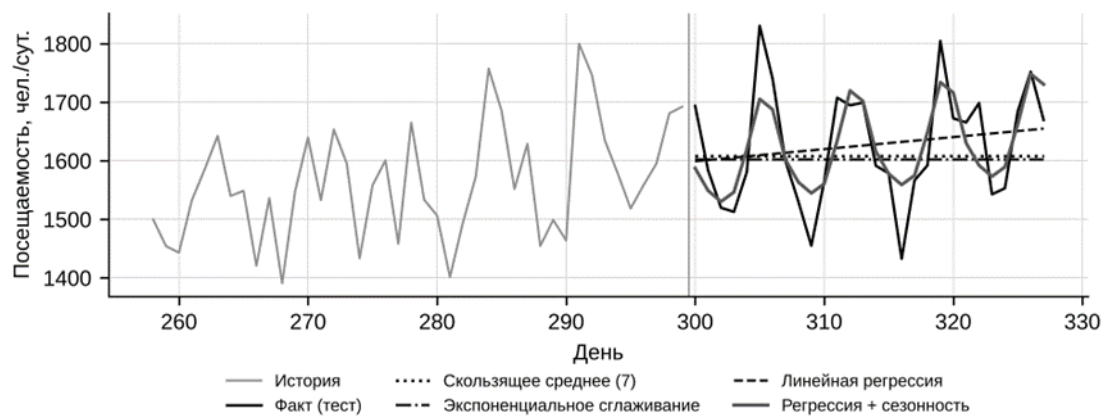


Рис. 1. Прогнозы на 28 суток при $\sigma = 75$ (пример одной реализации)

Таблица 1. Ошибки прогноза на 28 суток, посетителей в сутки (среднее по 300 реализациям)

Метод	$\sigma = 25$: MAE	RMSE	$\sigma = 75$: MAE	RMSE	$\sigma = 150$: MAE	RMSE
Скользящее среднее (7)	66,7	84,2	90,8	112,1	142,9	176,5
Экспоненциальное сглаживание	85,7	99,2	88,5	109,4	138,5	171,4
Линейная регрессия	62,3	71,4	82,1	100,0	131,8	163,1
Регрессия + сезонность	20,1	25,0	60,4	75,0	120,8	150,1

Результаты приведены в таблице 1. Скользящее среднее и экспоненциальное сглаживание строят горизонтальный прогноз и не учитывают тренд: за 28 суток ряд растёт примерно на 56 посетителей, поэтому прогноз систематически занижен. Кроме того, ошибки этих методов включают недельные колебания. При $\sigma = 25$ MAE равна 66,7 для скользящего среднего и 85,7 для сглаживания, причём сглаживание хуже, вероятно потому, что подобранный по обучающей части коэффициент α делает оценку уровня чувствительной к последним значениям, на которые влияет недельная сезонность. Линейная регрессия снижает ошибку до 62,3, так как учитывает тренд, а регрессия с индикаторами дней недели до 20,1.

С ростом шума различия сокращаются. При $\sigma = 75$ MAE методов составляет 90,8, 88,5, 82,1 и 60,4, а при $\sigma = 150$ 142,9, 138,5, 131,8 и 120,8. Отношение ошибки регрессии с сезонностью к ошибке простой регрессии растёт с 0,32 при $\sigma = 25$ до 0,74 при $\sigma = 75$ и 0,92 при $\sigma = 150$. Объясняется это тем, что для нормального шума абсолютная ошибка даже идеального прогноза равна примерно $0,8\sigma$ (то есть 19,9, 59,8 и 119,7). Лучший метод приближается к этой границе, а у остальных основная часть ошибки приходится на неучтённые тренд и сезонность, значимые только при малом шуме.

Отдельно проверено влияние горизонта прогноза при $\sigma = 75$. Для горизонтов 7, 14 и 28 суток MAE скользящего

среднего равна 87,0, 87,7 и 90,8, регрессии с сезонностью 60,1, 59,9 и 60,4. Ошибка методов с постоянным прогнозом с горизонтом растёт, но слабо: тренд 2 посетителя в сутки мал по сравнению с недельной амплитудой и шумом. Для рядов с более крутым трендом разница будет заметнее.

Для регрессии с сезонностью отношение RMSE к MAE при всех уровнях шума близко к 1,24, что почти совпадает с теоретическим значением $\sqrt{(\pi/2)} \approx 1,25$ для нормально распределённой ошибки. Это означает, что остаток этой модели по форме близок к нормальному шуму и неучтённой структуры в ряду не осталось. У сглаживания и простой регрессии при $\sigma = 25$ отношение ниже (около 1,15), так как их ошибка складывается из почти постоянного смещения, а не из случайного шума. Сравнение RMSE и MAE поэтому можно использовать как грубую проверку того, остался ли в остатках неучтённый эффект.

Выводы можно свести к следующему. Метод нужно выбирать по структуре ряда: если известны тренд и сезонность, регрессия с соответствующими признаками даёт наименьшую ошибку на всех уровнях шума. Скользящее среднее и простое сглаживание подходят только для рядов без тренда и сезонности или для очень короткого горизонта. Нужно учитывать, что ошибка постоянного прогноза растёт с горизонтом из-за тренда, хотя при заданной скорости роста слабо. Ограничения работы: ряд синтетический, структура ряда в методах задана верно,

а на реальных данных тренд и сезонность меняются со временем. Поэтому для практических задач результаты следует проверять на фактических данных, например, ме-

тодом скользящей кроссвалидации [1], и рассматривать также адаптивные модели сглаживания с трендом и сезонностью.

Литература:

1. Сергеев Д. Открытый курс машинного обучения. Тема 9. Анализ временных рядов с помощью Python // Хабр. 2017. 24 апр. URL: <https://habr.com/en/companies/ods/articles/327242/> (дата обращения: 14.10.2026).
2. Альчаков В. В., Крамарь В. А. Оценка методов машинного обучения для прогнозирования сезонных временных рядов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2023. № 2. С. 250–263.

Точность словарного извлечения навыков из текстов вакансий: типичные ошибки и способ их снижения

Сотниченко Захар Эдуардович, аспирант
Ставропольский государственный аграрный университет

На 2 752 вакансиях сайтов SuperJob и «Работа России» сравниваются четыре способа поиска 15 навыков по словарю: поиск подстроки, поиск по границам слов, тот же поиск с уточненным словарем и нечеткое сопоставление по сим-вольным n-граммам. Эталон — 1 028 пар «вакансия — навык». Поиск подстроки ошибается в 29 % срабатываний и за-вышает долю вакансий с некоторыми навыками в 2–3 раза. Проверка границ слов и уточнение многозначных ключевых слов повышают точность на этом корпусе с 0,71 до 0,90 почти без потери относительной полноты.

Ключевые слова: вакансии, рынок труда, навыки, извлечение информации, словарный метод, точность, полнота.

Введение

Тексты онлайн-вакансий — оперативный источник данных о спросе на навыки [1; 2]; в российских исследованиях на-выки из них часто выделяют по ключевым словам [3], анализу вакансий посвящены и работы [4; 5]. Словарный подход не требует размеченных данных, в отличие от нейросетевых моделей [6; 7], но качество самого сопоставления словаря с текстом проверяют редко, хотя при выделении навыков из требований вакансий базовый вариант на правилах за-метно уступил дообученной модели ruBERT (F1 = 0,31 против 0,83) [7].

Ключевое слово может оказаться частью другого слова («java» в «javascript», «налог» в «аналогичный»), иметь обще-употребительное значение («ответственность» у менеджера не означает бухучета) или относиться к описанию компании, а не к должности; к этому добавляется разнообразие формулировок навыков [8]. Цель работы — оценить эти ошибки и про-верить, насколько их снижают простые изменения поиска без обучения моделей.

Данные и методы

Вакансии SuperJob и «Работы России» получены через программные интерфейсы сайтов в ранее разработанной си-стеме анализа вакансий [9]. После удаления точных повторов и записей не длиннее 20 символов из 3 560 объявлений осталось 2 752 (1 831 и 921 соответственно), 79 % опубликованы в декабре 2025 — январе 2026 г. Текст вакансии — на-звание и описание без HTML-разметки в нижнем регистре. Словарь той же системы содержит 15 навыков и 59 клю-чевых слов (псевдонимов): десять ИТ-навыков (Python, JavaScript, Java, SQL, Data Science, 1C, DevOps, PHP, C++, Go) и пять общих (Excel, управление проектами, продажи, маркетинг, бухгалтерия).

Навык отмечается, если найден хотя бы один его псевдоним. **А** — поиск подстроки, как в исходной системе. **В** — поиск по границам слов с тем же словарем: до псевдонима и после латинского псевдонима не должно стоять буквы или цифры; у кириллических основ («продаж», «бухгалтер») правая граница не проверяется из-за словоизменения. **С** — метод В с уточненным словарем (табл. 1), составленным по частотам ключевых слов в этом же корпусе до разметки эта-лона. **Д** — нечеткое сопоставление с исходным словарем: слово текста (для многословных псевдонимов — окно слов) представляется вектором частот символьных n-грамм длины 3–5, навык отмечается при косинусном сходстве с псевдо-нимом не ниже 0,8 [10]; лемматизация не выполнялась.

Таблица 1. Изменения словаря в методе С

Навык	Изменение псевдонимов в методе С
Java	удален «kotlin» (отдельный язык); остались «java», «spring»
1С	удален «битрикс»; «1С-Битрикс» не засчитывается
SQL	«базы данных» → «СУБД», «реляционн... баз... данных», «администрирован... баз... данных»
Data Science	«нейросет» → «машинн... обучени...», «нейронн... сет...»
Excel	«таблиц» → «электронн... таблиц», «Google-таблиц», «сводн... таблиц»
Продажи	удален «crm» (инструмент, а не компетенция)
Маркетинг	«контент» → «контент-маркетинг», «контент-план», «контент-стратег...»
Бухгалтерия	«налог» → «налогов... учет / отчетн... / деклар...»; «отчетность» → «бухгалтерск... / налогов... / финансов... отчетн...»; удален дублирующий «1с:бухгалтер»

Примечание: многоточие обозначает любое окончание слова; словари остальных семи навыков не менялись.

Единица оценки — пара «вакансия — навык»; она положительна, если вакансия требует навык или называет его среди обязанностей должности, а упоминания в описании компании и условий труда («зарплата до вычета налогов») не засчитываются. Эталон построен пулингом: кандидаты — 1 903 пары в 1 116 вакансиях, найденные хотя бы одним методом, разбитые на страты по навыку и набору нашедших методов. Все 648 пар, по которым методы расходятся, размечены полностью, а из 1 255 пар, найденных всеми методами, — все пары десяти редких навыков и по 40 случайных пар пяти частых, всего 1 028 пар.

Точность Р, полнота R и F1 оцениваются с весами страт, 95-процентные интервалы — бутстрепом внутри страт (2000 повторов). Полнота считается относительно пула (только по упоминаниям, найденным хотя бы одним методом) и поэтому завышена, особенно у метода А, давшего почти весь пул; пропуски вне пула оценены по 100 случайным вакансиям, в которых размечены все упоминания 15 навыков.

Результаты

Поиск подстроки находит почти все упоминания из пула ($R = 0,995$), но более четверти его срабатываний ошибочны ($P = 0,714$). Проверка границ слов повышает точность до 0,759, а основной прирост дает уточнение словаря: метод С достигает $P = 0,901$ и $F1 = 0,941$, теряя менее 1 п. п. относительной полноты (табл. 2). Нечеткое сопоставление уступает методу С: без лемматизации оно не связывает основу с формами слова (сходство «продаж» и «продажам» — 0,68) и не распознает даже опечатку «pyton» (0,30 с «python»); все найденные им пары нашел и метод В, а работает оно в 32 раза медленнее.

Таблица 2. Качество методов по 1 028 размеченным парам

Метод	Найдено пар	Точность Р	Относительная полнота R	F1	Время, с
А: подстрока	1 896	0,714 [0,693; 0,732]	0,995	0,831 [0,817; 0,844]	0,4
В: границы слов	1 777	0,759 [0,737; 0,778]	0,991	0,860 [0,845; 0,872]	3,1
С: границы и уточненный словарь	1 490	0,901 [0,875; 0,923]	0,986 [0,981; 0,990]	0,941 [0,927; 0,954]	3,4
Д: n-граммы 3–5	1 482	0,809 [0,786; 0,830]	0,881 [0,872; 0,891]	0,843 [0,829; 0,857]	98,9

Примечание: в скобках — 95-процентный доверительный интервал (для полноты А и В он уже 0,002 и не учитывает пропуски вне пула). Полнота и F1 вычислены относительно пула. Время — обработка всего корпуса на одном ядре процессора, медиана трех запусков.

Ложные срабатывания поиска подстроки (около 540 из 1 896) разделены на три типа по тому, какое изменение их устраняет (табл. 3); больше всего их дает слово «отчетность».

Таблица 3. Типы ложных срабатываний поиска подстроки

Тип ошибки (чем устраняется)	Доля	Примеры (оценка числа ложных отметок)
Внутри другого слова (границы слов)	21 %	«налог» в «аналогичный» (≈ 74); «ml» в «xml», «html» (≈ 20); «java» в «javascript» (≈ 12)
Общее или многозначное слово (уточнение словаря)	52 %	«отчетность» вне бухучета (≈ 164); «налог» в условиях оплаты (≈ 60); «базы данных» как реестр записей (≈ 27); «таблиц», «контент», CRM, «нейросет», «Битрикс» (≈ 27 в сумме)
Верное слово вне требований (не устраняется)	27 %	«продаж» в описании компании или чужого отдела (≈ 59); «реклам» в профиле работодателя (≈ 31); «бухгалтер» как смежный отдел (≈ 24)

Примечание: доли и числа — стратифицированные оценки; если в ложной отметке встретились два ключевых слова, она делится между ними поровну.

Ошибки поиска подстроки завышают частоты навыков (рис. 1), сильнее всего у трех: «Бухгалтерия» по методу А отмечена в 21,4 % вакансий против 9,6 % по эталону, Data Science — в 1,2 % против 0,4 %, Java — в 0,8 % против 0,3 % (у Java и Data Science это всего 8 и 11 положительных пар). У остальных навыков завышение не превышает 1,6 раза. Метод С почти устраняет завышение, кроме продаж и маркетинга, где из-за контекстных ошибок остается 2,2 и 1,5 п. п.

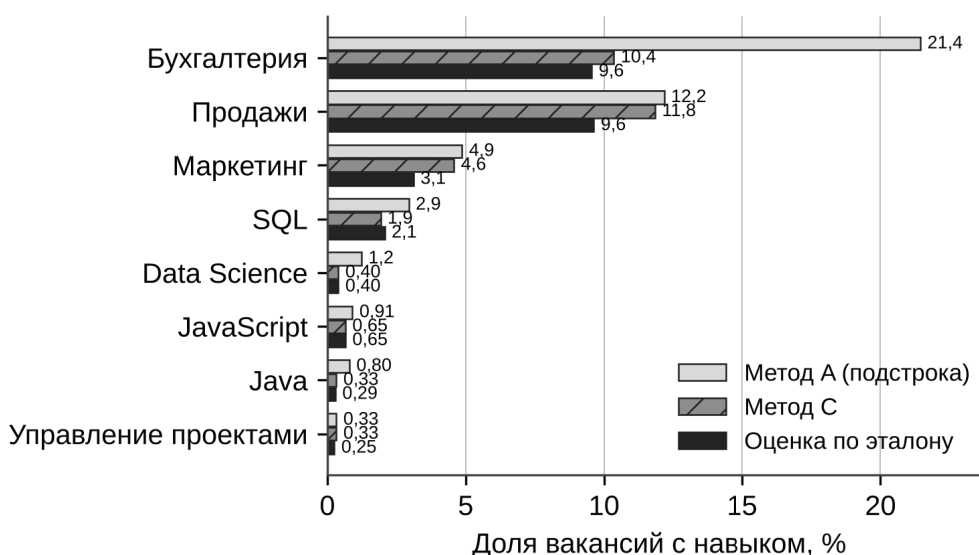


Рис. 1. Доля вакансий с навыком по методам А и С и по эталону (навыки, для которых метод А завышает долю более чем в 1,25 раза)

В 100 случайных вакансиях отмечено 61 упоминание навыков, из них 54 (89 %, 95-процентный интервал 78–94 %) входят в пул. Однозначных пропусков три («1 С» с пробелом и продажи без ключевых слов: «холодные звонки»), остальные пограничные. Поэтому абсолютная полнота метода С ниже относительной: 0,87–0,93 по точечной оценке и от 0,77 с учетом выборочной погрешности.

Обсуждение и ограничения

Проверка границ слов и ревизия словаря устраняют около трех четвертей ложных срабатываний без обучения моделей. Оставшиеся ошибки контекстные: для них нужно делить вакансию на блоки («о компании», «обязанности», «требования», «условия») или классифицировать контекст упоминания. Нечеткому сопоставлению для русского языка, по-видимому, нужны лемматизация и подбор порога; это не проверялось. Ограничения: корпус невелик и не включает hh.ru; оценки для редких ИТ-навыков получены по единицам и десяткам пар; эталон проверен одним человеком — автором; словарь С и инструкция для разметки составлены одним автором на том же корпусе, поэтому прирост точности — оптимистичная оценка, которую нужно подтвердить на новых данных.

Заключение

Поиск подстроки на 2 752 русскоязычных вакансиях дал точность 0,71 и завысил доли вакансий с навыками «Бухгалтерия», Java и Data Science в 2–3 раза; около 21 % ошибок — совпадения внутри других слов, около 52 % — слишком общие **ключевые слова**. Проверка границ слов с уточнением словаря повысила точность до 0,90 при почти неизменной относительной полноте, поэтому перед анализом частот навыков словарь стоит проверять на многозначность, а результаты поиска — выборочно сверять с разметкой.

Литература:

1. Khaouja I., Kassou I., Ghogho M. A Survey on Skill Identification From Online Job Ads // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 118134–118153. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3106120.
2. Deep Learning-based Computational Job Market Analysis: A Survey on Skill Extraction and Classification from Job Postings / E. Senger, M. Zhang, R. van der Goot, B. Plank // Proceedings of the First Workshop on Natural Language Processing for Human Resources (NLP4HR 2024). St. Julian's, Malta: ACL, 2024. P. 1–15. DOI: 10.18653/v1/2024.nlp4hr-1.1.
3. Волгин А., Гимпельсон В. Е. Спрос на навыки: анализ на основе онлайн данных о вакансиях // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2022. Т. 26, № 3. С. 343–374. DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-3-343-374.
4. Морозова Ю. А. Интеллектуальный анализ данных о вакансиях для выявления актуальных потребностей рынка труда // Информатика и образование. 2022. Т. 37, № 5. С. 26–37. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-5-26-37.
5. Хохлова О. А., Хохлова А. Н., Чойжалсанова А. Ц. Разработка алгоритма анализа вакансий на рынке труда по данным из открытых источников // Вопросы статистики. 2022. Т. 29, № 4. С. 33–41. DOI: 10.34023/2313-6383-2022-29-4-33-41.
6. SkillSpan: Hard and Soft Skill Extraction from English Job Postings / M. Zhang, K. Jensen, S. Sonniks, B. Plank // Proceedings of the 2022 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies. Seattle: ACL, 2022. P. 4962–4984. DOI: 10.18653/v1/2022.naacl-main.366.
7. Николаев И. Е. Метод извлечения знаний и навыков/компетенций из текстов требований вакансий // Онтология проектирования. 2023. Т. 13, № 2 (48). С. 282–293. DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-2-282-293.
8. Николаев И. Е., Мельников А. В. Сравнение нейросетевых моделей на архитектуре трансформеров в контексте задачи оценки компактности векторных представлений семантически близких текстов требований европейской классификации навыков ESCO // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 3. С. 19–29. DOI: 10.14529/ctcr220302.
9. Сотниченко З. Э. Разработка системы анализа текстов вакансий онлайн-бирж труда на основе алгоритмов машинного обучения // XV Конгресс молодых ученых Университета ИТМО (Санкт-Петербург, 6–10 апреля 2026 г.). URL: <https://kmu.itmo.ru/file/download/application/59063> (дата обращения: 13.10.2026).
10. Kondrak G. N-Gram Similarity and Distance // String Processing and Information Retrieval: 12th International Conference, SPIRE 2005. Berlin: Springer, 2005. P. 115–126. DOI: 10.1007/11575832_13.

Оценка классификаторов текстов вакансий, обученных на разметке по ключевым словам

Сотниченко Захар Эдуардович, аспирант
Ставропольский государственный аграрный университет

Метки профессиональных категорий вакансий часто получают правилами по ключевым словам. На 2 752 вакансиях сайтов SuperJob и «Работа России» пять классификаторов на признаках TF-IDF, обученных на таких метках (14 категорий), оцениваются по тем же меткам в кросс-валидации и по эталонной разметке 300 случайных вакансий. Метки-правила лучше всего воспроизводят градиентный бустинг и линейный SVM (ассигасу 0,82 и 0,81), а по эталону лучшие — логистическая регрессия и случайный лес (0,77 и 0,75); бустинг значимо уступает логистической регрессии и чаще других моделей повторяет ошибки правил. Сами правила совпадают с эталоном в 69 % случаев. Классификатор, обученный на эвристических метках, нужно проверять по независимой разметке.

Ключевые слова: классификация текстов, вакансии, TF-IDF, метод опорных векторов, градиентный бустинг, слабая разметка, шумные метки.

Введение

Для отнесения вакансий к профессиональным категориям, как и для классификации текстов вообще, применяются линейные модели на признаках TF-IDF, прежде всего метод опорных векторов [1; 2], а также случайный лес [3] и градиентный бустинг [4]; на русскоязычных текстах их сравнивали, например, при классификации научных работ [5]. При наличии разметки, сделанной людьми (например, кодов профессий от сотрудников служб занятости), модели обучают и проверяют на ней [6].

В прикладных системах такой разметки часто нет, и категории присваиваются правилами по ключевым словам — это слабая разметка с шумом [7; 8]. Если модель и обучается, и проверяется на таких метках, метрика показывает, насколько точно модель воспроизводит правила, а не насколько верно определяет профессию; даже несколько процентов ошибок в тестовых метках способны изменить ранжирование моделей [9]. Такая схема использовалась и в ранее разработанной автором системе анализа вакансий [10], где качество оценивалось только по меткам-правилам. Цель работы — проверить, насколько эта оценка расходится с оценкой по независимой разметке.

Данные, разметка и модели

Объявления SuperJob и «Работы России» собраны через программные интерфейсы сайтов; после удаления точных повторов и записей не длиннее 20 символов осталось 2 752 вакансии (1 831 и 921 соответственно, 79 % — декабрь 2025 — январь 2026 г.). Классифицируется название с описанием без HTML-разметки.

Метки-правила. Для 13 категорий заданы списки из 5–20 ключевых слов; категории проверяются в фиксированном порядке, и вакансия получает первую, хотя бы одно ключевое слово которой входит в текст как подстрока, иначе — «Другое». Распределение сильно неравномерно: «Медицина» — 756 вакансий (27 %), «Финансы/Бухгалтерия» — 392, а «Строительство» и «Дизайн» — 7 и 4.

Эталонная разметка. 300 случайным вакансиям присвоена одна из тех же 14 категорий по основной трудовой функции, а не по отрасли работодателя (бухгалтер клиники — «Финансы/Бухгалтерия», а не «Медицина»).

Модели. Признаки — TF-IDF по словам и биграммам (до 30 000 признаков, документная частота от 2 до 95 %, сублинейное масштабирование), векторизатор обучается только на обучающей части разбиения; реализация — scikit-learn [11]. Сравниваются мультиномиальный наивный Байес ($\alpha = 0,1$), логистическая регрессия и линейный SVM ($C = 1$), случайный лес (100 деревьев глубиной до 20) — все три со взвешиванием классов — и градиентный бустинг HistGradientBoosting по схеме LightGBM [4] (100 итераций, шаг 0,1, до 31 листа, 2 000 признаков, отобранных по χ^2). Гиперпараметры не подбирались, кроме одного: без L2-регуляризации обучение бустинга в одном из разбиений разошлось (ассигасу 0,16), и затем во всех разбиениях использована регуляризация 1,0.

Оценка по меткам-правилам — стратифицированная 5-блочная кросс-валидация, повторенная три раза (15 разбиений); разброс по разбиениям занижает неопределенность [12], и малые различия не следует считать значимыми. По эталону каждую из 300 вакансий классифицирует модель разбиения, где вакансия была тестовой (с усреднением по трем повторам). 95-процентные интервалы, в том числе для парных разностей, получены бутстрепом по вакансиям (2000 повторов) без поправки на множественные сравнения.

Результаты

Лучше всего метки-правила воспроизводят градиентный бустинг (ассигасу 0,818, макро-F1 0,615) и линейный SVM (0,808 и 0,610) с разницей меньше разброса по разбиениям (табл. 1); без регуляризации и без сбойного разбиения бустинг давал 0,806. SVM обучается за 0,9 с, бустинг — за 71 с. Макро-F1 ниже ассигасу, потому что в редких категориях от 4 до 18 примеров.

Таблица 1. Качество по меткам-правилам (15 разбиений кросс-валидации)

Модель	Ассигасу	Макро-F1	Обучение, с	Предсказание, мс
Наивный Байес	0,758 ± 0,013	0,480 ± 0,029	0,6	0,14
Логистическая регрессия	0,777 ± 0,014	0,585 ± 0,019	5,4	0,18
Линейный SVM	0,808 ± 0,018	0,610 ± 0,023	0,9	0,14
Случайный лес	0,756 ± 0,016	0,573 ± 0,026	1,0	0,20
Градиентный бустинг	0,818 ± 0,018	0,615 ± 0,032	70,9	0,30

Примечание: среднее ± стандартное отклонение по 15 разбиениям; время — медиана по разбиениям (обучение на ≈2 200 вакансиях, предсказание — в расчете на одну вакансию).

Случайный лес и бустинг используют два ядра процессора, остальные модели — одно.

Сами правила совпали с эталоном лишь в 69,3 % вакансий (табл. 2): побеждает категория, стоящая в списке раньше, где бы ни встретилось ее ключевое слово. «Медицина» проверяется второй, и слова из условий работы («медицинская страховка», «ДМС со стоматологией») относят к ней инженеров, экономистов, водителей (точность категории — 0,70), а инженеры-сметчики попадают в «Производство/Инженерию» по слову «инженер» (полнота «Строительства» — 0).

Таблица 2. Сравнение с эталонной разметкой 300 случайных вакансий

Классификатор	Совпадение с метками-правилами	Ассурасу по эталону	Макро-F1 по эталону	Разность с правилами, п. п.
Правила (без обучения)	-	0,693 [0,640; 0,747]	0,498	-
Наивный Байес	0,734	0,704 [0,652; 0,754]	0,392	+1,1 [-3,2; 5,7]
Логистическая регрессия	0,759	0,774 [0,729; 0,820]	0,498	+8,1 [4,1; 12,8]
Линейный SVM	0,777	0,749 [0,701; 0,796]	0,466	+5,6 [1,7; 9,8]
Случайный лес	0,742	0,753 [0,708; 0,798]	0,511	+6,0 [1,7; 10,4]
Градиентный бустинг	0,817	0,717 [0,668; 0,764]	0,456	+2,3 [-1,6; 6,3]

Примечание: в скобках — 95-процентный доверительный интервал (бутстреп по вакансиям).

Предсказания получены вне обучающей выборки и усреднены по трем повторам.

Логистическая регрессия, линейный SVM и случайный лес совпадают с эталоном чаще правил — на 5,6–8,1 п. п. (интервалы разности не включают нуль): классификатор учитывает все слова текста, и единичные случайные совпадения слабее влияют на решение, что ожидаемо при обучении на слабой разметке [7; 8]. Бустинг и наивный Байес значимо от правил не отличаются.

Главное расхождение оценок — в порядке моделей (рис. 1). Бустинг лучше всех совпадает с метками-правилами, в том числе на тех же 300 вакансиях (0,817), но по эталону уступает логистической регрессии на 5,8 п. п. [2,0; 9,6]; отставание от линейного SVM и случайного леса (3–4 п. п.) на границе значимости. На 92 вакансиях, где правила ошиблись, бустинг повторяет их ошибочную категорию в 58 % случаев, остальные модели — в 36–43 %. Возможная причина — отбор признаков по χ^2 относительно меток-правил, который оставляет прежде всего **ключевые слова** самих правил; эта гипотеза не проверялась. Логистическая регрессия совпадает с эталоном чаще линейного SVM на 2,6 п. п. [0,4; 4,7], а от случайного леса значимо не отличается (2,1 п. п. [-0,6; 4,9]).

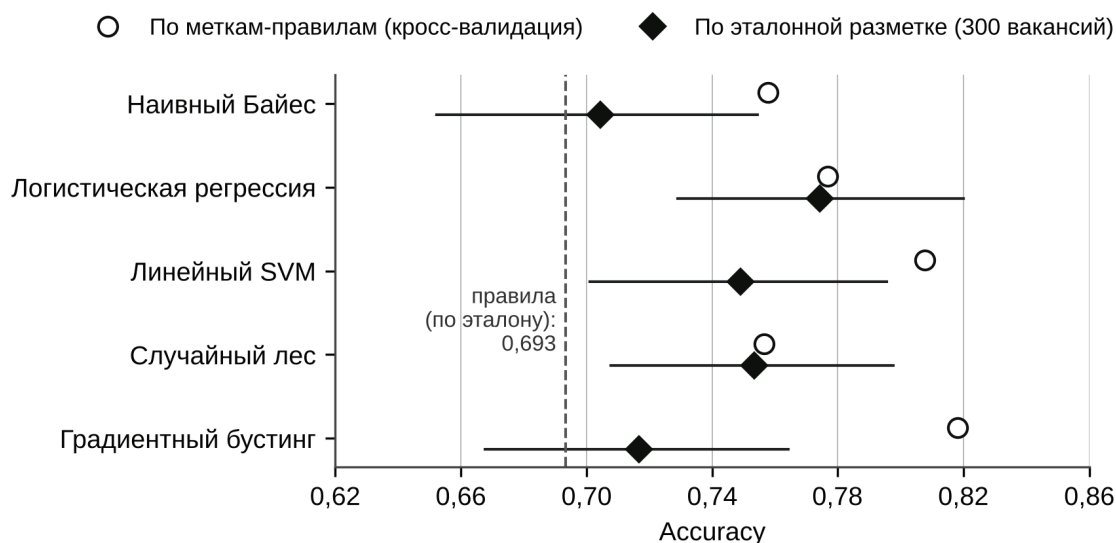


Рис. 1. Ассурасу классификаторов по меткам-правилам (среднее по кросс-валидации) и по эталонной разметке (с 95-процентным интервалом)

Обсуждение и ограничения

Логистическая регрессия, линейный SVM и случайный лес обучаются за секунды и даже на шумных метках превосходят сами правила. Но выбирать модель по метрикам на метках-правилах ненадежно: такая оценка вознаграждает копирование правил вместе с ошибками. Нужна независимая размеченная выборка; уже 300 вакансий дают интервал около ± 5 п. п. Улучшать стоит и правила: искать **ключевые слова** по границам слов, отдавать приоритет названию должности, не учитывать описание работодателя и условий работы или брать метки из профессиональных ролей, указанных работодателем. Ограничения: корпус невелик и не включает hh.ru; в редких категориях единицы примеров; эталон проверен одним человеком — автором; у 139 вакансий описание совпадает с другой вакансией, что может немного завышать оценку кросс-валидацией; бустинг обучался на сокращенном наборе признаков, и его результат нельзя напрямую переносить на LightGBM с полным разреженным представлением.

Заключение

На 2 752 русскоязычных вакансиях градиентный бустинг и линейный SVM лучше других моделей воспроизвели метки-правила (ассурагу 0,82 и 0,81), но по эталонной разметке бустинг значительно уступил логистической регрессии и чаще других повторял ошибки правил. Правила совпали с эталоном в 69 % случаев, лучшие модели — в 75–77 %. Классификатор, обученный на эвристической разметке, следует оценивать по независимой выборке, а метрики по меткам-правилам приводить с оговоркой о происхождении меток.

Литература:

1. Sebastiani F. Machine learning in automated text categorization // ACM Computing Surveys. 2002. Vol. 34, No. 1. P. 1–47. DOI: 10.1145/505282.505283.
2. Joachims T. Text categorization with Support Vector Machines: Learning with many relevant features // Machine Learning: ECML-98: 10th European Conference on Machine Learning. Berlin; Heidelberg: Springer, 1998. P. 137–142. (Lecture Notes in Computer Science; vol. 1398). DOI: 10.1007/BFb0026683.
3. Breiman L. Random Forests // Machine Learning. 2001. Vol. 45, No. 1. P. 5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324.
4. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree / G. Ke, Q. Meng, T. Finley [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017). 2017. P. 3146–3154.
5. Иномов Б. Б., Тропманн-Фрик М. Классификация научных текстов по специальностям методами машинного обучения // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2022. Т. 20, № 2. С. 27–36. DOI: 10.25205/1818–7900–2022–20–2–27–36.
6. Multilingual Hierarchical Classification of Job Advertisements for Job Vacancy Statistics / M. Beręsewicz, M. Wydmuch, H. Cherniaev, R. Pater // Journal of Official Statistics. 2026. Vol. 42, No. 1. P. 23–61. DOI: 10.1177/0282423X251395400.
7. Snorkel: Rapid Training Data Creation with Weak Supervision / A. Ratner, S. H. Bach, H. Ehrenberg [et al.] // Proceedings of the VLDB Endowment. 2017. Vol. 11, No. 3. P. 269–282. DOI: 10.14778/3157794.3157797.
8. Frénay B., Verleysen M. Classification in the Presence of Label Noise: A Survey // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 2014. Vol. 25, No. 5. P. 845–869. DOI: 10.1109/TNNLS.2013.2292894.
9. Northcutt C. G., Athalye A., Mueller J. Pervasive Label Errors in Test Sets Destabilize Machine Learning Benchmarks // Proceedings of the Neural Information Processing Systems Track on Datasets and Benchmarks. 2021. Vol. 1. URL: <https://datasets-benchmarks-proceedings.neurips.cc/paper/2021/hash/f2217062e9a397a1dca429e7d70bc6ca-Abstract-round1.html> (дата обращения: 13.10.2026).
10. Сотниченко З. Э. Разработка системы анализа текстов вакансий онлайн-бирж труда на основе алгоритмов машинного обучения // XV Конгресс молодых ученых Университета ИТМО (Санкт-Петербург, 6–10 апреля 2026 г.). URL: <https://kmu.itmo.ru/file/download/application/59063> (дата обращения: 13.10.2026).
11. Scikit-learn: Machine Learning in Python / F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort [et al.] // Journal of Machine Learning Research. 2011. Vol. 12. P. 2825–2830.
12. Nadeau C., Bengio Y. Inference for the Generalization Error // Machine Learning. 2003. Vol. 52, No. 3. P. 239–281. DOI: 10.1023/A:1024068626366.

Специализированный классификатор технологических рисков при интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами

Ткачев Павел Алексеевич, студент
Тольяттинский государственный университет (Самарская область)

Актуальность работы обусловлена необходимостью системного управления рисками при интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами (ERP, MES) в условиях цифровой трансформации и импортозамещения. Существующие подходы либо ориентированы на однородные системы одного вендора, либо рассматривают кибербезопасность в целом, не предлагая специализированного инструментария для технологических рисков интеграции на ранних стадиях проекта.

Проблема исследования состоит в отсутствии унифицированной методики и классификатора технологических рисков, адаптированных к условиям сосуществования зарубежных (legacy) и отечественных программно-аппаратных комплексов, а также требованиям защиты критической информационной инфраструктуры (КИИ).

В качестве пути решения предложены: специализированный классификатор технологических рисков; унифицированная модель процесса управления рисками «как будет» (BPMN); технология преобразования теоретической модели в программный инструмент.

Результаты апробации: доля выявленных на ранних стадиях скрытых угроз несовместимости — в среднем 82 % (цель ≥ 80 %); сокращение сроков пусконаладочных работ — 24 % (цель 15–20 %); среднее снижение RPN по FMEA — около 72 %. Гипотеза подтверждена.

Выводы: предложенный подход повышает управляемость технологических рисков интеграции ОТ/ИТ, снижает вероятность критических сбоев и может быть тиражирован на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: SCADA, корпоративные информационные системы, управление рисками, классификатор рисков, FMEA, интеграция ОТ/ИТ, критическая информационная инфраструктура, BPMN, импортозамещение.

Введение

Цифровая трансформация промышленных предприятий и политика импортозамещения приводят к одновременной эксплуатации зарубежных (legacy) и отечественных программно-аппаратных комплексов. Гетерогенность среды порождает специфические риски: несовместимость протоколов, потерю целостности и семантическую несовместимость данных, уязвимости КИИ, а также «информационный разрыв» между технологическим и корпоративным контурами управления.

Существующие методики интеграции SCADA и КИС (ERP, MES) в недостаточной степени учитывают управление рисками в гетерогенных средах. Практическая значимость работы — формирование теоретической и инструментальной базы для разработки специализированного классификатора технологических рисков и унифицированной модели интеграции SCADA и КИС, учитывающей требования защиты КИИ. Результаты ориентированы на применение на крупных промышленных предприятиях (в условиях, характерных для АО «АвтоВАЗ»).

Цель — разработать и апробировать подход к управлению рисками интеграции, включая технологию преобразования модели в программное решение, и оценить его практическую применимость.

Задачи: 1) формализовать процесс управления рисками «как есть» и «как будет»; 2) разработать структуру специализированного классификатора; 3) определить тех-

нологию преобразования модели в программный инструмент; 4) провести апробацию гипотезы; 5) сформулировать практические рекомендации.

Основная часть

1. Проблема и гипотеза исследования

Объект исследования — процессы интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами (ERP, MES) на промышленном предприятии. Предмет — методы и инструменты управления рисками, возникающими при такой интеграции в условиях импортозамещения.

Гипотеза: эффективность проекта внедрения SCADA-системы может быть существенно повышена, если дополнить стандартную систему управления рисками специализированным классификатором технологических рисков, учитывающим специфику гетерогенных сред и требования защиты КИИ. Это позволит на ранних стадиях выявить до 80 % скрытых угроз несовместимости и сократить сроки пусконаладочных работ на 15–20 %.

2. Модель процесса «как будет» и классификатор рисков

На основе анализа процесса «как есть» (IDEF0, карта потока создания ценности) выявлены ключевые недостатки: высокая доля ручного труда при идентификации

и оценке рисков, отсутствие специализированного классификатора, периодический мониторинг, поздние обнаружения несовместимости протоколов и семантических разрывов.

Целевой процесс «как будет» включает: инициирование проекта; автоматизированную идентификацию рисков на основе классификатора; количественную оценку по FMEA; приоритизацию; разработку мер; интеграцию SCADA с учётом выявленных рисков; мониторинг в реальном времени; цикл корректировки; формирование отчётности.

Специализированный классификатор структурирует угрозы по группам: несовместимость протоколов и интерфейсов; семантическая несовместимость и потеря целостности данных; риски защиты КИИ и нарушения «воздушного зазора»; операционные риски (задержки синхронизации, отказ шлюзов); риски, связанные с legacy-системами и импортозамещением. Классификатор поддерживает расчёт RPN.

3. Технология преобразования теоретической модели в программное решение

Теоретическая модель преобразована в спецификацию программного инструмента. Определены варианты использования (UC-1...UC-7): инициирование анализа, автоматическая идентификация, оценка FMEA, приоритизация, формирование плана мер, мониторинг в реальном времени, формирование отчёта; а также план внедрения на 1 год с KPI (доля выявленных угроз $\geq 80\%$, сокращение сроков пусконаладки 15–20 %, автоматизация оценки $\geq 70\%$).

4. Результаты экспериментальной апробации

Апробация проведена методом сравнительного квази-эксперимента «до — после» на пилотном сценарии автомобилестроительного предприятия.

Доля выявленных скрытых угроз выросла с 30–50 % до 75–88 % (среднее $\approx 82\%$), что превышает целевой показатель ($\geq 80\%$). Длительность внедрения сократилась со 100

до 76 дней (-24%). По ключевым рискам RPN снизился в 3–4 раза; среднее снижение — около 72 %. Наиболее критичные риски перешли в зону приемлемости ($RPN < 100$). Гипотеза подтверждена по всем основным количественным критериям.

5. Практические рекомендации

1. Внедрять специализированный классификатор технологических рисков на этапе инициации проектов интеграции SCADA с КИС.
2. Автоматизировать идентификацию и оценку (FMEA) с последующим мониторингом в реальном времени.
3. Обеспечить согласование требований корпоративного контура ИБ и технологического контура АСУ ТП при проектировании интерфейсов (с учётом ГОСТ Р МЭК 62443).

Заключение

Формализован процесс управления рисками интеграции гетерогенных SCADA-систем с КИС, разработаны структура специализированного классификатора и целевая модель процесса «как будет», определена технология преобразования модели в программный инструмент, проведена экспериментальная апробация гипотезы.

Основные результаты: выявление на ранних стадиях в среднем 82 % скрытых угроз несовместимости; сокращение сроков пусконаладочных работ на 24 %; среднее снижение $RPN \approx 72\%$.

Практическая значимость: повышение управляемости технологических рисков интеграции ОТ/ИТ, снижение вероятности критических сбоев и простоев, сокращение сроков и стоимости проектов цифровизации, более системный учёт требований защиты КИИ.

Направления дальнейшего исследования: программная реализация классификатора; расширение экспериментальной базы; интеграция с MES/ERP и системами мониторинга событий безопасности; оценка экономического эффекта на горизонте 2–3 лет.

Литература:

1. ГОСТ Р МЭК 62443. Сети промышленной автоматизации и системы управления. Безопасность. — М.: Стандартинформ.
2. ISA-95. Enterprise-Control System Integration. — International Society of Automation.
3. OPC Unified Architecture Specification. — OPC Foundation.
4. Никитин А. В. Иерархия управления производством и роль MES // Автоматизация в промышленности. — 2005.
5. Milewska E. The integration of ERP, MES and SCADA systems // Management and Production Engineering Review. — 2020.
6. Попов Р. С., Щеляев Г. С. Web-технологии и тенденции развития SCADA-систем // Вестник магистратуры. — 2021. — № 3–1 (114).
7. Суляев И. И. и др. Проблемы совместимости отечественных ПЛК и SCADA-систем // Современные технологии автоматизации. — 2026.
8. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Совершенствование системы управления рисками при интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами

Ткачев Павел Алексеевич, студент
Тольяттинский государственный университет (Самарская область)

В статье автор исследует проблемы управления рисками при интеграции гетерогенных SCADA-систем с корпоративными информационными системами (КИС) в условиях перехода к Индустрии 4.0 и политики импортозамещения. Проведён анализ 30 источников, выявлены пять ключевых проблем предметной области, сформулированы четыре варианта решений и определены точки улучшения существующего процесса. Предлагается специализированный классификатор технологических рисков и унифицированная модель интеграции на базе OPC UA и Edge Computing.

Ключевые слова: SCADA, КИС, ERP, MES, управление рисками, гетерогенные среды, импортозамещение, OPC UA, Edge Computing, FMEA, КИИ.

Введение

Современные промышленные предприятия функционируют в условиях цифровой трансформации, связанной с внедрением технологий Индустрии 4.0 (IIoT, облачные вычисления, Edge Computing, цифровые двойники). Процесс интеграции сопряжён с проблемами гетерогенности технологий, семантической несовместимости данных и рисками информационной безопасности.

Новизна работы заключается в комплексном подходе к управлению рисками при интеграции гетерогенных SCADA-систем с КИС, объединяющем методы риск-менеджмента, стандарты интеграции и технологии Edge Computing [8].

Цель исследования — разработка специализированного классификатора технологических рисков и унифицированной модели интеграции SCADA с КИС, устойчивой к выявленным факторам риска.

Задачи: провести анализ литературы; оценить применимость методов; сделать вывод о степени решённости проблемы; сформировать проблемы предметной области; разработать варианты решений; определить точки улучшения.

Основная часть

1. Анализ источников и литературы

Анализ источников показал, что проблема интеграции SCADA с КИС находится в центре внимания исследователей последние два десятилетия.

Технологические методы. OPC UA (IEC 62541) признан стандартом де-факто для семантической интеграции [9]; MQTT и UNS — перспективные альтернативы [10].

Методы анализа рисков. FMEA и F(I)MEA успешно применяются [4; 8]; деревья отказов позволяют выявить критические элементы; полумарковские модели — оценить киберустойчивость [3].

Практические кейсы. Накоплен опыт интеграции SCADA с ERP/MES (Норникель [7]) и перехода на российскую SCADA.

2. Проблемы предметной области

1. Отсутствие единой методологии управления рисками. Существующие методы фрагментированы и не охватывают все стадии процесса [4].

2. Совместимость отечественных и зарубежных комплексов. Проблемы совместимости ПЛК и SCADA, дефицит мощных отечественных OPC-серверов [7].

3. Семантическая несовместимость данных. 53 % объектов имеют частичную поддержку в STIX, 19 % — не поддерживаются [7].

4. Информационная перегрузка оператора. Адаптивный HMI снижает когнитивную нагрузку (NASA-TLX с 64,1 до 41,3) [6].

5. Задержки при передаче данных между OPC-серверами и SCADA [28].

3. Оценка степени применимости методов

Наиболее применимые: FMEA и F(I)MEA (критически высокая степень — ядро исследования) [1; 8]; OPC UA (техническая основа) [6]; ГОСТ Р ИСО 31000–2019 (методологическая база) [10].

Средняя применимость: HAZOP (требует адаптации), метод Монте-Карло (сложность интерпретации), UNS на базе MQTT (недостаточная зрелость) [4].

4. Результаты исследования

Варианты решений отразим в таблице ниже.

Вариант	Плюсы	Минусы	Риски
1. Перенос «один в один»	Минимальные сроки, нет переобучения	Перенос техдолга, нет улучшений	Сохранение уязвимостей
2. Аудит + модернизация	Устранение техдолга, улучшение архитектуры	Увеличение сроков и затрат	Превышение бюджета
3. Унифицированная модель	Семантическая интеграция, снижение задержек	Высокая сложность, доп. ресурсы	Несовместимость с legacy
4. Комбинированный подход	Комплексное решение всех проблем	Максимальная сложность и затраты	Критические сбои при ошибках

Рекомендация: вариант 4 (комбинированный подход), объединяющий технический аудит, унифицированную модель и классификатор рисков [8].

Точки улучшения: 1) классификатор технологических рисков (критический приоритет) [8]; 2) унифицированная модель на базе OPC UA и Edge Computing (высокий) [1]; 3) защита КИИ по ГОСТ Р МЭК 62443 (высокий) [5]; 4) технический аудит перед миграцией (средний).

5. Практические рекомендации

1. Для промышленных предприятий: перед миграцией на отечественную SCADA проводить полный технический аудит с целью выявления технического долга и проблем архитектуры.
2. Для разработчиков SCADA: обеспечивать поддержку OPC UA для семантической интеграции с ERP/MES и возможность масштабирования лицензий [6].
3. Для интеграторов: использовать комбинированный подход (аудит + модернизация + классификатор рисков) [8].

Заключение

Проблема управления рисками при интеграции гетерогенных SCADA-систем с КИС является частично решённой [4; 6].

Что решено: технологические методы интеграции (OPC UA, MQTT, UNS) достигли высокой зрелости [2]; методы анализа рисков (FMEA, деревья отказов, полумарковские модели) разработаны и адаптированы; накоплен практический опыт интеграции SCADA с ERP/MES [7].

Что не решено: отсутствует комплексная методология управления рисками в гетерогенных средах [4; 8]; семантическая несовместимость данных остаётся нерешённой [3; 5].

Практическая значимость: разрабатываемый классификатор и унифицированная модель позволят сократить сроки пусконаладочных работ на 15–20 %, выявить до 80 % скрытых угроз на ранних стадиях, повысить надёжность интеграции и обеспечить защиту КИИ по ГОСТ Р МЭК 62443 [5].

Направления дальнейших исследований: разработка прототипа классификатора и его валидация на реальном объекте; архитектура унифицированной модели интеграции на базе OPC UA и Edge Computing [6; 8].

Литература:

1. Cherdantseva Y. et al. A review of cyber security risk assessment methods for SCADA systems // Computers & Security. — 2016. — Vol. 56. — P. 1–27.
2. Gu L., Wang F. Integration and optimisation analysis of PLC and SCADA-HMI-IPC systems // Int. J. of Electrical Power and Energy Systems. — 2026. — Vol. 175. — 111597.
3. Krief R. et al. An evidence-driven analysis of threat information sharing challenges for ICS // Computers & Security. — 2026. — Vol. 154. — 104979.
4. Полетыкин А. Г. и др. Метод «КАЛЬКИБЕР» для автоматизации оценки риска от кибератак // Проблемы управления. — 2026. — № 2. — С. 58–72.

5. Алексеев Д. Ю. Переход на российскую SCADA: переносить проект или пересматривать архитектуру? // ИСУП. — 2026. — № 4 (124).
6. Гальченко О. В., Подтопелный В. В. Особенности модели аудита ИБ систем SCADA // Вестник БФУ им. И. Канта. — 2021. — № 4. — С. 5–12.
7. Суляев И. И. и др. Проблемы совместимости отечественных ПЛК и SCADA-систем // Современные технологии автоматизации. — 2026.
8. IEEE. Securing Critical Infrastructure: Modern SCADA Risk Management Strategies // IEEE Access. — 2025.
9. Попов Р. С., Щеляев Г. С. Web-технологии и тенденции развития SCADA-систем // Вестник магистратуры. — 2021. — № 3–1 (114).
10. ГОСТ Р МЭК 62443. Сети промышленной автоматизации и системы управления. Безопасность. — М.: Стандартинформ.

Распознавание маркировки алкогольной продукции в реальном времени на встраиваемых устройствах с использованием глубокого обучения

Шурупов Сергей Михайлович, студент магистратуры
Московский технологический институт

В статье рассматривается задача автоматизированного контроля акцизных марок и федеральных специальных марок на складе дистрибьютора алкогольной продукции. Проанализированы современные нейросетевые детекторы объектов и методы их оптимизации для встраиваемых устройств. Предложен двухэтапный подход, сочетающий легковесный детектор с декодером двумерных кодов, и приведено сравнение аппаратных платформ для его реализации.

Ключевые слова: глубокое обучение, компьютерное зрение, встраиваемые системы, распознавание объектов, YOLO, квантование, ЕГАИС, складская логистика.

Организации оптовой торговли алкогольной продукцией обязаны вести помарочный учет в Единой государственной автоматизированной информационной системе (ЕГАИС) в соответствии с Федеральным законом № 171-ФЗ [1]. На каждой единице продукции размещается акцизная или федеральная специальная марка с двумерным кодом DataMatrix или PDF417, который фиксируется при приемке и отгрузке. На складах крупных дистрибьюторов через участки приемки и отгрузки проходят десятки тысяч единиц продукции в смену, поэтому способ считывания марок напрямую влияет на производительность склада и количество ошибок учета.

Сегодня применяются два основных способа. Ручное сканирование терминалами сбора данных гибко, но трудоемко и зависит от внимательности персонала. Стационарные промышленные системы машинного зрения обеспечивают производительность до 12 000 бутылок в час [9], однако являются дорогостоящими закрытыми решениями, требующими специально оборудованного конвейера. Промежуточным вариантом может стать недорогое встраиваемое устройство с камерой и нейросетевым ускорителем, выполняющее распознавание непосредственно на месте, без передачи видеопотока на сервер.

Развитие методов глубокого обучения [2] привело к появлению нескольких классов детекторов объектов. Двухстадийные детекторы, например, Faster R-CNN [3], обладают высокой точностью, но недостаточной скоростью

для встраиваемых устройств. Одностадийные детекторы, в том числе семейство YOLO [4], выполняют локализацию и классификацию за один проход сети и обеспечивают обработку видеопотока в реальном времени. Трансформерные детекторы реального времени (RT-DETR) показывают высокую точность, но предъявляют повышенные требования к вычислительным ресурсам. Для встраиваемых применений наиболее подходят компактные версии YOLO и детекторы на основе облегченных архитектур MobileNet [5].

Перенос модели на встраиваемое устройство требует ее оптимизации. Квантование весов и активаций в 8-битные целые числа [6] сокращает объем модели примерно в четыре раза и позволяет задействовать целочисленные нейросетевые ускорители при незначительной потере точности. Дополнительно применяются прунинг [7] и дистилляция знаний. Для исполнения оптимизированных моделей используются среды TensorRT, OpenVINO, LiteRT (TensorFlow Lite), ONNX Runtime и RKNN Toolkit.

Предлагается двухэтапный подход к распознаванию маркировки. На первом этапе легковесный детектор класса YOLO, дообученный на изображениях продукции в складских условиях, находит в кадре бутылки и марки, а также выявляет поврежденные марки. На втором этапе специализированный декодер (например, libdmtx или ZXing) считывает двумерный код только в найденной области интереса, что многократно сокращает объем вычис-

лений по сравнению с поиском кода во всем кадре. Алгоритм многообъектного трекинга ByteTrack [8] связывает обнаружения между кадрами и исключает повторный учет одной и той же единицы. Считанные коды сверяются с документом в учетной системе; единицы, марку которых не удалось прочитать, передаются оператору для ручной проверки.

Для реализации подхода были рассмотрены четыре класса аппаратных платформ. Модуль NVIDIA Jetson Orin Nano обеспечивает до 40 TOPS (до 67 TOPS в режиме Super) при энергопотреблении 7–25 Вт и имеет наиболее зрелую программную экосистему. Одноплатный компьютер Raspberry Pi 5 с ускорителем Hailo-8L или Hailo-8 обеспечивает 13 или 26 TOPS при низком энергопотреблении. Платы на процессоре Rockchip RK3588 со встроенным нейропроцессором производительностью 6 TOPS отличаются низкой стоимостью и доступностью поставок. Ускоритель Google Coral Edge TPU (4 TOPS, около 2 Вт) наиболее экономичен, но поддерживает ограни-

ченный набор операций. Для пилотного внедрения наиболее целесообразны Jetson Orin Nano и платы на RK3588.

Для оценки системы предлагается использовать следующие показатели: среднюю точность детекции mAP@0.5, долю верно считанных марок (целевое значение не ниже 99,5 %), частоту обработки кадров (не менее 25 кадров/с), задержку обработки (не более 40 мс), энергопотребление и стоимость комплекта оборудования.

Таким образом, сочетание легковесного нейросетевого детектора, оптимизированного для встраиваемого ускорителя, с классическим декодером двумерных кодов позволяет построить недорогую систему контроля маркировки, работающую в реальном времени. Такая система может дополнить существующие терминалы сбора данных и систему управления складом без замены учетного контура предприятия. Дальнейшие исследования будут направлены на формирование набора данных в реальных складских условиях, обучение модели и экспериментальную оценку прототипа.

Литература:

1. Федеральный закон от 22.11.1995 № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции».
2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
3. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks // *Advances in Neural Information Processing Systems*. — 2015.
4. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. — 2016. — P. 779–788.
5. Howard A. G. et al. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications // *arXiv:1704.04861*. — 2017.
6. Jacob B. et al. Quantization and Training of Neural Networks for Efficient Integer-Arithmetic-Only Inference // *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. — 2018. — P. 2704–2713.
7. Han S., Mao H., Dally W. J. Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding // *International Conference on Learning Representations*. — 2016.
8. Zhang Y. et al. ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box // *European Conference on Computer Vision*. — 2022. — P. 1–21.
9. Помарочный учет алкогольной продукции в системе ЕГАИС на базе машинного зрения COGNEX // *Control Engineering Россия*. — URL: <https://controlengrussia.com/tehnicheskoe-zrenie/uchet-egais/> (дата обращения: 22.09.2026).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Закладка пункта GNSS-мониторинга в зоне активных разломов Медеуского района г. Алматы и оценка его пригодности для определения скоростей смещений

Берик Аружан Ержанкызы, студент магистратуры

Научный руководитель: Джангулова Гульнар Кабатаевна, кандидат технических наук, доцент
Казахский национальный университет имени аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

В статье описана закладка пункта геодинимического мониторинга ARU1 в предгорной части Медеуского района г. Алматы, в зоне влияния активных разломов Северного Тянь-Шаня. Статическая многосистемная GNSS-сессия продолжительностью 70 мин обработана двумя способами: относительным методом в сервисе AUSPOS (только GPS, опорные станции IGS в 180–200 км) и методом точного точечного позиционирования (PPP) в сервисе CSRS-PPP (GPS + ГЛОНАСС + Galileo). Решение PPP в ITRF2020 на эпоху 2025,85 получено с погрешностями 0,07 / 0,16 / 0,22 м (95 %; север / восток / высота), что на порядок точнее решения AUSPOS (0,74 / 1,40 / 1,63 м). Рассчитана минимально обнаруживаемая скорость смещения для разных сценариев повторных кампаний. Показано, что достигнутая точность пригодна для привязки пункта, но не для мониторинга, а для обнаружения смещений порядка 2–3 мм/год необходимы ежегодные суточные сессии в течение 3–5 лет.

Ключевые слова: GNSS-мониторинг, ITRF2020, PPP, CSRS-PPP, AUSPOS, скорость смещения, активные разломы, Медеуский район, Алматы, Северный Тянь-Шань.

Введение

Алматы — крупнейший город Казахстана с населением более 2,2 млн человек — расположен у подножия хребта Иле Алатау, в зоне, где за последние 140 лет произошли Верненское (1887), Чиликское (1889, Mw 8,0–8,3) и Кеминское (1911) землетрясения [1; 12]. Палеосейсмологические исследования показывают, что разломы Северного Тянь-Шаня способны генерировать сильные землетрясения с интервалами повторяемости в тысячи лет, поэтому отсутствие свежих уступов на поверхности не доказывает их неактивность [2].

Современные смещения земной коры в регионе измеряются методами спутниковой геодезии с 1990-х годов [3; 4]. Однако опубликованные сети GNSS имеют шаг в десятки километров и не детализируют деформации внутри городской застройки. Медеуский район, занимающий предгорья с перепадом высот в сотни метров и пересечённый зонами разломов, остаётся слабо обеспеченным пунктами геодинимического мониторинга.

Цель работы — заложить пункт GNSS-мониторинга в Медеуском районе, определить его координаты в ITRF2020 и количественно оценить, какие скорости смещений можно будет обнаружить при повторных наблюдениях. Иначе говоря, статья отвечает на вопрос: что именно может и чего не может доказать нулевой цикл наблюдений и каким должен быть план следующих циклов.

Тектоническая обстановка и изученность района

Деформация Тянь-Шаня — внутриконтинентальная: регион удалён от границы плит на сотни километров и сжимается под дальним воздействием коллизии Индийской и Евразийской плит. По данным GPS, суммарное сокращение поперёк Тянь-Шаня составляет порядка 20 мм/год [3], причём к северной окраине горного сооружения скорости убывают до первых миллиметров в год [4].

На территории Алматы выделяют Алматинский, Илийский, Каргалинский, Боролдайский и Шамалганский разломы; в предгорьях Медеуского района проходит зона Алматинского разлома [12]. Следовательно, ожидаемый тектонический сигнал между пунктами в пределах города — единицы миллиметров в год. Помимо тектонического сигнала, на склонах

возможны гравитационные смещения (оползни, крип), которые по величине могут превосходить тектонические, но имеют локальный характер.

Отсюда следует ключевое требование к мониторингу: точность определения скорости должна быть не хуже 1 мм/год, иначе тектонический сигнал неотличим от шума. Ни одна единичная кампания такой точности не даёт — её обеспечивают только повторные циклы наблюдений.

Материалы и методы

Пункт ARU1 заложен в ноябре 2025 г. в предгорной части Медеуского района на абсолютной высоте около 930 м, вблизи зоны активных разломов. При выборе места учитывались открытость горизонта, возможность долговременной сохранности центра и доступность для повторных наблюдений.

Наблюдения выполнены многосистемным GNSS-приёмником South G4 (зав. № S914F7152106068, прошивка 250605. R914PY) со штатной антенной G4-A; модель антенны в каталоге IGS ANTEX отсутствует. Высота антенны, по данным RINEX-заголовка, составила 1,4765 м от центра знака до фазового центра. Режим статический, интервал регистрации 5 с, маска возвышения 7°. Сессия длилась 70,6 мин: 6 ноября 2025 г., 09:37:35–10:48:10 UTC, 848 эпох. Приёмник зарегистрировал сигналы GPS (L1/L2/L5, 13 спутников), ГЛОНАСС (9), Galileo (8), BeiDou (24) и QZSS (3).

Данные в формате RINEX обработаны онлайн-сервисом AUSPOS (Geoscience Australia) [13], который выполняет относительное решение в Bernese GNSS Software 5.2 [6] с привязкой к станциям IGS. Использованы финальные эфемериды IGS, ионосферно-свободная линейная комбинация, тропосферная функция отображения GMF. В решение включены 13 станций IGS; ближайшие из них — CHUM, POL2 и BIK0 (район г. Бишкек, 181–202 км). Пункт ARU1 включён в сеть единственной базовой линией CHUM–ARU1 длиной 181,3 км. AUSPOS использует только сигналы GPS L1/L2 и прореживает наблюдения до интервала 3 мин; при отправке данных тип антенны не был указан (NONE), а высота антенны принята равной 0,000 м.

Те же данные повторно обработаны методом точного точечного позиционирования (PPP) [15] в онлайн-сервисе CSRS-PPP версии 5.15.5 (Natural Resources Canada) [14]. PPP не требует опорной станции и поэтому не зависит от длины базовой линии. Использованы финальные продукты, сигналы GPS (L1/L2), ГЛОНАСС (L1/L2) и Galileo (E1/E5a), маска возвышения 7,5°, шаг оценивания 30 с. Высота антенны введена 1,476 м; поскольку калибровка антенны G4-A отсутствует, смещения фазового центра сервис принимает нулевыми или оценивает при уравнивании. Результат получен в ITRF2020/IGb20 на эпоху 2025,8; геоцентрические координаты вычислены по геодезическим на эллипсоиде GRS80.

Для планирования повторных циклов рассчитана минимально обнаружимая скорость. При k ежегодных кампаниях с равной погрешностью положения σ стандарт скорости, оценённой методом наименьших квадратов, равен:

$$\sigma_v = \sigma / \sqrt{\sum (t_i - \bar{t})^2} = \sigma \cdot \sqrt{12 / (k(k^2 - 1))}, \quad (1)$$

где t_i — эпохи кампаний, $\bar{t}$ — их среднее. Скорость считается обнаруженной на уровне 95 %, если она превышает $2\sigma_v$. Модель предполагает некоррелированный (белый) шум; реальные ряды GNSS содержат фликкер-шум, поэтому полученные оценки являются нижней границей неопределённости [10].

Результаты

Основным принято решение CSRS-PPP: его погрешности в 5–10 раз меньше, чем у AUSPOS (табл. 1). Высота центра знака над геоидом EGM2008 составляет 931,81 м (высота геоида –43,92 м по данным AUSPOS).

Таблица 1. Координаты пункта ARU1 по двум решениям (ITRF2020, эпоха 6 ноября 2025 г.)

Параметр	CSRS-PPP (основное)	AUSPOS	PPP – AUSPOS
B (GRS80)	43°13'44,01234" N	43°13'44,02130" N	–0,28 м (север)
L (GRS80)	76°57'23,36824" E	76°57'23,39111" E	–0,52 м (восток)
H эллипсоидальная, м	887,893	888,689*	–0,80
X, м	1 050 640,958	1 050 640,543	+0,42
Y, м	4 535 111,232	4 535 111,729	–0,50
Z, м	4 346 672,635	4 346 673,382	–0,75
UTM 43N, E, м	658 879,108	658 879,617	–0,51
UTM 43N, N, м	4 788 091,710	4 788 091,999	–0,29
σ (95 %) север / восток / высота, м	0,072 / 0,158 / 0,217	0,736 / 1,398 / 1,632	—
Системы	GPS + ГЛОНАСС + Galileo	GPS	—
Неоднозначности	плавающие (0 %)	плавающие (0 % на линии с ARU1)	—

* Без учёта высоты антенны (0,000 м): высота относится приблизительно к фазовому центру антенны, а не к знаку.

Решение AUSPOS сопровождается предупреждением сервиса: точность выходит за допустимую границу 0,095 м, тогда как погрешности опорных станций IGS в том же решении составили 1–5 см. Доля разрешённых неоднозначностей в сети AUSPOS составила 33,2 %, но на единственной линии с пунктом (CHUM–ARU1, 181,3 км) не разрешено ни одной. CSRS-PPP также дал плавающее решение; его эллипс ошибок (95 %) имеет полуоси 20,6 и 6,6 см и вытянут по азимуту 71°, то есть приблизительно восток–запад. Для коротких сессий PPP с плавающими неоднозначностями такая форма типична: восточная компонента сходится медленнее северной. Расхождения между решениями не превышают погрешности AUSPOS, так что решения согласуются.

Разница в точности объясняется способом обработки, а не качеством измерений. AUSPOS использовал только GPS и проредил данные до 3 мин, так что за 70 мин на спутник пришлось не более 23 эпох. Кроме того, опорные станции удалены на 180–200 км, а на линии такой длины надёжно разрешить неоднозначности за 70 мин маловероятно [7; 9]. CSRS-PPP использовал три системы и шаг 30 с и не зависит от длины базовой линии. Всё же и его точность ограничена короткой сессией: за 70 мин решение PPP не успевает сойтись до сантиметрового уровня. Дополнительные источники ошибок — отсутствие калибровки антенны, частичное закрытие горизонта рельефом и многолучевость.

Обсуждение

Одна эпоха наблюдений даёт исходные координаты, но не скорость: оценить скорость смещения можно только по двум и более циклам. Поэтому результат нулевого цикла — это опорная точка будущего временного ряда, а не доказательство движения.

Второе ограничение связано с системой отсчёта. Скорость пункта в ITRF2020 включает движение Евразийской плиты — порядка нескольких сантиметров в год, что на порядок больше искомого тектонического сигнала. Для интерпретации скорости её необходимо пересчитать относительно стабильной Евразии по модели движения плит ITRF2020 [11] или относительно ближайших станций IGS.

В таблице 2 приведена минимально обнаружимая скорость ($2\sigma_v$) при ежегодных кампаниях для трёх уровней точности одной эпохи: 3 мм (суточная сессия), 5 мм (сессия 6–8 ч) и 10 мм (сессия 1–2 ч) [7; 8].

Таблица 2. Минимально обнаружимая скорость (95 %), мм/год

Продолжительность ряда	Число кампаний	$\sigma = 3$ мм	$\sigma = 5$ мм	$\sigma = 10$ мм
1 год	2	8,5	14,1	28,3
2 года	3	4,2	7,1	14,1
3 года	4	2,7	4,5	8,9
5 лет	6	1,4	2,4	4,8

Фактическая погрешность нулевого цикла даже для лучшего решения (PPP: 7–22 см) в 20–70 раз больше значений, заложенных в таблицу 2. Следовательно, достигнутая точность пригодна для привязки пункта и картографирования, но не для обнаружения тектонических смещений. Но и при состоявшемся разрешении неоднозначностей, сохраняя часовые сессии ($\sigma \approx 10$ мм), даже пятилетний ряд не позволит выделить тектонический сигнал 2–3 мм/год. При суточных сессиях такой сигнал становится обнаружимым через 3–5 лет. Учёт фликкер-шума увеличит эти сроки [10].

На этом основании для последующих циклов рекомендуется:

- 1) продолжительность сессии не менее 24 ч, в идеале 2–3 суток подряд в каждой кампании;
- 2) принудительное центрирование, одна и та же антенна во всех циклах, обязательное указание модели антенны и измеренной высоты при обработке; повторные сессии в одно и то же время года для снижения сезонных эффектов;
- 3) многосистемные наблюдения (GPS + ГЛОНАСС + Galileo + BeiDou) с обработкой в программе, поддерживающей эти системы;
- 4) расширение сети до 3–5 пунктов по обе стороны разломной зоны с контрольным пунктом вне склона, чтобы отделить тектоническое смещение от гравитационного.

Заключение

В Медеуском районе г. Алматы заложен пункт GNSS-мониторинга ARU1, и его координаты определены в ITRF2020 на эпоху 6 ноября 2025 г. по 70-минутной многосистемной сессии. Решение PPP (CSRS-PPP, GPS + ГЛОНАСС + Galileo) дало погрешности 0,07 / 0,16 / 0,22 м (95 %) — на порядок лучше, чем относительное GPS-решение AUSPOS с опорными станциями в 180–200 км. При коротких сессиях и редкой сети опорных станций многосистемный PPP предпочтителен. Полученные координаты пригодны для привязки пункта, но для мониторинга нулевой цикл необходимо повторить суточной сессией.

Расчёт минимально обнаружимой скорости показал, что для выделения тектонического сигнала 2–3 мм/год необходимы суточные сессии и ряд длительностью 3–5 лет; при часовых сессиях эта задача не решается. Сформулированы требования к повторным циклам: продолжительность сессий, единство оборудования, многосистемные наблюдения и сгущение сети по обе стороны разломной зоны.

Литература:

1. Abdrakhmatov, K. E. Multisegment rupture in the 11 July 1889 Chilik earthquake (Mw 8.0–8.3), Kazakh Tien Shan, interpreted from remote sensing, field survey, and paleoseismic trenching / K. E. Abdrakhmatov, R. T. Walker, G. E. Campbell [et al.]. — Text: electronic // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. — 2016. — Vol. 121, No. 6. — P. 4615–4640. — DOI 10.1002/2015JB012763.
2. Grützner, C. Assessing the activity of faults in continental interiors: palaeoseismic insights from SE Kazakhstan / C. Grützner, E. Carson, R. T. Walker [et al.]. — Text: electronic // Earth and Planetary Science Letters. — 2017. — Vol. 459. — P. 93–104. — DOI 10.1016/j.epsl.2016.11.025.
3. Abdrakhmatov, K. Ye. Relatively recent construction of the Tien Shan inferred from GPS measurements of present-day crustal deformation rates / K. Ye. Abdrakhmatov, S. A. Aldazhanov, B. H. Hager [et al.]. — Text: electronic // Nature. — 1996. — Vol. 384. — P. 450–453. — DOI 10.1038/384450a0.
4. Zubovich, A. V. GPS velocity field for the Tien Shan and surrounding regions / A. V. Zubovich, X. Wang, Y. G. Scherba [et al.]. — Text: electronic // Tectonics. — 2010. — Vol. 29. — TC6014. — DOI 10.1029/2010TC002772.
5. Altamimi, Z. ITRF2020: an augmented reference frame refining the modeling of nonlinear station motions / Z. Altamimi, P. Rebischung, X. Collilieux [et al.]. — Text: electronic // Journal of Geodesy. — 2023. — Vol. 97. — Art. 47. — DOI 10.1007/s00190-023-01738-w.
6. Bernese GNSS Software Version 5.2 / R. Dach, S. Lutz, P. Walser, P. Fridez (eds.). — Bern: University of Bern, 2015. — DOI 10.7892/boris.72297. — Text: electronic.
7. Soler, T. Accuracy of OPUS solutions for 1- to 4-h observing sessions / T. Soler, P. Michalak, N. D. Weston [et al.]. — Text: electronic // GPS Solutions. — 2006. — Vol. 10. — P. 45–55. — DOI 10.1007/s10291-005-0007-3.
8. Firuzabadi, D. GPS precision as a function of session duration and reference frame using multi-point software / D. Firuzabadi, R. W. King. — Text: electronic // GPS Solutions. — 2012. — Vol. 16. — P. 191–196. — DOI 10.1007/s10291-011-0218-8.
9. Eckl, M. C. Accuracy of GPS-derived relative positions as a function of interstation distance and observing-session duration / M. C. Eckl, R. A. Snay, T. Soler [et al.]. — Text: electronic // Journal of Geodesy. — 2001. — Vol. 75. — P. 633–640. — DOI 10.1007/s001900100204.
10. Mao, A. Noise in GPS coordinate time series / A. Mao, C. G. A. Harrison, T. H. Dixon. — Text: electronic // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. — 1999. — Vol. 104, No. B2. — P. 2797–2816. — DOI 10.1029/1998JB900033.
11. Altamimi, Z. ITRF2020 plate motion model / Z. Altamimi, L. Métivier, P. Rebischung [et al.]. — Text: electronic // Geophysical Research Letters. — 2023. — Vol. 50. — e2023GL106373. — DOI 10.1029/2023GL106373.
12. Нурмагамбетов, А. Сейсмическая история Алматы / А. Нурмагамбетов. — Алматы: LEM, 1999. — 68 с. — Текст: непосредственный.
13. AUSPOS — Online GPS Processing Service. — Текст: электронный // Geoscience Australia: [сайт]. — URL: <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/positioning-navigation/geodesy/auspos>
14. CSRS-PPP — Precise Point Positioning online service. Version 5.15.5. — Текст: электронный // Natural Resources Canada: [сайт]. — URL: <https://webapp.csrscs-nrcan-rncan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php> (дата обращения: 05.10.2026).
15. Zumberge, J. F. Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks / J. F. Zumberge, M. B. Heflin, D. C. Jefferson [et al.]. — Text: electronic // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. — 1997. — Vol. 102, No. B3. — P. 5005–5017. — DOI 10.1029/96JB03860.

Комплексная оценка угловой скорости космического аппарата по данным разнородных измерительных систем

Каштанов Федор Владимирович, математик 1-й категории

АО «Научно-производственное объединение имени С. А. Лавочкина» (г. Химки, Московская область)

В статье рассмотрен алгоритм формирования оценки угловой скорости космического аппарата по информации инерциальной системы, звездного и солнечного датчиков. Описаны условия допуска измерений, фильтрация, восстановление скорости по кватерниону и солнечному вектору, а также приоритетное объединение оценок.

Ключевые слова: угловая скорость, космический аппарат, инерциальная система, звездный датчик, солнечный датчик, кватернион, фильтрация.

Оценка угловой скорости необходима для демпфирования вращательного движения, программных разворотов и поддержания ориентации космического аппарата. Для этих задач применяют инерциальные измерители, звездные и солнечные датчики, различающиеся точностью, частотой обновления и условиями работоспособности [1, 2]. Поэтому алгоритм формирует трехкомпонентный вектор скорости по нескольким источникам, а при отсутствии допустимых измерений использует программное значение.

На каждом такте независимо рассчитываются три частные оценки. Каждая сопровождается признаком доступности, после чего выбирается единый результирующий вектор.

Фильтрация измерений

$$\hat{\omega}_i(n) = a_i \omega_i(n) + b_i \hat{\omega}_i(n-1) + c_i \hat{\omega}_i(n-2) \quad (1)$$

где $\omega(n)$ — вектор текущих значений угловой скорости космического аппарата в проекциях на оси визирной системы координат;

$\hat{\omega}(n-1)$ — вектор оценки угловой скорости, полученный на предыдущем такте;

$\hat{\omega}(n-2)$ — вектор оценки угловой скорости, полученный за два такта до текущего;

a, b, c — векторы весовых коэффициентов фильтра;

$i = 1, 2, 3$ — номер компоненты вектора.

Коэффициенты задаются отдельно для трех осей. После расчета численно малые значения заменяются нулем и обновляется предыстория. Каждый источник имеет собственную память фильтра. При первом допустимом измерении обе ступени памяти выставляются по текущему значению, что исключает переход от нулевой истории.

Оценка по инерциальной системе

Основной канал использует непосредственно измеренный вектор угловой скорости. При наличии признака информативности он фильтруется по формуле (1), после чего разрешается к применению. На первом информативном такте текущим измерением инициализируются обе ступени памяти. Если данные становятся недоступными, признак инициализации сбрасывается; после восстановления фильтр выставляется заново. Такой подход соответствует общей практике обработки гироскопических данных [1, 2].

Оценка по звездному датчику

Звездный канал определяет угловую скорость по изменению кватерниона ориентации. Первый информативный такт используется для сохранения текущего кватерниона, поскольку дифференцирование требует двух отсчетов. Стандарт на звездные датчики предусматривает выдачу ориентации, времени измерения и показателя достоверности [3]. Со следующего такта вычисляется удвоенная конечная разность

$$\dot{\Lambda}_{2,i}(n) = 2 [\Lambda_i(n) - \Lambda_i(n-1)]/T_0 \quad (2)$$

где $\Lambda(n)$ — текущий кватернион базовой ориентации;

$\Lambda(n-1)$ — кватернион базовой ориентации, сохраненный на предыдущем информационном такте;

T_0 — интервал между последовательными вычислениями, с;

Затем формируется сопряженный кватернион $\Lambda^*(n)$, и посредством кватернионного произведения определяется кватернион-отображение угловой скорости

$$\Omega q(n) = \Lambda^*(n) \otimes \dot{\Lambda}_2(n) \quad (3)$$

где $\Omega q(n)$ — кватернион-отображение вектора угловой скорости;

$\Lambda^*(n)$ — кватернион, сопряженный текущему кватерниону ориентации;

$\dot{\Lambda}_2(n)$ — удвоенная конечная разность кватерниона, определенная по формуле (2);

$\otimes$ — операция умножения кватернионов;

В фильтр поступают три компоненты векторной части Ωq . Первым рассчитанным значением инициализируется предыстория, а текущий кватернион сохраняется для следующего вызова. При потере информативности готовность сбрасывается; после восстановления первый отсчет вновь используется только для накопления истории.

Конечное дифференцирование усиливает шум и чувствительно к временному рассогласованию. Поэтому фильтрация является обязательной частью звездного канала. Альтернативные методы извлечения угловой скорости используют обратные связи и уменьшают зависимость от прямого дифференцирования [4].

Оценка по солнечному датчику

Солнечный канал допускается при одновременном наличии информативности датчика, выполненной выставке солнечной системы координат и отсутствии тени. При нарушении любого условия признак готовности и счетчик непрерывной информации сбрасываются. После восстановления алгоритм вновь накапливает пять тактов. Применение солнечных датчиков совместно с другими средствами ориентации является типовым решением [1, 2].

После накопления проверяется третья компонента направляющих косинусов солнечного вектора, входящая в знаменатель. При ее модуле менее 10^{-6} оценка запрещается. При допустимой геометрии компоненты по осям X и Y вычисляются по формулам

$$\omega_x = \frac{\frac{[S_y(n) - S_y(n-1)]}{T_0} + S_x(n)\omega_z}{S_z(n)} \quad (4)$$

$$\omega_y = \frac{-\frac{[S_x(n) - S_x(n-1)]}{T_0} + S_y(n)\omega_z}{S_z(n)} \quad (5)$$

где $S_x(n)$, $S_y(n)$, $S_z(n)$ — текущая компонента направляющих косинусов солнечного вектора по осям x, y и z.

Солнечный вектор не определяет вращение вокруг совпадающего с ним направления, поэтому компоненту ω_z алгоритм получает из дополнительного гироскопического сигнала, а при его недоступности — из программного значения. Первый успешно рассчитанный вектор используется для выставки фильтра. Основные условия допуска и особенности запуска частных оценок приведены в таблице 1.

Объединение результатов

После вычисления частных оценок проверяются признаки доступности. При наличии основного инерциального канала используется его результат, иначе выбирается звездная оценка, затем солнечная. Когда все измерительные ветви запрещены, выход формируется по программному вектору.

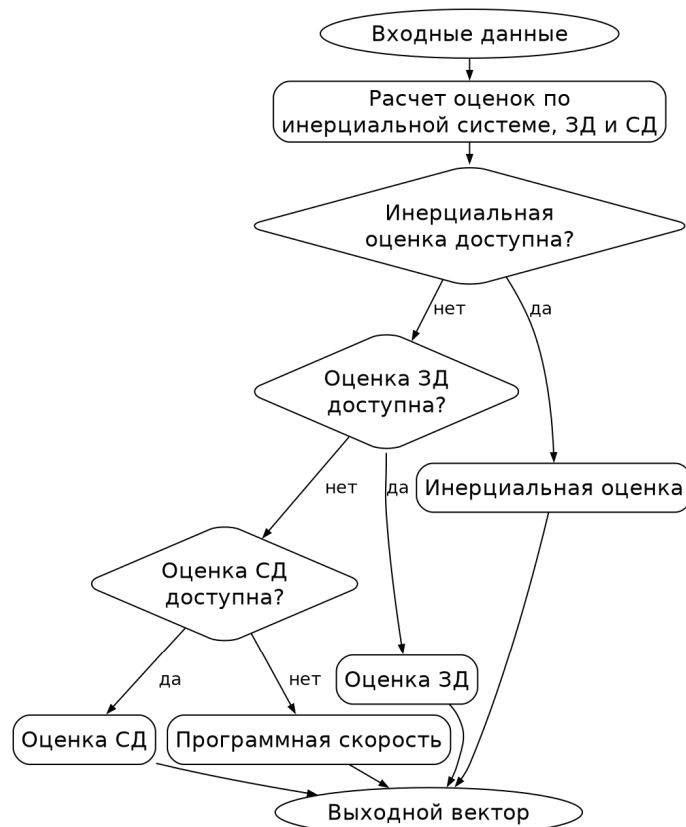


Рис. 1. Общий алгоритм формирования оценки угловой скорости

Таблица 1. Условия формирования частных оценок

Источник	Условие допуска	Запуск
Инерциальная система	Имеется признак информативности	Текущий отсчет
Звездный датчик	Имеются два последовательных кватерниона	Со второго отсчета
Солнечный датчик	Датчик информативен; выставка завершена; тени нет; знаменатель допустим	После пяти тактов

Заключение

Рассмотренный алгоритм формирует непрерывную трехкомпонентную оценку угловой скорости. Инерциальная система образует основной канал, звездный датчик восстанавливает скорость по изменению кватерниона, солнечный датчик — по изменению направляющих косинусов совместно с дополнительной компонентой. При отсутствии измерений используется программное значение.

Литература:

1. Wertz J. R., ed. Spacecraft Attitude Determination and Control. — Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1978. — 858 p.
2. Markley F. L., Crassidis J. L. Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control. — New York: Springer, 2014. — 486 p.
3. ECSS-E-ST-60-20C. Space Engineering — Star Sensor Terminology and Performance Specification. — Noordwijk: ESA Requirements and Standards Division, 2008. — 86 p.
4. Bar-Itzhack I. Y., Harman R. R., Thienel J. K. On the Extraction of Angular Velocity from Attitude Measurements. — Greenbelt: NASA Goddard Space Flight Center, 2006. — 29 p.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Особенности формирования генплана коттеджного участка при значительном перепаде высот

Печенина Анастасия Вячеславовна, студент;

Криулин Константин Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ) коттеджного участка является составной частью проектной документации [1]. Для формирования СПОЗУ при большом перепаде высот не вполне подходят методы, используемые для равнинных условий. В таких ситуациях усложняется задача учесть разнонаправленные требования по обеспечению: надежности (с инженерной точки зрения — защита от эрозии, организация стока дождевых вод, устойчивость откосов); максимального комфорта эксплуатации; максимальной реализации эстетического потенциала участка; максимального использования полезной площади. При этом затраты на решение этих задач должны быть минимально возможными.

В работе [2] была рассмотрена аналогичная задача: зависимость СПОЗУ коттеджного участка от величины и направления уклона территории.

Цель данной работы — рассмотреть влияние месторасположения здания на формирование вариантов СПОЗУ на участке с большим перепадом высот.

Работа выполнена на схематизированных материалах актуального проекта коттеджного участка в Ленинградской области: площадь $\approx 1700 \text{ м}^2$; перепад высот — до 12 м; уклон — до 300‰; здание — 100 м^2 , с цокольным этажом высотой $\sim 3 \text{ м}$; въезд на участок расположен с северной стороны.

На основе анализа было признано необходимым устройство террас-площадок определяемых: уровнем въезда с улицы на участок, уровнем входной группы в здание (первый этаж), уровнем выхода из цокольного этажа здания.

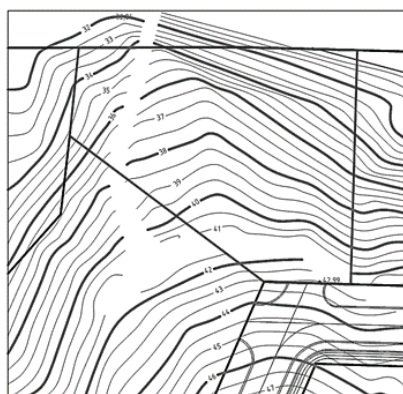
Были разработаны три варианта СПОЗУ с различными вариантами размещения жилого дома: вариант 1 — в центре участка (рис.2), вариант 2 — в верхней части участка (рис.3); вариант 3 — в нижней части участка (рис.4).

Во всех трех вариантах было принято устройство верхней площадки (предназначена для парковки на 2 машино-места), расположенной на отметке 43,0 м, что определяется отметкой улицы, с которой происходит заезд на участок.

Вариант 1 — классическое расположение здания в центре участка — формирует две примерно равные зоны: «публичная» зона — от въезда на участок до здания и «приватная» зона — от здания до нижней границы участка. Значительный перепад высот обуславливает трехуровневое с формированием террас-площадок:

— Верхняя площадка — парковка, расположенная на отметке 43,0 м.

Как вариант, под парковочной площадкой может быть организован хозяйственный блок, вход в который расположен на уровне средней площадки — «парковка на эксплуатируемой кровле».



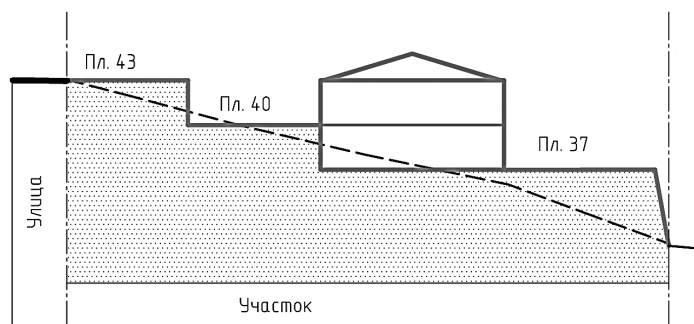


Рис. 2. Вариант СПОЗУ № 1

— Уровень средней площадки определяется входной группой здания (первый этаж), располагается на отметке 40,0 м.

— Уровень нижней площадки определяется входной группой здания (цокольный этаж), располагается на отметке 37,0 м. Для уменьшения объемов земляных работ эта терраса может быть разбита 2–3 террасы с разными отметками.

Вариант 2 — дом смещается к верхней границе участка; уменьшается «публичная» зона, увеличивается «приватная» зона.

— На верхней площадке на отметке 43,0 м расположена парковка и входная группа жилого дома (первый этаж).

— Средняя площадка располагается на отметке 40,0 м, что определяется выходом из цокольного этажа здания.

— Далее по направлению понижения рельефа могут быть расположены еще одна или несколько террас (на-

пример, на отметках 37,0 м и 34,0 м), примерно повторяющие характер естественного склона.

Вариант 3 — дом смещается к нижней границе участка; увеличивается «публичная» зона, уменьшается «приватная» зона.

— На верхней площадке на отметке 43,0 м расположена парковка.

— В средней части участка могут быть расположены одна или несколько террас (например, на отметках от 40,0 м до 37,0 м), повторяющие характер естественного склона.

— Входная группа в жилой дом (первый этаж) расположена на отметке 37,0 м; выход из цокольного этажа расположен на отметке 34,0 м.

Во всех вариантах для сопряжения террас используются подпорные стены из габионов высотой до 3(5) м. Связь между террасами — с помощью лестничных сходов и пандусов. Значительные перепады высот определяют:

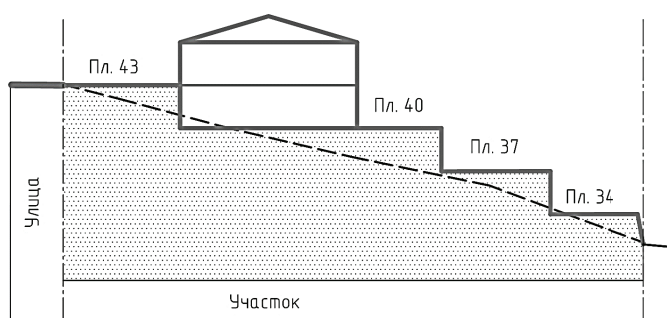
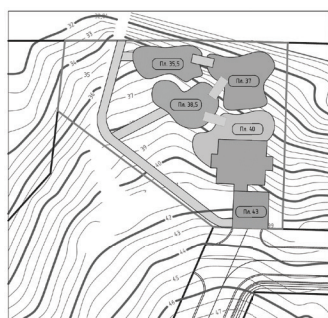


Рис. 3. Вариант СПОЗУ № 2

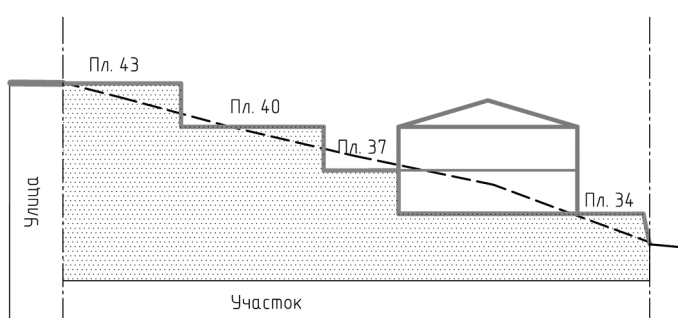


Рис. 4. Вариант СПОЗУ № 3

- большое количество ступеней в лестничных сходах — до 20 (суммарная длина марша — до 7 м с устройством промежуточных площадок);
- значительную протяжённость дорожек-пандусов до 20 м (при уклонах не более 60–80 ‰);
- значительные объёмы земляных работ (уменьшение возможно путем оптимизации картограммы земляных масс при варьировании отметок террас);
- после утверждения СПОЗУ на стадии рабочего проектирования на каждой площадке террасы будет реализована «схема разуклонки» с уклонами 5–10 ‰.

Обсуждение

К недостаткам варианта 1 следует отнести: расположение здания на 3 м ниже уровня близко расположенной улицы, что увеличивает визуальную доступность территории, расположенной перед домом (что может вызвать психологический дискомфорт); сложность организации подъезда к входной группе здания.

Преимуществами варианта 2 являются комфортный доступ в дом с парковки; уменьшение «публичной» зоны (от въезда на участок до здания) при увеличении «приватной» зоны (от здания до нижней границы участка); гибкость планировки террас с максимальным сохранением существующего рельефа (как следствие минимальным объемом

земляных работ). Недостаток — дом находится ближе к дороге что определяет повышенный уровень шума.

К недостаткам варианта 3 следует отнести расположение здания на 6 м ниже уровня улицы, «публичная» зона увеличена, что значительно определяет визуальную доступность почти всей территории. Подъезд к входной группе здания сложен и характеризуется большой площадью и протяженностью. Преимущество варианта — дом находится в удалении от дороги.

Выводы

— На участках со значительным перепадом высот и при въезде на участок на наиболее высоких отметках, целесообразно расположение жилого здания вблизи въезда (не ближе 10 м). Приоритетными критериями при таком решении становятся «максимум зоны приватности», «максимум полезной площади», «комфорт подъезда».

— Большой перепад высот на участке является не недостатком, а, наоборот, возможностью для повышения выразительности концепции участка.

— Индивидуальный подход и предпочтения заказчика (например, соотношение зон «приватности» и «публичности») являются основой проектирования и могут не совпадать с мнением авторов.

Литература:

1. Печенина, А. В., Криулин, К. Н. Влияние топографических и гидрогеологических условий на выбор концепции коттеджного участка // Молодой ученый. — 2026. — № 28(631). — С. 106–109.
2. Криулин, К. Н. О зависимости схемы организации рельефа индивидуального участка коттеджного строительства от величины и направления уклона территории // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. — 2016. — № 8–2. — С. 112–114.
3. Криулин, К. Н., Логинова И. И. Основные технологии преобразования рельефа при больших уклонах территорий в ландшафтном строительстве // Политехническая неделя в СПб: 2016 года. — С. 411–414.

Результаты проведения микродинамических испытаний для определения технического состояния здания жилого дома

Сергиенко Алина Юрьевна, студент магистратуры;
Жидко Елена Александровна, доктор технических наук, доцент
Воронежский государственный технический университет

В данной статье содержатся основные результаты проведения микродинамических испытаний методом свободных колебаний с применением АПМДК «Стрела-П» здания жилого дома для определения его технического состояния.

Ключевые слова: техническое состояние, категории технического состояния, обследование.

Чтобы понять, насколько надежно здание, для оценки его физического износа, установления приблизительной категории технического состояния (ТС) и остаточного ресурса проводится анализ его динамических характеристик (периодов и форм колебаний, межэтажных смещений) при малых внешних воздействиях [1]. В ходе работ эксперты определяют динамические параметры здания: собственные частоты и формы колебаний, а также амплитуды относительных смещений конструктивных элементов. Проводится оценка реакции объекта на малые внешние воздействия.

Происходит сопоставление фактических показателей с проектными данными и результатами предыдущих мониторингов, что позволяет объективно оценить текущее ТС здания. И оценка возможности дальнейшей безаварийной эксплуатации здания или необходимости его восстановления и усиления строительных конструкций (СК) [2,3].

При проведении предварительного (визуального) ТС СК здания учтены требования действующих в Российской Федерации нормативных документов, регламентирующих деятельность по обследованию зданий и сооружений.

Задачи обследования представлена на рис. 1.

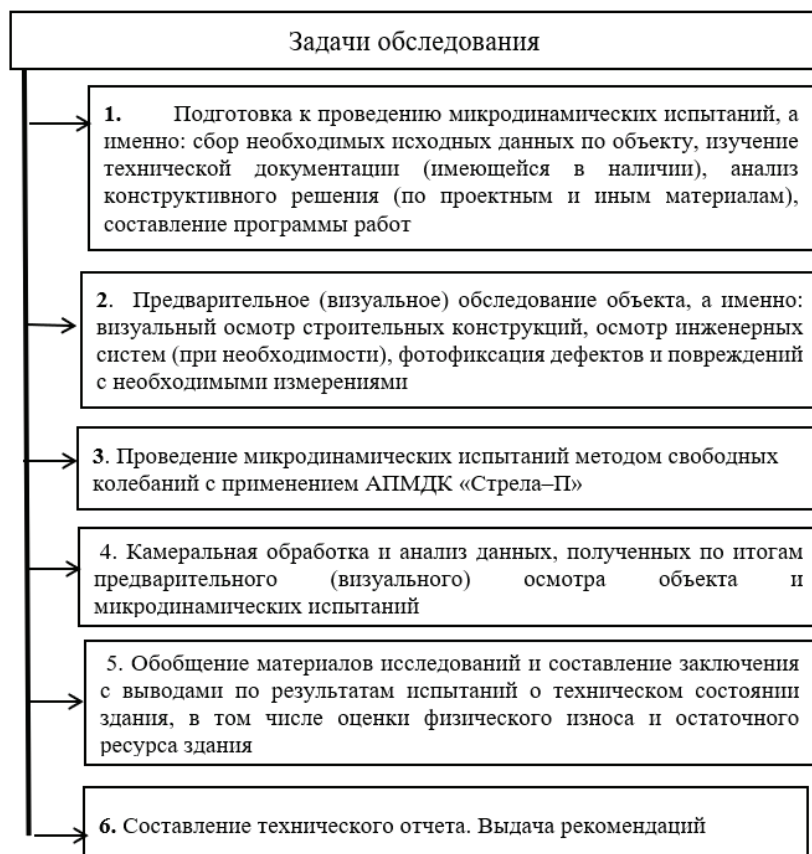


Рис. 1. Задачи обследования ТС СК здания

Общий вид обследуемого объекта, представлен на рис. 2.

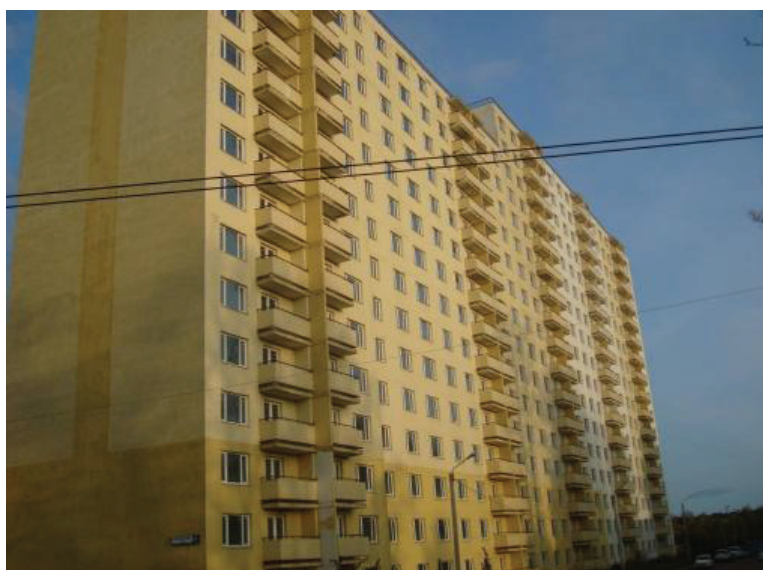


Рис. 2. Общий вид обследуемого объекта

Оценка ТС СК здания, которая заключается в определении степени повреждения и определении категории (работоспособности) по характерным признакам повреждений и дефектов СК и их элементов, производилась визуально в соответствии с [4]. По итогам предварительного (визуального) обследования ТС несущих и ограждающих СК здания выявлены дефекты и повреждения представленные в ведомости дефектов и повреждений (табл. 1).

Таблица 1. **Ведомость дефектов и повреждений**

№ п/п	Наименование параметра здания	Описание дефекта	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Вероятная причина возникновения
1.	Ж/б перекрытия	Следы протечек, повреждения отделочных слоев	Рис.3	Нарушение технологии работ
2.	Ж/б конструкции	Следы увлажнения, повреждения отделочных слоев, отпадение штукатурного слоя ж/б плит балкона	Рис.4	Нарушение технологии работ
3.	Кровля	Местами вздутие поверхности, повреждение ливневой трубы. Неплотное примыкание ковра к вертикальным поверхностям. Следы увлажнения и повреждения отделочных слоев вент. шахт и машинного помещения лифтов	Рис.5	Нарушение технологии работ



Перекрытия, 15 эт., следы протечек, повреждения отделочных слоев



Перекрытия подвала, следы протечек, повреждения отделочных слоев

Рис. 3. Следы протечек, повреждения отделочных слоев



Рис. 4. Задний фасад, повреждения отделочных слоев



Рис. 5. Повреждение ливневой трубы

При проведении микродинамических испытаний методом свободных колебаний СК здания учтены требования действующих в РФ нормативных документов, регламентирующих деятельность по обследованию зданий и сооружений данным методом неразрушающего контроля [5].

В работе были проведены микродинамические испытания методом свободных колебаний (МСК).

Суть МСК заключается в воздействии на исследуемый объект внешней импульсной нагрузки с последующей регистрацией колебаний, для дальнейшего определения значений динамических параметров собственных колебаний, в целях оценки степени повреждения и приблизительной категории ТС здания по [2] с применением **аппаратно-программного мобильного диагностического комплекса** (АПМДК) «Стрела-П».

АПМДК «Стрела-П» включает программный пакет «CentBox» — специализированное программное обеспечение, предназначенное для сбора, обработки, анализа и хранения аналоговых сигналов, получаемых от измерительных модулей — аналоговых пьезоэлектрических акселерометров. Для сбора, хранения, анализа и обработки сигналов в состав «CentBox» входят три взаимосвязанных модуля: модуль сбора и обработки данных, модуль создания базы данных, модуль анализа данных.

Методика определения динамических характеристик СК по их свободным колебаниям, возбуждаемым воздействием непосредственно на СК внешней импульсной нагрузкой, включает операции, представленные на рис. 6.

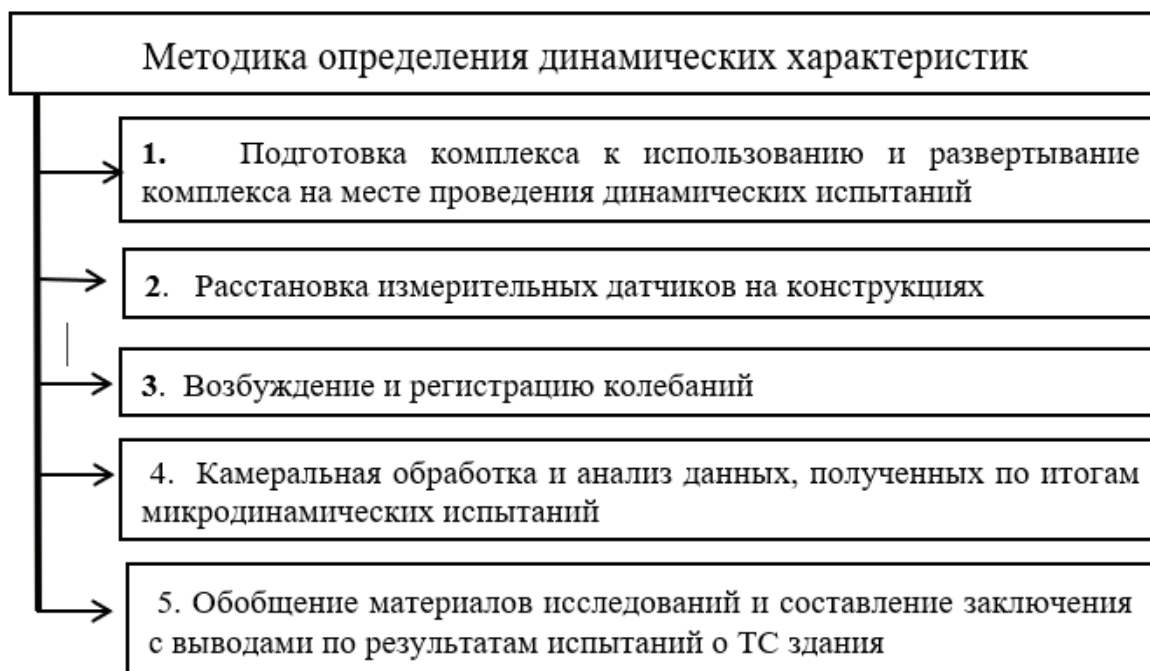


Рис. 6. Методика определения динамических характеристик

При расстановках измерительных модулей в разные точки здания (по вертикальному створу регистрации) имелась общая (опорная) точка измерений, используемая для нормирования амплитуд колебаний при вычислении передаточных функций и построении собственных форм колебаний. Динамические испытания проводились по схеме с вертикальной расстановкой измерительных датчиков.

Схема расстановки измерительных модулей в здании показана на рис.7.

Вибрационные отклики СК (ускорения свободных колебаний) воспринимались измерительными модулями в частотном диапазоне от 0,1 до 200 Гц в двух пространственных направлениях: по X — вдоль длинной стороны здания и по Y — вдоль короткой стороны здания.

На рис. 8 приведены сигналы ускорений колебаний 2-го и 4-го подъездов, зарегистрированных после силовых воздействий порывов ветра, вдоль горизонтальных осей здания.

При обработке сигналов наблюдались помехи, возникшие при регистрации колебаний.

Микродинамические испытания позволили определить, что снижение жёсткостных параметров и изменение напряженно-деформированного состояния исследуемого объекта, по результатам предварительного (визуального) осмотра, не произошло.

Общее ТС здания жилого дома по результатам оценки физического износа, остаточного ресурса и степени повреждения здания методом свободных колебаний, в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 31937–2011 [2], на момент обследования, приблизительно оценено как нормативное.



Рис. 7. Схема расстановки измерительных модулей в здании, вертикальный створ



Рис. 8. Сигналы ускорений колебаний и спектры сигналов ускорений колебаний обследуемого здания, после силовых воздействий порывов ветра вдоль длинной и короткой сторон здания во 2-м и 4-м подъездах

Литература:

1. Коротков, Д. В., Кирьянов К. А., Диагностика строительных конструкций как неотъемлемая составляющая оценки технического состояния объекта // Молодой ученый. — 2024. — № 45 (544). — С. 39–44.
2. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: дата введения 2014–01–01. — Москва: Стандартинформ, 2014. — 59 с. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100941> (дата обращения: 17.04.2022). — Текст: электронный.
3. СП 13–102–2003. Правила обследования несущих конструкций зданий и сооружений: приняты и рекомендованы постановлением Госстроя России от 21 августа 2003 г. N 153: введены впервые. — Москва: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. — 154 с.
4. Методика оценки остаточного ресурса несущих конструкций зданий и сооружений, ФАУ Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве, 2018г., - 50 с
5. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384–ФЗ (в ред. Федерального закона от 02.07.2013 № 185–ФЗ) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
6. ГОСТ 34081–2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний», ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2017г.

МЕДИЦИНА

Лечение заболеваний межпозвонковых дисков применением сверхимпульсного низкоинтенсивного лазера в сочетании с гальваническими токами

Гутин Олег Викторович, врач-невролог, вертебролог, мануальный терапевт (Пермский край)

Исследованы возможности и лечебные результаты применения воздействия сверхимпульсным низкоинтенсивным лазером (СИНИЛТ, s-NILT) в сочетании с процедурами воздействия гальваническими токами в оригинальных режимах при лечении грыж, протрузий межпозвоночных дисков. Описан реальный клинический пример.

Ключевые слова: дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, межпозвонковый диск, остеохондроз, сверхимпульсная низкоинтенсивная лазеротерапия, Лазмик, СИНИЛТ, s-NILT, грыжа, гальванизация, гальванический ток, гальванотерапия, Тонус-1М, протрузия.

Межпозвонковый диск (МПД) является анатомической структурой, в которой отсутствует собственная сосудистая сеть, а полезные вещества диск получает посредством диффузии из близлежащих живых тканей. В случае дегенеративно-дистрофических поражений позвоночного столба (грыжи диска, остеохондроз, спондилоартроз) питание диска нарушается. Постепенно это ведет к его дегидратации и необратимым повреждениям. Итогом являются нарушение опорных функций позвоночного столба, развитие и прогрессирование болевого синдрома с нарастанием его интенсивности не только при выраженных нагрузках, но и в покое. Усиливаются напряжение мышц, проявления чувствительных и двигательных неврологических расстройств в виде появления ощущений онемения, парестезий, нарушений функций отдельных групп мышц и др. [1].

Оперативные вмешательства при грыжах МПД всегда несут риск определенных осложнений, в то время как обычная медикаментозная терапия не всегда эффективна для купирования болевых синдромов и других воспалительных симптомов — в виде отека, нарушений функций на уровне пораженного МПД. Нестероидные противовоспалительные средства (НПВП) применяют локально, в виде гелей или мазей, пероральный же их прием нежелателен у пациентов с болезнями желудочно-кишечного тракта, а внутримышечное введение, наряду с влиянием на ЖКТ, само по себе дискомфортно для пациентов. Помимо НПВП, при болезнях МПД осуществляют консервативное лечение с помощью проведения медикаментозных блокад, приема или инъекций хондропротективных средств или физиотерапии [1, 2, 3].

К современным физиотерапевтическим методам воздействия, используемым при грыжах МПД, относят применение сверхимпульсного низкоинтенсивного лазера (СИНИЛТ, s-NILT). Его эффекты базируются на действии световых импульсов, длительностью всего от 100 до 200 наносекунд, имеющих высокую — до 50–100 Вт — пиковую мощность. Использование данных физических параметров позволяет осуществлять прохождение лазерного света до глубоких структур позвоночного столба, оказывая на них терапевтическое действие, оставляя интактными поверхностные покровные ткани — клетчатку и кожу [4].

СИНИЛТ приводит к улучшению трофического снабжения глубоко расположенных элементов позвоночника за счет усиления локального микрокровотока вокруг МПД — повышается поступление необходимых питательных тканей МПД соединений, включая кислород и молекулы воды, что является необходимым для сохранения эластичности дискового фиброзного кольца.

Грыжа МПД или его протрузия часто сопровождается отеком мягких тканей в зоне МПД, из-за чего сдавливаются прилежащие нервные корешки, что и приводит к выраженным болевым синдромам. Применяемое воздействие в виде СИНИЛТ усиливает дренаж лимфы в заинтересованной зоне, таким образом уменьшая отечность тканей. При этом ослабевает сдавление нервных корешков, и выраженность болевого синдрома снижается. Всё это способствует улучшению состояния нервной ткани корешка, восстановлению его функций со снижением выраженности мышечных спазмов и неврологических проявлений в соответствующем позвоночно-двигательном сегменте. Улучшение регенерации нарушенных структур диска яв-

ляется возможным при воздействии сверхимпульсным низкоинтенсивным лазером, поскольку клеточные ферменты заинтересованных живых тканей — цитохромы — поглощают этот свет, что приводит к улучшению синтеза главного источника энергии клеток — АТФ. Так подвергшиеся нарушениям ткани обретают возможность получения новых ресурсов для восстановления [5, 6].

Высокая пиковая мощность используемого лазерного света (до 100 Вт) позволяет его энергии проникать достаточно глубоко при отсутствии нагрева окружающих тканей. Это положительно отличает сверхимпульсную низкоинтенсивную лазеротерапию от иных физиотерапевтических техник использования лазерного луча, делает ее наиболее безопасной для пациента.

Процедуры СИНИЛТ проводят с помощью двухканального прибора «Лазмик-01» (НИЦ «Матрикс», Россия). К аппарату возможно подключение различных сменных насадок и излучателей (лазерных головок), которые обеспечивают воздействие с заданными, желаемыми параметрами, такими как мощность или конкретная длина волны излучения [7, 8].

Мы предлагаем оригинальный режим использования СИНИЛТ. Так, паравертебрально на проекцию заданного МПД слева и справа располагают по одному лазерному импульсному излучателю (ЛО-904–100). Дополнительно на каждый из двух этих излучателей используют по магнитной насадке (ЗМ50).

При проведении процедуры аппарат с частотой 80 Гц излучает сверхкороткие импульсы (сверхимпульсы). Заданные паузы между сверхимпульсами позволяют живым тканям, подвергающимся воздействию, остывать, не допуская их перегрева, при стимуляции их локального кровотока [4]. Такая процедура является безболезненной, лишь у части пациентов вызывая ощущения легкой вибрации, либо покалываний в области действия лазера.

Помимо лазерного воздействия, в рамках одной и той же процедуры при поражениях МПД мы предлагаем осуществлять воздействие гальваническими токами — непосредственно после СИНИЛТ.

Гальванические токи являются слабыми (до 50 мА) постоянными токами низкого (до 80 В) напряжения. Мы осуществляем гальванизацию, используя отечественный аппарат Тонус-1М. Такое воздействие для пациентов так же является безболезненным и может ощущаться лишь как небольшое, комфортное покалывание, ритмичная вибрация или «ползание мурашек» в зоне наложения электродов на кожу. Воздействие гальванических токов приводит пациентов в состояние спокойствия и небольшой сонливости [9].

В процессе гальванизации в подлежащих живых тканях улучшаются процессы обмена веществ, нервной проводимости. Под действием слабого электрического тока нормализуется проницаемость мембран клеток и, соответственно, их кислотно-щелочной баланс, белково-углеводный обмен в зоне поврежденных хрящевых структур МПД, улучшая его эластичность, замедляя де-

генеративные процессы [10]. При этом активизируются функции хондроцитов и фибробластов — соответствующих клеток, которые ответственны за образование межклеточного матрикса — основы хрящевой ткани, за синтез коллагена — каркаса хрящевых структур и связок.

Комплекс перечисленных эффектов гальванизации в процессе проведения процедур позволяет улучшить структуру МПД, суставных элементов позвоночного столба, повышает их устойчивость к разнообразным нагрузкам [11].

Таким образом, в процессе перечисленных воздействий не только купируется болевой синдром, но обеспечивается целенаправленная реструктуризация измененных хрящей МПД за счет улучшения собственных возможностей организма пациента, в отсутствие инвазивных вмешательств, без использования медицинских препаратов, прием которых сопряжен с риском возникновения ряда нежелательных явлений [2]. Предлагаемый комплекс физиотерапевтических воздействий обеспечивает постепенную резорбцию, уменьшение протрузий или грыж МПД за счет мобилизации внутренних возможностей самого организма [12].

Разработан оригинальный режим проведения предлагаемых процедур.

Так, вначале в течение 4–6 минут проводят СИНИЛТ. Длительность зависит от числа точек, зон лазерного воздействия, которое определяется в зависимости от показаний, имеющихся у конкретного пациента. После лазерного воздействия в рамках той же процедуры в течение 10 минут проводят гальванотерапию.

Курс лечения обычно включает десять таких сочетанных физиопроцедур, проводимых регулярно, что напрямую влияет на их лечебную эффективность. Прерывание курса или проведение неполного курса приводит к снижению или отсутствию достижения лечебных эффектов, ввиду недостаточности воздействия на восстановление структуры МПД, хрящевых элементов в позвоночных суставах. При длительных перерывах рекомендуется проведение повторного определения актуального состояния пациента с последующей адекватной корректировкой параметров воздействий. В частности, при возвращении болевого синдрома после перерыва в лечении иногда приходится изменять частоту лазерного воздействия при СИНИЛТ. Так, при наличии обострения болевого синдрома у пациента может быть использован лазер с частотой 3000 Гц [4]. В случае выраженного болевого синдрома (более 5 баллов по визуально-аналоговой шкале боли) вместо комплекса СИНИЛТ и терапии гальваническим током целесообразно применение другого физиовоздействия — внутритканевого диадинамофореза [13]. Вместе с тем, комплексная процедура в виде сверхимпульсной низкоинтенсивной лазеро- и гальванотерапии комфортно переносится пациентами. Как правило, отсутствуют какие-либо нежелательные, побочные эффекты.

Противопоказаны СИНИЛТ и гальванотерапия при выявлении у пациента злокачественного новообразо-

вания, эпилепсии, выраженного атеросклероза мозговых сосудов, при наличии кардиостимулятора или металлических имплантов в области, подвергаемой лечебному воздействию, резко выраженного атеросклероза сосудов головного мозга. Не проводят лечение также при лихорадочных состояниях, уровне артериального давления выше 170 мм рт ст и у беременных женщин. Однако проведение процедур вполне возможно при наличии доброкачественных новообразований, артериальном давлении ниже 169 мм рт ст, наличии синусовых аритмий [14]. Для демонстрации положительных лечебных эффектов комплексного воздействия сверхимпульсным низкоинтенсивным лазером и гальваническими токами ниже представлен клинический пример такого использования.

Пациентка С., 52 года, обратилась в клинику по поводу выраженного болевого синдрома в поясничном отделе, отмечает «прострелы» в левую нижнюю конечность, чувствительные нарушения в виде онемения и «ползания мурашек» по задней и боковой поверхности левого бедра и левой голени, тыла левой стопы и первых двух пальцев левой нижней конечности. Боли в пояснице пациентка отмечает у себя не менее 6 лет, обострения с выраженным болевым синдромом — 3–4 раза в год, провоцируются переохлаждением, долгой работой в положении сидя. Ранее лечилась местным нанесением и приемом внутрь НПВП с переменным эффектом, а также внутримышечными инъекциями мелоксикама и толперизона курсами по 5 дней.

При клиническом осмотре имеется выраженное мышечное напряжение в области поясницы, тазовой зоны слева, страдает походка. Интенсивность болей по визуальной аналоговой шкале — 7 баллов. Выставлен диагноз дорсопатии поясничного отдела позвоночника, радикулопатии L4-L5 слева, миотонического синдрома, период обострения.

Первоначально пациентке была проведена паравerteбральная блокада с бетаметазоном 7 мг 1 мл на уровне L4-L5 слева с курсом внутритканевого диадинамофореза с цианокобаламином 1 мл 500 мкг на левую сторону поясничного отдела, пять процедур, проводимых ежедневно, что привело к уменьшению болевых ощущений до 4

баллов по визуальной аналоговой шкале. При проведении МРТ поясничного отдела выявлена грыжа МПД на уровне L4-L5, 6 мм, каудальная миграция 7 мм.

Пациентке по соматическому статусу было противопоказано хирургическое лечение грыжи МПД. Было предложено проведение сочетанного воздействия СИНИЛТ и гальванизации по 10 процедур, с повтором таких курсов через три месяца трижды в год. По окончании уже двух повторных курсов у пациентки полностью купировался болевой синдром сократилось число обострений в год до одного, исчезли корешковые проявления. По данным МРТ, проведенной через год после первоначального обращения пациентки, размеры грыжи МПД L4-L5 уменьшились до 4 мм, каудальная миграция на 3 мм.

Таким образом, сочетанное воздействие сверхимпульсной низкоинтенсивной лазеротерапии и гальванических токов эффективно как завершающие процедуры для пациентов с грыжей МПД, что способствует как таковой ее резорбции. При этом первоначально проводимый внутритканевой диадинамофорез оказывает преимущественно антиалгическое, противовоспалительное действие, что необходимо пациентам в период обострения. Сочетанное воздействие процедурами СИНИЛТ и гальванизации, проводимое далее, в большей степени направлено уже на стимуляцию резорбции межпозвонковой грыжи и более целесообразно во время подострого, либо хронического этапа течения заболевания. Для наилучших и стойких результатов мы считаем целесообразным проведение не менее чем трех курсов сочетанного воздействия СИНИЛТ и гальванизации с перерывами в три месяца, что в общей сложности может занять один год. Проведение процедуры возможно каждый день или через день.

МРТ-контроль для отслеживания динамики размеров грыжи МПД является желательным. Так, с помощью МРТ выявлено, что размеры межпозвонковых грыж, по сравнению с выявляемыми перед началом лечения, в результате резорбции, вызываемой описываемым сочетанным физиовоздействием, сокращаются в два и более раз, что наиболее заметно при проведении МРТ грыж, размеры которых изначально превышали 7 мм.

Литература:

1. Попелянский Я. Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология): руководство для врачей / Я. Ю. Попелянский. — 5-е изд. — Москва: МЕДпресс-информ, 2011. — 672 с.
2. Fransen M. et al. Glucosamine and chondroitin for knee osteoarthritis: a double-blind randomised placebo-controlled clinical trial evaluating single and combination regimens. // *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2015. 74(5). P. 851–858. URL: https://www.researchgate.net/publication/281040496_Glucosamine_and_chondroitin_for_knee_osteoarthritis_a_double-blind_randomised_placebo-controlled_clinical_trial_evaluating_single_and_combination_regimens
3. Гореликов А. Е. с соавт. Реабилитация больных с синдромом оперированного позвоночника с осложненным течением послеоперационного периода после дискэктомии. // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2017. 5. С. 40–47.
4. Москвин С. В. Основы лазерной терапии. — М.: Триада, 2016. — 896 с.
5. Chow R, Johnson M, Lopes-Martins R et al. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. // *The Lancet*. 2009. 374. P. 1897–1908. URL: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(09\)61522-1/abstract?rss=yes](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(09)61522-1/abstract?rss=yes).

6. Miryutova F., Badalov N. G., Minchenko N. N., Prilipko N. S. Physiotherapy in rehabilitation of patients with degenerative disk diseases from positions of evidence-based medicine: a literature review. // Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2024. 101(2). P. 57–63. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38639152/>.
7. Улащик, В. С. Общая физиотерапия: учебник / В. С. Улащик, А. С. Лукомский. — 3-е изд., стереотип. — Минск: Книжный Дом, 2008. — 512 с.
8. МАТРИКС. ЛАЗМИК. URL: <https://matrix-med.ru/lazmik/>
9. Тонус-1М ДДТ-50–10. Аппарат для терапии диадинамическими токами и гальванизации. URL: <https://ftomed.ru/apparaty/apparat-ddt-50-10-tonus-1m/?ysclid=ml3l2hg5zt724188996>.
10. Пономаренко Г. Н. Физические методы лечения: справочник. — СПб., 2002. — 299 с.
11. Улащик В. С. Физиотерапия. Универсальная медицинская энциклопедия. — Минск: Книжный дом, 2008. — 640 с.
12. Ткачев А. М. и др. Патологические аспекты резорбции грыж межпозвонкового диска. // Consilium Medicum. 2019; 21(2): 59–63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/patofiziologicheskie-aspekty-rezorbtsii-gryzh-mezhpozvonkovogo-diska>.
13. Гутин О. В. Особенности использования внутритканевого диадинамофереза для релаксации и стимуляции мышц и нервов. // Научные высказывания. 2026. № 5 (92). С. 15–18. URL: https://nvjournal.ru/article/OSOBEN-NOSTI_ISPOLZOVANIJa_VNUTRITKANEVOGO_DIADINAMOFEREZA_DLJa_RELAKSATsII_I_STIMULJaTsII_MYShTs_I_NERVOV
14. Физиотерапия: учебное пособие / Г. Ш. Гафиятуллина [и др.]. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 272 с.

Роль ферроптоза в патогенезе кардиомиопатий и сердечной недостаточности

Завгородняя Валерия Романовна, студент

Научный руководитель: Остроухова Оксана Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент;

Научный руководитель: Лущик Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

В обзоре систематизированы современные представления о роли ферроптоза — железозависимой формы регулируемой клеточной смерти — в патогенезе кардиомиопатий и сердечной недостаточности. Рассмотрены молекулярные механизмы, связывающие нарушение метаболизма железа и липидов с гибелью кардиомиоцитов, а также обоснованы перспективные направления терапевтического воздействия.

Ключевые слова: ферроптоз, кардиомиопатия, сердечная недостаточность, перекисное окисление липидов, GPX4, железо, терапевтические мишени.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания остаются ведущей причиной смертности в мире, а сердечная недостаточность (СН) — одной из главных причин инвалидизации. Долгое время основное внимание уделялось апоптозу и некрозу как ключевым формам гибели кардиомиоцитов, однако открытие в 2012 году ферроптоза существенно расширило представления о механизмах повреждения миокарда [1, с. 3248].

Ферроптоз — уникальная форма регулируемой клеточной смерти, которая отличается от апоптоза, некроптоза и пироптоза по морфологическим, биохимическим и генетическим признакам [2, с. 108]. Его отличительные черты — накопление Fe^{2+} , избыточная продукция активных форм кислорода (АФК) и железозависимое перекисное окисление липидов (ПОЛ) мембран. Морфологически ферроптоз проявляется уменьшением митохондрий, повышением плотности их мембран, исчезновением крист и разрывом наружной мембраны; в от-

личие от апоптоза, он не сопровождается активацией каспаз и фрагментацией ДНК.

Значимость ферроптоза для кардиологии определяется ограниченной регенеративной способностью миокарда: гибель даже небольшой части кардиомиоцитов запускает компенсаторное ремоделирование, которое со временем приводит к фиброзу, дилатации камер и прогрессирующей дисфункции сердца.

Молекулярные механизмы ферроптоза

Ключевой триггер ферроптоза — накопление лабильного пула железа в цитоплазме. Железо поступает в клетку преимущественно через TfR1-опосредованный эндоцитоз, а также через CD44-зависимый путь. Избыток Fe^{2+} участвует в реакции Фентона, генерируя гидроксильные радикалы и усиливая ПОЛ [1, с. 3249].

Важную роль в поддержании пула железа играет ферритинофагия — селективная аутофагия ферритина, опосредованная NCOA4. NCOA4 доставляет ферритин в ли-

зосомы для деградации, что высвобождает свободное железо и повышает уровень лабильного пула [2, с. 111].

Центральное место в защите от ферроптоза занимает система Xc^- -GSH-GPX4. Антипортер System Xc^- (основная субъединица — SLC7A11) обеспечивает поступление цистина для синтеза глутатиона (GSH), а GPX4 использует GSH для восстановления липидных гидропероксидов до нетоксичных спиртов. GPX4 — основной эндогенный механизм предотвращения ПОЛ, и его инактивация запускает ферроптоз [3, с. 3054].

Помимо оси GPX4, существуют дополнительные механизмы защиты. FSP1 на плазматической мембране восстанавливает коэнзим Q10 и прерывает цепные реакции ПОЛ независимо от GSH; в митохондриях аналогичную функцию выполняет DHODH, восстанавливающая убихинон. Нарушение каждого из этих барьеров повышает чувствительность клеток к ферроптозу [2, с. 114].

Ферроптоз в патогенезе кардиомиопатий

В обзоре Li и соавторов систематизированы данные о вовлечённости ферроптоза в патогенез гипертрофической и дилатационной кардиомиопатий, а также их вторичных форм — ишемической, диабетической и доксорубициновой. Авторы отмечают, что потеря кардиомиоцитов — ключевое звено патогенеза, а ферроптоз — один из значимых механизмов такой потери [4, с. 5].

Диабетическая кардиомиопатия (ДКМП) развивается независимо от ИБС и артериальной гипертензии. Хроническая гипергликемия, гиперлипидемия и инсулинорезистентность создают условия для ферроптоза: усиливается продукция АФК, нарушается антиоксидантная защита, изменяется метаболизм железа. Повышенная восприимчивость диабетического сердца связана с накоплением железа в миокарде, аномальным липидным обменом и избыточным окислительным стрессом [5, с. 4].

Xiang и соавторы показали, что сигнальный путь PACS2/CPT1A/DHODH участвует в регуляции ферроптоза при ДКМП: подавление PACS2 снижало экспрессию CPT1A и повышало экспрессию DHODH, обращая вспять индуцированный гипергликемией ферроптоз и улучшая сердечную функцию у мышей с диабетом [7, с. 5].

Wang и соавторы обнаружили, что FGF21 улучшает ДКМП через ингибирование ферроптоза: фактор напрямую связывается с тяжёлой и лёгкой цепями ферритина, предотвращая его чрезмерную деградацию в протеасомном и лизосомально-аутофагическом путях и удлиняя период полураспада. Вышестоящим регулятором FGF21 служит транскрипционный фактор ATF4 [8, с. 5].

Доксорубин, широко применяемый в онкологии, вызывает дозозависимую кардиотоксичность. Wang и соавторы показали, что PRMT4 способствует ферроптозу при доксорубициновой кардиомиопатии: он взаимодействует

с Nrf2, вызывая его метилирование, что ограничивает ядерную транслокацию Nrf2 и подавляет транскрипцию GPX4. Ингибирование ферроптоза ферростатином-1 устраняло вредное действие PRMT4 [9, с. 1984].

Cui и соавторы идентифицировали протоспаппанин A (PrA), защищающий миокард от доксорубицинового повреждения: PrA связывается с ACSL4 и FTH1, предотвращая фосфорилирование ACSL4 и аутофагическую деградацию FTH1. Соединение также защищает от ишемически-реперфузионного повреждения [10, с. 5].

Ta и соавторы обнаружили, что митохондриальный белок FUNDC2 взаимодействует с SLC25A11 (транспортером глутатиона) и регулирует уровень митохондриального GSH; нокаут FUNDC2 защищал мышей от доксорубин-индуцированного повреждения сердца путём предотвращения ферроптоза [6, с. 6].

Терапевтические стратегии

В обзоре Zhao и соавторов систематизированы подходы к терапевтическому воздействию на ферроптоз при ССЗ. Классические ингибиторы включают радикал-связывающие антиоксиданты (ферростатин-1, липрокс-статин-1), хелаторы железа (дефероксамин, деферипрон, дексразоксан) и антиоксиданты (TEMPO, MitoTEMPO, N-ацетилцистеин) [1, с. 3254].

Wu и соавторы описали терапевтические стратегии при различных ССЗ: дексразоксан и ферростатин-1 защищают от доксорубициновой кардиомиопатии, поддерживая функцию митохондрий, а липроксстатин-1 уменьшает размер инфаркта и защищает целостность митохондрий при ишемически-реперфузионном повреждении [3, с. 3054–3055].

Wang и соавторы описали дополнительные подходы при диабетических ССЗ: ингибиторы SGLT2 (эмпаглифлозин, дапаглифлозин, канаглифлозин) демонстрируют антиферроптотическую активность в клинических и экспериментальных исследованиях, а метформин проявляет аналогичный эффект через активацию NRF2 и снижение экспрессии NOX4 [5, с. 8].

Li и соавторы отмечают, что растительные экстракты и природные соединения (сульфорафан, куркумин, астрагалозид IV, байкалин) демонстрируют кардиопротекторные эффекты через ингибирование ферроптоза в моделях ДКМП [4, с. 9].

Заключение

Ферроптоз — значимый патогенетический механизм повреждения миокарда при кардиомиопатиях различной этиологии и СН. Накопление данных о молекулярных путях его регуляции открывает новые возможности для терапевтического вмешательства. Однако остаётся ряд нерешённых вопросов: вклад ферроптоза на разных стадиях заболевания, наличие специфических биомаркеров, оптимизация терапевтических стратегий для миними-

зации побочных эффектов. Дальнейшие исследования, направленные на трансляцию экспериментальных находок в клиническую практику, могут привести к разработке новых подходов к лечению кардиомиопатий и СН.

Литература:

1. Zhao, Y. Ferroptosis in cardiovascular disease: regulatory mechanisms and therapeutic implications / Y. Zhao, A. Linkermann, M. Takahashi, Q. Li, X. Zhou // *European Heart Journal*. — 2025. — Vol. 46. — P. 3247–3260.
2. Tang, D. Ferroptosis: molecular mechanisms and health implications / D. Tang, X. Chen, R. Kang, G. Kroemer // *Cell Research*. — 2021. — Vol. 31, № 2. — P. 107–125.
3. Wu, X. Ferroptosis as a novel therapeutic target for cardiovascular disease / X. Wu, Y. Li, S. Zhang, X. Zhou // *Theranostics*. — 2021. — Vol. 11, № 7. — P. 3052–3059.
4. Li, D. Ferroptosis and its role in cardiomyopathy / D. Li, W. Pi, Z. Sun, X. Liu, J. Jiang // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. — 2022. — Vol. 153. — Art. 113279.
5. Wang, Z. Ferroptosis: mechanism and role in diabetes-related cardiovascular diseases / Z. Wang, C. Wu, D. Yin, K. Dou // *Cardiovascular Diabetology*. — 2025. — Vol. 24. — Art. 60.
6. Ta, N. Mitochondrial outer membrane protein FUNDC2 promotes ferroptosis and contributes to doxorubicin-induced cardiomyopathy / N. Ta, C. Qu, H. Wu [et al.] // *PNAS*. — 2022. — Vol. 119, № 36. — Art. e2117396119.
7. Xiang, H. PACS2/CPT1A/DHODH signaling promotes cardiomyocyte ferroptosis in diabetic cardiomyopathy / H. Xiang, Q. Lyu, S. Chen [et al.] // *Cardiovascular Diabetology*. — 2024. — Vol. 23. — Art. 432.
8. Wang, R. Fibroblast growth factor 21 improves diabetic cardiomyopathy by inhibiting ferroptosis via ferritin pathway / R. Wang, X. Zhang, H. Ye [et al.] // *Cardiovascular Diabetology*. — 2024. — Vol. 23. — Art. 394.
9. Wang, Y. PRMT4 promotes ferroptosis to aggravate doxorubicin-induced cardiomyopathy via inhibition of the Nrf2/GPX4 pathway / Y. Wang, S. Yan, X. Liu [et al.] // *Cell Death & Differentiation*. — 2022. — Vol. 29. — P. 1982–1995.
10. Cui, J. Protospapannin A Protects DOX-Induced Myocardial Injury and Cardiac Dysfunction by Targeting ACSL4/FTH1 Axis-Dependent Ferroptosis / J. Cui, Y. Chen, Q. Yang [et al.] // *Advanced Science*. — 2024. — Vol. 11. — Art. 2310227.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Как выбрать баскетбольный мяч

Бесчастный Иван Романович, студент

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В статье рассмотрены критерии выбора баскетбольного мяча с учетом возраста игрока и условий игры.

Ключевые слова: спорт, баскетбол, баскетбольный мяч, размер мяча, материал покрытия

Цель

Определить, как выбрать подходящий баскетбольный мяч для ребенка в школу или для спортсмена в секцию.

Актуальность

Покупатели часто выбирают баскетбольный мяч по цене или внешнему виду и при этом не учитывают возраст игрока и условия игры. Неподходящий мяч мешает освоению техники, а у детей повышает риск травм кистей и пальцев.

Практическая значимость

Статья будет полезна родителям, которые выбирают мяч ребенку, а также всем, кто хочет заниматься баскетболом.

Задачи

1. Определить, для кого подходят мячи разных размеров.
2. Выяснить, как материал покрытия влияет на свойства мяча.
3. Узнать, как накачивать и хранить мяч, чтобы он прослужил долго.

Выбор баскетбольного мяча на первый взгляд кажется простой задачей, не требующей специальных знаний. На деле неправильный размер, неудачный материал или слишком жесткий мяч могут испортить удовольствие от игры, а иногда и привести к травмам кистей и пальцев. Особенно это важно, если мяч покупают ребенку или подростку. Классик советского и российского баскетбола А. Я. Гомельский в «Библии баскетбола» неоднократно отмечал важность качественного снаряда для формирования правильной техники [2]. В статье рассмотрено, на что обращать внимание при выборе, чтобы мяч удобно лежал в руке и долго служил.

Размеры мячей и возрастные рекомендации

Начать стоит с размера. Баскетбольные мячи маркируются номерами 3, 5, 6 и 7, реже встречается № 4. Размер определяет окружность и вес мяча, их подбирают под возраст и пол игрока. Согласно официальному документу *FIBA Basketball Equipment* (редакция 2026 года), для мужских соревнований предусмотрен мяч № 7 с окружностью 750–770 мм и массой 580–620 г, для женских — № 6 (715–730 мм, 510–550 г), а для мини-баскетбола — № 5.

Мяч № 7 — стандартный размер для мужского баскетбола. Окружность примерно 75–77 см, вес около 580–620 г. Им играют взрослые мужчины и юноши с 14–15 лет; это официальный размер профессиональных мужских лиг, включая NBA, и мужских турниров FIBA. Если вы взрослый и играете всерьез, берите «семерку».

Мяч № 6 чуть меньше: окружность 71,5–73 см, вес 510–550 г. Им играют женщины, девушки с 12 лет и мальчики 12–14 лет. Это официальный размер мяча для женского баскетбола (WNBA и женские соревнования FIBA).

Мяч № 5 предназначен в основном для детей 9–12 лет. Его окружность около 68,5–70 см, вес 465–495 г. С ним удобно учиться вести мяч, бросать и ловить. Если дать ребенку такого возраста взрослую «семерку», он быстро устанет, а техника будет страдать: мяч слишком тяжелый и большой для детской ладони.

Мяч № 3 (иногда № 4) — для самых маленьких, примерно 4–8 лет. Окружность 56–58 см, вес 300–330 г. Это почти игрушка, но с правильной формой и отскоком. Ребенок учится чувствовать мяч, не перегружая кисти и предплечья.

Материалы покрытия: кожа, композит и резина

От материала зависит и ощущение мяча в руках, и то, где им можно играть, и сколько он прослужит. В официальных правилах FIBA указано, что внешняя поверхность

мяча должна быть изготовлена из натуральной или искусственной кожи либо комбинации этих покрытий.

Натуральная кожа. Такие мячи используют на профессиональных матчах в залах. После небольшой обкатки они отлично «липнут» к руке и дают мягкий, предсказуемый отскок. Минус: кожа быстро стирается на асфальте и бетоне, поэтому на улице такой мяч прослужит очень недолго. Кроме того, он дороже и требует аккуратного хранения: не любит влаги и резких перепадов температуры.

Композитная (синтетическая) кожа. Это многослойный материал на основе полиуретана или ПВХ, который имитирует свойства настоящей кожи. Хорошие композитные мячи сразу дают приятный хват, не требуют долгой разминки и подходят как для зала, так и для относительно ровных уличных площадок (например, с резиновым покрытием). На голом асфальте они все равно изнашиваются быстрее резиновых, но служат заметно дольше кожаных.

Резина. Резиновые мячи почти не изнашиваются на асфальте, бетоне и даже на грунтовых площадках. Они дешевле, неприхотливы в уходе и отлично подходят для дворовых игр, стритбола и тренировок на улице. Однако ощущения от игры другие: мяч жестче, хват хуже, особенно если руки вспотели. Для серьезных занятий в зале резиновый мяч не лучший выбор.

Насосы, давление и как правильно накачать мяч

Даже самый дорогой мяч будет плохо отскакивать и «плавать» в руках, если его неправильно накачать. Рекомендуемое давление для большинства баскетбольных мячей — 7,5–8,5 psi (около 0,5–0,6 бара). Точное значение обычно указано на самом мяче рядом с клапаном или в инструкции. Регламент FIBA также описывает тест на отскок: мяч, сброшенный с высоты около 1,8 м, должен отскочить на 1035–1085 мм.

Для накачки нужен насос с тонкой иглой (ниппельной насадкой). Подойдет и обычный велосипедный насос, если к нему есть такая игла. Лучше брать насос с манометром — так вы точно попадете в нужный диапазон. Перед тем как вставить иглу, ее желательно слегка смочить водой или специальным силиконовым маслом — это защитит клапан от повреждений. Вставляйте иглу строго перпендикулярно и качайте плавно.

Литература:

1. Official Basketball Rules 2026. Basketball Equipment / FIBA Central Board. — Valid as of 1st October 2026. — 31 p. — URL: <https://assets.fiba.basketball/image/upload/documents-corporate-fiba-official-rules-2026-equipment-v1-0.pdf> (дата обращения: 19.10.2026).
2. Гомельский, А. Я. Библия баскетбола. 1000 баскетбольных упражнений / А. Я. Гомельский. — Москва : Эксмо, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-699-89080-4.
3. Сидоров, Д. Г. Технические приемы владения мячом в баскетболе: учеб.-метод. пособие / Д. Г. Сидоров, А. В. Погодин, В. М. Шукин. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. — 60 с.
4. Егоров, А. В. Методика обучения технике владения мячом в баскетболе: учеб.-метод. пособие / А. В. Егоров, А. Н. Нежелской, С. О. Скворцова. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2023.
5. Krause, J. Basketball Skills & Drills / J. Krause. — 3rd ed. — Champaign : Human Kinetics, 2015. — 280 p.

Если манометра нет, давление можно проверить тем же тестом на отскок: поднимите мяч на высоту около 1,8 м (примерно до уровня головы взрослого) и отпустите. Правильно накачанный мяч должен отскочить на 1035–1085 мм (примерно до уровня пояса). Если он отскакивает слишком высоко и жестко, мяч перекачан, если почти не прыгает — нужно добавить воздуха.

Не стоит накачивать мяч до каменной твердости. Перекачанный мяч хуже контролируется, сильнее бьет по пальцам и быстрее изнашивает покрытие, а недокачанный плохо отскакивает и мешает дриблингу. Стабильное давление в мяче — одно из условий формирования правильных навыков ведения и броска.

Еще несколько практических советов

Обращайте внимание на швы и канавки. У хорошего мяча глубокие ровные канавки — они помогают лучше чувствовать мяч при ведении и броске. У дешевых мячей рисунок часто слишком мелкий, и рука соскальзывает.

В магазине мяч можно слегка подбросить или прокатить по полу — он не должен вильять в сторону. Несбалансированный мяч будет лететь по непредсказуемой траектории.

Храните мяч в сухом месте при комнатной температуре, вдали от прямых солнечных лучей и батарей. Зимой не оставляйте его в холодном гараже или на балконе — материал может задубеть.

Заключение

Выбор баскетбольного мяча сводится к трем главным вопросам: кому (возраст и пол), где (зал или улица) и зачем (поиграть во дворе или серьезно тренироваться). Правильный размер избавит от лишней нагрузки на руки, подходящий материал продлит срок службы мяча, а верное давление и бережное хранение сохранят его игровые свойства.

Не гонитесь за самым дорогим мячом, если играете на асфальте, и не берите самый дешевый резиновый, если занимаетесь в зале и хотите хорошо чувствовать мяч. Лучше один раз потратить чуть больше времени на выбор, чем потом играть неподходящим мячом.

Эффективные практики стимулирования двигательной активности дошкольников в условиях ограниченного пространства

Галищева Оксана Ивановна, воспитатель;
Ельчищева Марина Сергеевна, воспитатель;
Коржова Ирина Викторовна, инструктор по физической культуре
ЧДОУ «Православный детский сад «Покровский» г. Белгорода

Материал посвящен проблеме организации физического развития дошкольников в условиях дефицита пространства. В тексте обосновывается необходимость двигательной активности для профилактики нарушений здоровья (сколиоза, плоскостопия), снятия психоэмоционального напряжения и стимуляции речевого развития через связь моторных и речевых центров коры головного мозга.

Вместо традиционных подвижных игр авторы предлагают систему из пяти нейropsихологических практик, адаптированных для малых площадей: «Глубоководная экспедиция» (балансирующий нейротрек), «Тактильные маяки» (алгоритмическая ходилка), «Спиральный штрек» (кинезиологический самоконтроль), «Синхронизация манипуляторов» (билатеральная координация). Каждая методика объединяет физическую нагрузку с когнитивными задачами (счет, память, пространственное планирование), сенсорной интеграцией и межполушарным взаимодействием.

Ключевые слова: двигательная активность дошкольников, ограниченное пространство, нейropsихологические практики, сенсомоторное развитие, билатеральная координация, сенсорная интеграция, когнитивная нагрузка, балансирующий нейротрек, проприоцепция, межполушарное взаимодействие, саморегуляция, физическое развитие, профилактика нарушений здоровья.

Стимулирование двигательной деятельности у дошкольников в условиях ограниченного пространства — это не просто способ занять детей, а критическая необходимость для их здоровья и развития. Даже в маленькой группе или спальне можно организовать полноценную физическую активность, которая решает сразу несколько задач:

— Профилактика нарушений. Регулярные движения предотвращают сколиоз, плоскостопие и проблемы со зрением, которые возникают из-за статичных поз.

— Снятие психоэмоционального напряжения. Для активных дошкольников движение — лучший способ сбросить накопившуюся энергию и избежать капризов.

— Развитие мозга. Согласно исследованиям нейрофизиологов, центры речи и моторики в коре головного мозга расположены рядом и тесно взаимосвязаны: чем точнее движения пальцев и тела, тем активнее развивается речь ребенка.

1. Практика: Квест «Глубоководная экспедиция» (Балансирующий нейротрек)

Эта игра превращает обычную ходьбу по узкой дорожке в захватывающее межполушарное приключение. Она идеально подходит для ограниченного пространства, так как задействует лишь тонкую полосу пола.

Суть практики: На полу расстилается длинный отрез синей ткани — это «Холодные течения Тихого океана». Прямо на ткань рассыпаются тактильные фигурки: гладкие камешки-переливашки, колючие морские звезды из бархата и скользкие резиновые акулы. Задача ребенка-дайвера — пройти по «мосту спасателей» (обычная деревянная планка или черта скотча шириной 10–15 см),

не коснувшись воды и ее обитателей. Но просто пройти скучно, поэтому вводятся когнитивные фильтры.

Нейроподход и уровни сложности: Движение здесь неразрывно связано с интеллектуальной нагрузкой, что исключает хаотичную беготню:

Уровень «Эхолокация» (базовый): Ребенок идет по мостику спиной вперед или приставным шагом. Это меняет привычную схему движения и заставляет мозг заново выстраивать координацию в пространстве.

Уровень «Сбор жемчуга» (когнитивный): На пути лежат белые бумажные круги («пузыри воздуха»). Наступать можно только на них. Перед переходом воспитатель дает алгоритм: «Наступи только на те пузыри, которые находятся рядом с красной акулой, но избегай зеленых водорослей». Ребенку приходится сканировать пространство взглядом, удерживать инструкцию в рабочей памяти и контролировать равновесие одновременно.

Уровень «Морской шифр» (билатеральный): В руках у ребенка две карточки — на одной нарисован дельфин, на другой — краб. Наступая на очередную «кочку» (силиконовый коврик посреди синего моря), он должен поднять соответствующую карточку правой или левой рукой по команде ведущего («Правая рука — дельфин! Левая — краб!»). Это мощнейшая синхронизация полушарий: ноги выполняют симметричное движение по прямой, а руки — асимметричные команды.

Почему это работает в тесноте: Игра локализована. Синее море может быть всего метр в ширину, но за счет мелких деталей (рыбок, карточек, алгоритмов шагов) оно воспринимается ребенком как огромное препятствие. Практика развивает проприоцепцию (чувство тела), глазомер при перешагивании через препятствия и тормозной контроль — умение вовремя остановиться

перед «краем обрыва», не оступившись в воображаемую воду.

2. Практика: Нейрополигон «Тактильные маяки» (Алгоритмическая ходилка)

Эта практика трансформирует привычную настольную игру в масштабное телесно-когнитивное упражнение. Она идеально выстраивает саморегуляцию и чувство границ, не требуя для этого бега по кругу или бросков тяжелых мячей.

Суть практики: Пространство группы превращается в «Зону странных аномалий». На полу хаотично, но на расстоянии вытянутой руки друг от друга расставляются яркие тактильные конусы — это «Маяки стабильности». Между ними нет нарисованных линий, только пустое пространство («Вакуум»). Дети не сидят за столом над полем, а сами становятся фишками в этой живой игре.

Нейроподход и уровни сложности: Игра строится на жесткой связи между вестибулярным аппаратом, глазомером и математическим мышлением:

Уровень «Базовый прыжковый телепорт» (базовый): Ребенок бросает массивный сенсорный кубик с мягкими гранями. Выпавшее число точек — это количество разрешенных шагов-докладов. Важнейшее правило нейротрека: передвигаться можно только приставным шагом или длинными прыжками-лягушками строго по прямой к выбранному конусу. Обычный шаг запрещен. Это ломает автоматизм движения и заставляет мозг контролировать мышечные синергии.

Уровень «Радарная сетка» (когнитивный): Конусы маркируются цифрами от 1 до 15. После броска кубика ребенок должен решить микро-задачу. Например, выпало «4». Ведущий дает вводную: «Ты стоишь у маяка номер 8. Переместись на минус 4 единицы». Ребенку нужно удерживать в голове стартовую позицию, выполнить арифметическое действие ($8 - 4 = 4$) и визуально найти глазами конус под номером 4 через частокол других препятствий. Это тренирует пространственное планирование и рабочую память.

Уровень «Гравитационная ловушка» (сенсорная интеграция): Среди обычных конусов ставятся два-три «аномальных» (например, перевернутых вверх ногами или обернутых в наждачную бумагу). Если после подсчета точек ребенок приземляется рядом с такой ловушкой, он обязан выполнить штрафной протокол: пройти остаток пути до ближайшего безопасного маяка на пятках, высоко поднимая колени, или пропрыгать его на одной ноге спиной вперед. Это резко повышает требования к координации.

Почему это работает в тесноте: Игра лишена линейности. В отличие от классической дорожки из 10 клеток, здесь поле многомерное. Ребенок сам выбирает вектор движения в зависимости от выпавшего числа. Маленькая группа может играть на пятчке 2 на 3 метра, так как передвижение происходит микроскопическими отрез-

ками. Практика великолепно развивает тормозной контроль: ребенку нужно точно рассчитать силу толчка при прыжке, чтобы остановиться ровно у основания конуса, не сбив его и не вылетев за пределы игрового поля.

3. Практика: Протокол «Спиральный штрек» (Гибкость и кинезиологический самоконтроль)

Эта практика — современная интерпретация классической игры, переведенная в формат нейропсихологической разминки. Она локализована на одном квадратном метре пола, но требует от ребенка ювелирной работы над собственным телом.

Суть практики: В центре группы материализуется «Лазерный барьер системы безопасности». Педагог удерживает гимнастическую палку (или легкий обруч), которая служит визуальным якорем. Дети выстраиваются в живую очередь-цепочку перед барьером. Задача — преодолеть препятствие, не активировав сенсор тревоги (не задев палку). С каждым успешным пролазом педагог микрон за микроном опускает уровень угрозы.

Нейроподход и уровни сложности: Игра эволюционирует от простой растяжки к сложному управлению вестибулярным аппаратом:

Уровень «Наземный шлюз» (базовый): Прохождение осуществляется классическим способом — прогнувшись назад («мостиком»). Но вводится когнитивный фильтр: пока ребенок находится под планкой с запрокинутой головой (что само по себе дезориентирует), ведущий называет ему геометрическую фигуру или цвет. Ребенок должен найти глазами предмет этой формы или цвета где-то в дальнем углу комнаты, не меняя положения тела. Это тренирует зрительное внимание в условиях неудобной позы.

Уровень «Кракен» (сенсорная интеграция): Палка опускается до уровня коленей. Пройти обычным шагом невозможно. Ребенку предлагается проползти под ней, используя только перекаты с боку на бок, плотно прижавшись спиной к полу. Или пройти «гусиным шагом», но с книгой на голове для идеальной осанки. Касание барьера или падение книги означает перезапуск протокола.

Уровень «Зеркальный лабиринт» (билатеральный): Педагог усложняет задачу пространственными командами. «Пролезь так, чтобы твоя левая рука коснулась моей правой ноги, а правая рука осталась наверху». Это заставляет мозг ломать привычные двигательные паттерны и выполнять асимметричные движения в крайне ограниченном зазоре между полом и палкой.

Почему это работает в тесноте: Игра абсолютно статична по площади. Все действие происходит в узком коридорчике между точкой старта и педагогом. Главная сложность здесь — не скорость, а микро-контроль. При низком положении палки любое неконтролируемое дыхание (вдох грудью вместо диафрагмального) или тремор мышц приводит к касанию. Практика учит детей замедлять моторные реакции, чувствовать каждую мышцу своего тела

и сохранять ледяное спокойствие при нарастающем физическом дискомфорте.

4. Практика: Протокол «Синхронизация манипуляторов» (Билатеральная координация и сенсорная интеграция)

Эта парная микро-практика превращает обычный лист бумаги в сложный нейротренажер. Она наглядно демонстрирует детям, как физическое напряжение партнера напрямую влияет на их собственную мелкую моторику.

Суть практики: На полу выкладываются «Квантовые свитки» — обычные листы офисной бумаги А4, скотканые в плотные бумажные ядра. Дети разбиваются на пары и встают плечом к плечу. Они крепко сцепляются свободными руками (например, правый партнер держит левую за левую руку), образуя жесткую конструкцию. В оставшихся свободных руках у каждого оказывается по одному бумажному ядру. Задача дуэта — синхронно, не разрывая телесный контакт и не помогая себе телом или коленями, полностью распрямить бумагу до состояния ровного листа.

Нейроподход и уровни сложности: Игра переводит базальное разминание бумаги в формат сложного коммуникативного акта:

Уровень «Механический пресс» (базовый): Партнеры просто пытаются расправить бумагу одной рукой. Главная сложность здесь — гравитация и жесткость материала. Чтобы удержать лист от сворачивания обратно, требуется колоссальное изометрическое напряжение пальцев. Ребенок учится дозировать силу хвата: сожмет слишком сильно — прорвет бумагу, слабо — она выскользнет.

Уровень «Зеркальные нейроны» (когнитивный): Педагог вводит ограничение. Один партнер («Ведущий») только направляет процесс тактильно, а второй («Исполнитель») выполняет разглаживание строго под диктовку. Ведущий гладит пальцем своего напарника тыльную сторону его ладони, подсказывая направление движения («Веди

вверх... теперь закрепи угол...»). Это развивает проприоцептивную чувствительность и умение считывать невербальные сигналы.

Уровень «Асимметричный шторм» (билатеральный): После того как бумага распрямлена, дается команда восстановить ее первоначальный вид — снова смять в идеальный шарик одной свободной рукой, продолжая держаться другой рукой за партнера. Одностороннее смятие требует совершенно иного вектора мышечного усилия, чем симметричное разглаживание двумя руками, что создает мощный когнитивный диссонанс для мозга и тренирует переключаемость нервных процессов.

Почему это работает в тесноте: Протокол абсолютно автономен. Пары могут сидеть прямо на ковре, на стульчиках или даже стоять в проходе между столами — им не нужен размах. Игра лишена хаотичных движений. Вся энергия уходит внутрь системы «ребенок-рука-бумага-ребенок».

Это упражнение великолепно снимает излишнюю физическую агрессию и гиперактивность через контролируемое мышечное напряжение. Кроме того, оно учит эмпатии: если один ребенок начнет торопиться и дергать руку, второму станет больно или он потеряет контроль над бумагой. Практика заставляет замедлиться, почувствовать ритм партнера и синхронизировать микромоторику пальцев ради общего результата.

Представленные практики — это не просто способ сжечь детскую энергию, а фундаментальная перестройка педагогического подхода к физическому развитию. Мы доказали, что дефицит квадратных метров перестает быть ограничением, когда мы начинаем работать не с пространством, а с нейросвязями ребенка.

Ограниченное пространство заставляет нас быть изобретательными. Оно учит детей самоконтролю, терпению и умению чувствовать границы собственного тела и партнера. Интегрируя эти нейропрактики в ежедневную рутину, мы формируем не просто здоровых, а интеллектуально подвижных детей, чьи физические навыки неразрывно связаны с их будущей учебной успешностью.

Литература:

1. Горская И. Ю., Суянгулова Л. А. Развитие координационных способностей дошкольников средствами нейроигр // Теория и практика физической культуры. — 2024. — № 5. — С. 34–37.
2. Кольцова М. М. Двигательная активность и развитие функций мозга ребенка. — М.: Педагогика, 2020 (переизд.). — С. 56–62.
3. Рунова М. А. Двигательная активность ребенка в детском саду. — М.: Мозаика-Синтез, 2022. — С. 88–95.
4. Семенович А. В. Нейропсихологическая коррекция в детском возрасте. Метод замещающего онтогенеза. — М.: Генезис, 2021. — С. 112–125.

Спортивный туризм как один из видов оздоровительной деятельности

Демидова Жанна Юрьевна, студент магистратуры
Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова

Научный руководитель: Фахрутдинова Резида Ахатовна, доктор педагогических наук, профессор
Казанский (Приволжский) федеральный университет

В статье рассматриваются особенности организации, основные направления и виды спортивного туризма, актуальные проблемы развития физического воспитания молодежи. Обоснована роль спортивно-оздоровительного туризма как универсального инструмента физической, психологической и социальной реабилитации. Подробно раскрыта специфика девяти основных видов спортивного туризма согласно действующим правилам Минспорта РФ, а также рассмотрены методические аспекты формирования туристических маршрутов в образовательных учреждениях.

Ключевые слова: спортивный туризм, оздоровительная деятельность, физическое воспитание молодежи, социализация, туристические маршруты, цифровизация, рекреация.

Введение

В наше время ни для одного преподавателя, наставника или родителя не секрет, что в век цифровых технологий и распространения гаджетов особой проблемой в формировании личности обучающихся становится слабая социализация и выраженный малоподвижный образ жизни. Телефоны, компьютеры приставки, социальные сети, виртуальные игры и непрерывный поток цифровой информации забирают большое количество времени современной молодежи. Вместе с тем сильно ухудшаются все физические качества человека: падает выносливость, нарушается осанка, ослабевает иммунитет, повышается уровень тревожности и риск развития депрессии.

Клиповое мышление и постоянная виртуальная вовлеченность приводят к тому, что молодежь утрачивают навыки живого общения, эмпатии и работы в команде. Даже в момент, когда человек осознает, что хочет выйти в реальный мир и заняться какой-либо физической деятельностью, чтобы улучшить свое здоровье и повысить уровень жизни, он сталкивается с серьезными психологическими барьерами: отсутствием устойчивого интереса, синдромом отложенной жизни и страхом показаться слабым или некомпетентным на фоне более подготовленных сверстников.

Именно в этом и заключается уникальность спортивного туризма. Он универсален, демократичен и адаптивен, из-за чего подойдет каждому вне зависимости от уровня начальной физической подготовки. Туристический поход создает условия для возвращения человека к естественной среде обитания, где его физические и моральные усилия имеют осязаемый, реальный результат.

Теоретические основы спортивно-оздоровительного туризма

Как упоминал в своей статье К. А. Богинский, термин «спортивно-оздоровительный туризм» в основном со-

держит в себе два неразрывно связанных направления: спортивное и оздоровительное.

С одной стороны, мы можем направить свое внимание на оздоровительный и рекреационный эффект, который содержит в себе все связанное с физическим и психологическим состоянием человека. Пребывание на природе, смена обстановки, умеренные кардионагрузки на свежем воздухе способствуют снижению уровня стресса, улучшению работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также восстановлению психологического баланса.

С другой стороны, существует спортивное направление, где все внимание акцентируется на специальных видах физической активности и преодолении естественных препятствий (скандинавская ходьба, конные прогулки, сплавы, горные восхождения и т. д.). С помощью этих дисциплин достигается не только выраженный оздоровительный эффект, но и физическое совершенствование, воспитание дисциплинированности, развитие волевых качеств и обретение духовной гармонии через преодоление трудностей. [1]

Самым важным шагом в систематизации данной деятельности стало утверждение 22 апреля 2021 года новых правил вида спорта «Спортивный туризм» приказом Министрства спорта Российской Федерации. Этот документ не только легализовал и структурировал деятельность туристских организаций, но и задал четкие рамки безопасности и классификации маршрутов. Согласно правилам, выделяется 9 основных видов спортивного туризма, каждый из которых обладает уникальной методикой организации и специфическим оздоровительным воздействием. [3]

Классификация и специфика видов спортивного туризма

1. Автомобильный и мотоциклетный туризм.

Туристы проезжают заранее составленный маршрут по пересеченной местности с различными ландшафтными особенностями и сложным рельефом (плохо про-

ходимые дороги, броды, горные перевалы и т. п.), в том числе в условиях неблагоприятного климата.

Данный вид развивает стрессоустойчивость, навыки быстрого принятия решений и технического мышления. Участники учатся работать в команде при преодолении бездорожья, оказывать первую техническую и медицинскую помощь в полевых условиях. Это отличный вариант для молодежи, увлекающейся техникой, позволяющий совместить физическую выносливость с интеллектуальным навигационным поиском.

2. Велосипедный туризм.

Включает путешествия на различных видах велосипедов (дорожные, спортивные, горные) по равнине, оврагам, пескам, горным тропам.

Велотуризм является одним из самых доступных и популярных видов среди студенческой и школьной молодежи. Он хорошо тренирует выносливость, укрепляет мышцы ног и сердечно-сосудистую систему. Организация веломаршрута учит планированию бюджета, логистике, умению ремонтировать технику в походных условиях, что критически важно для формирования самостоятельности у подростков и молодых специалистов.

3. Водный туризм.

Спуски туристических групп на специальных плавательных средствах (байдарки, каноэ, катамараны, рафты) по реке, озеру или морю. Чаще всего для прохождения водных маршрутов выбирают горные реки, где главными препятствиями являются особенности течения, валы, бочки и пороги.

Водный туризм требует высочайшего уровня командного взаимодействия (синхронности во время гребли). Он развивает координацию, силу рук и спины, реакцию. Психологически преодоление водных препятствий (порогов) учит управлять страхом, доверять напарнику и сохранять хладнокровие в экстремальной ситуации.

4. Горный туризм.

Основные локальные препятствия в горных маршрутах состоят из траверсов хребтов и гребней гор, восхождений и преодоления перевалов.

Оздоровительный и педагогический аспект: Горы требуют серьезной предварительной физической и технической подготовки. Этот вид туризма закаляет характер, учит уважению к природе и пониманию собственной хрупкости. Работа на высоте тренирует дыхательную систему и развивает альпинистские навыки (работа с веревкой, страховка), что формирует чувство ответственности не только за себя, но и за жизнь товарища по связке.

5. Конный туризм.

Путешествие на лошадях верхом или в экипажах. Этот вид туризма заключается в прохождении маршрутов, содержащих специфические препятствия (перевалы, леса, реки).

Конный туризм обладает сильным терапевтическим эффектом. Такой вид терапии именуется иппотерапией. Он развивает мелкую и крупную моторику, укрепляет

мышцы кора и спины, улучшает осанку. Взаимодействие с животным снимает психологическое напряжение, развивает эмпатию и коммуникативные навыки, что особенно полезно для замкнутых подростков и молодежи с высокой тревожностью.

6. Лыжный туризм.

Передвижение туристических групп на лыжах в зимних условиях. Маршруты высшей категории сложности прокладываются, как правило, в труднодоступной горной местности. Предполагает наличие у участников навыков езды на лыжах, а также хороший уровень физической подготовки и морозоустойчивости. Кроме простого лыжного похода существует горнолыжный туризм.

Зимние походы — это лучшая школа закалывания и укрепления иммунной системы. Они учат выживанию в условиях низких температур, организации бивака в снегу, профилактике обморожений. Лыжный туризм воспитывает целеустремленность и умение терпеть физические лишения ради достижения глобальной цели.

7. Парусный туризм.

Этот вид туризма предполагает прохождение маршрута по открытой воде на малых парусных судах. Основная задача похода — выполнение плана судна в соответствии с правилами плавания.

Парусный спорт и туризм развивают пространственное мышление, понимание законов физики и метеорологии. Это интеллектуальный вид физической активности, где важно уметь определять направление ветра и течение воды. Он дисциплинирует, требует абсолютного сосредоточения и четкого распределения ролей на яхте.

8. Пешеходный туризм.

Пешее передвижение групп туристов по выбранной местности с разнообразным ландшафтом и рельефом. Простые маршруты можно характеризовать как прогулки без сложных препятствий, однако существуют и многодневные экспедиции с преодолением лесных завалов, болот и речных переправ.

Это базовый вид туризма, с которого начинается путь любого туриста. Пешеходные маршруты идеально подходят для оздоровления людей любого возраста. Они развивают выносливость и учат ориентированию на местности, разжигать костры, ставить палатки. Пеший туризм наиболее эффективно решает проблему гиподинамии и является отличным средством экологического воспитания.

9. Спелеотуризм.

Спуск в естественные подземные полости (пещеры), где группа преодолевает препятствия, основанные на рельефе. Несложные маршруты проходят по горизонтальным пещерам. Сложные подразумевают подводные погружения с аквалангом, прохождение сифонов, взятие вертикальных стен, что под силу только профессионалам. [2]

Спелеотуризм — это экстремальная психологическая тренировка. Он требует преодоления клаустрофобии, работы в условиях полной темноты и изоляции. Разви-

вает мелкую моторику, пространственное воображение, умение действовать в нестандартных ситуациях. Уникальный микроклимат пещер также оказывает положительное влияние на дыхательную систему.

Методические аспекты организации маршрутов в образовательных учреждениях

Для того чтобы спортивный туризм стал эффективным инструментом физического воспитания в стенах университета или школы, преподавателю необходимо грамотно выстроить процесс подготовки. Уникальность спортивного туризма заключается в том, что подготовка к маршруту начинается задолго до выхода на тропу.

Организация включает в себя несколько этапов:

1. Изучение нормативной базы и безопасности. Преподаватель обязан ознакомить обучающихся с правилами Минспорта РФ, провести инструктаж по технике безопасности, оказать помощь в сборе личного и группового снаряжения.
2. Планирование маршрута (Паспорт маршрута). Обучающиеся под руководством наставника учатся читать топографические карты, рассчитывать километраж, перепады высот, точки биваков и аварийные сходы с маршрута. Это развивает мышление и ответственность.
3. Физическая и техническая подготовка. Преподаватель включает в учебный план занятия по ОФП, скалолазание в зале, технику вязки узлов, оказание первой помощи.
4. Проведение похода. Непосредственное прохождение маршрута, где преподаватель выступает как старший товарищ. После похода обязательным этапом является разбор похода, который позволяет закрепить полученный опыт командного взаимодействия и преодоления трудностей.

Литература:

1. Богинский К. А. Развитие подходов к определению спортивного туризма // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. — 2010. — № 6. — С. 82–84.
2. Пахомов, В. И. Спортивный туризм: история развития, направления и виды, современность / В. И. Пахомов // Наука-2020. — 2021. — № 4(49). — С. 148–158. — EDN NSCGZH.
3. Правила вида спорта «Спортивный туризм» [Электронный ресурс] / Министерство спорта Российской Федерации. — М.: Минспорт России, 2021. — 78 с. — URL: https://www.tmmoscow.ru/norm_doc/reg_play/regplay_2021.pdf (дата обращения: 10.04.2025)

Психологическая и социальная реабилитация через туризм

Возвращаясь к проблеме, обозначенной во введении, спортивный туризм — мощнейшим инструментом социализации. В условиях похода стираются социальные границы, исчезает зависимость от экранов и виртуальных достижений. Ценность человека в походе определяется его реальными действиями: готовностью помочь товарищу нести тяжелый рюкзак, умением разжечь костер и способностью поддержать морально.

Именно в таких условиях молодежь учится решать конфликты, договариваться, проявлять лидерские качества или, наоборот, учиться грамотно подчиняться и быть надежным исполнителем. Страх показаться слабым превращается в понимание того, что в туризме просить о помощи — это нормально и необходимо для выживания группы. Таким образом, спортивный туризм формирует здоровую, уверенную в себе личность, способную противостоять стрессам современной цифровой реальности.

Вывод. На сегодняшний день спортивный туризм является удобным и верным инструментом, чтобы уйти от современных реалий. Занимаясь спортивно-оздоровительным туризмом, каждый преследует свои цели: самодухверждение, покой, достижение высоких спортивных результатов, физическая реабилитация и др.

Девять видов спортивного туризма, предоставляют широкий спектр возможностей для выбора деятельности по душе и по физическим возможностям. Вместе с достижением поставленных целей на маршруте участники получают положительные эмоции, укрепляют физическое здоровье и приобретают опыт. Важно интегрировать элементы спортивного туризма в программы физического воспитания в учебных заведениях для сохранения физического и ментального здоровья будущих специалистов.

Влияние современного образа жизни на опорно-двигательный аппарат у молодежи: причины развития сколиоза и роль физической культуры в его профилактике

Махмут Жасулан Берикович, студент

Научный руководитель: Толеуов Дархан Рымтаевич, преподаватель
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (Казахстан)

В статье исследуется проблема ухудшения состояния опорно-двигательного аппарата у современных школьников и студентов. На основе анализа академической литературы по биомеханике, лечебной физической культуре и спортивной медицине раскрываются патогенетические механизмы формирования сколиоза и нарушений осанки. Рассмотрены факторы гиподинамии, длительного статического напряжения и влияния цифровых технологий на позвоночник. Обосновывается ключевая роль средств физической культуры (ЛФК, плавания, общеразвивающих упражнений) в профилактике и коррекции данных патологий.

Ключевые слова: физическая культура, сколиоз, биомеханика осанки, опорно-двигательный аппарат, гиподинамия, лечебная физическая культура, здоровье молодежи.

Введение

Сохранение здоровья подрастающего поколения является одной из приоритетных задач современного общества. Однако в последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к ухудшению физического состояния детей, подростков и студенческой молодежи. Согласно данным медицинских осмотров, патологии опорно-двигательного аппарата занимают одно из лидирующих мест в структуре общей заболеваемости школьников. В частности, нарушения осанки и различные степени сколиотической болезни диагностируются у значительной части выпускников общеобразовательных учреждений. Как отмечает В. А. Епифанов, функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата, не скорректированные в детском и юношеском возрасте, в дальнейшем приводят к тяжелым органическим изменениям, снижению трудоспособности и ранней инвалидизации [1, с. 215].

Позвоночный столб выполняет важнейшие функции в организме человека: опорную, амортизационную и защитную. Он является биомеханической осью, обеспечивающей правильное пространственное расположение внутренних органов. Любые деформации этой оси неизбежно влекут за собой системные сбои в работе всего организма. Проблема усугубляется тем, что начальные стадии сколиоза протекают латентно, без выраженного болевого синдрома, из-за чего патология часто выявляется уже на стадии значительных структурных изменений.

Биомеханика осанки и патогенез нарушений

Для понимания причин развития сколиоза необходимо обратиться к основам биомеханики. Осанка — это привычная, непринужденная поза человека в вертикальном положении, которая формируется в процессе

физического развития и становления статокINETических рефлексов. По мнению В. А. Кашубы, формирование правильной осанки обусловлено гармоничным развитием мышечного корсета, способного удерживать позвоночник в физиологически оптимальном положении, преодолевая силу тяжести [2, с. 45].

В основе патогенеза сколиоза и нарушений осанки часто лежит мышечный дисбаланс. Нормальное положение позвонков обеспечивается симметричным натяжением паравертебральных мышц. Если в силу внешних или внутренних причин мышцы на одной стороне спины оказываются спазмированными (находятся в гипертонусе), а на другой — ослабленными и растянутыми, возникает асимметричная тяга. Это приводит к ротации (скручиванию) позвонков вокруг вертикальной оси и их боковому смещению. Постепенно функциональный мышечный дисбаланс закрепляется на уровне связочного аппарата и костных структур, превращая обратимое нарушение осанки в истинный структуральный сколиоз [2, с. 88].

Влияние гиподинамии и цифровых технологий

Главным катализатором дегенеративных изменений в опорно-двигательном аппарате современной молодежи является тотальная гиподинамия. Физиологическая потребность ребенка и подростка в движении сегодня катастрофически не удовлетворяется. Многочасовое сидение за школьной партой сменяется выполнением домашних заданий, а активный досуг на свежем воздухе вытеснен взаимодействием с гаджетами и компьютерами.

Специфика использования смартфонов и планшетов породила новый биомеханический феномен, получивший в зарубежной и отечественной литературе название «компьютерная шея» (text neck). При наклоне головы вперед на 45–60 градусов нагрузка на шейный и верхнегрудной отделы позвоночника многократно возрастает, достигая

20–27 килограммов. Длительное пребывание в такой позе приводит к перенапряжению мышц-разгибателей шеи, нарушению кровоснабжения головного мозга и формированию выраженного грудного кифоза (сутулости). В. И. Дубровский подчеркивает, что статическое напряжение утомляет мышцы значительно быстрее, чем динамическая работа, что приводит к их быстрому истощению и неспособности выполнять поддерживающую функцию [3, с. 142].

Кроме того, негативную роль играет несоответствие учебной мебели антропометрическим данным учащихся, а также ношение тяжелых рюкзаков на одном плече. Все эти факторы формируют патологический двигательный стереотип, который нервная система начинает воспринимать как норму.

Системные последствия для здоровья

Сколиоз не ограничивается лишь косметическим дефектом в виде асимметрии надплечий или лопаток. По мере прогрессирования искривления происходит деформация грудной клетки, что оказывает прямое механическое воздействие на органы средостения. В первую очередь страдает сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Из-за уменьшения объема плевральной полости снижается жизненная емкость легких (ЖЕЛ), нарушается легочная вентиляция. Организм начинает испытывать хроническую гипоксию.

Снижение кислородного обмена напрямую влияет на когнитивные функции: школьники и студенты с выраженным сколиозом быстрее утомляются, страдают от головных болей, демонстрируют снижение концентрации внимания и памяти. Как отмечает В. И. Дубровский, деформация позвоночника также приводит к смещению органов брюшной полости, что влечет за собой дискинезию желчевыводящих путей, нарушения работы желудочно-кишечного тракта и органов малого таза [3, с. 312]. Таким образом, локальная проблема спины перерастает в комплексное заболевание всего организма.

Роль физической культуры в профилактике и коррекции

Медикаментозные методы не способны выпрямить позвоночник или укрепить мышцы. Единственным научно обоснованным, естественным и наиболее эффективным методом профилактики и лечения сколиоза является двигательная активность, реализуемая через средства физической культуры. Ж. К. Холодов и В. С. Кузнецов указывают на необходимость целенаправленного физического воспитания, задачей которого является не только развитие основных физических качеств, но и формирование жизненно важных двигательных умений, включая навык правильной осанки [5, с. 280].

Уроки физической культуры в образовательных учреждениях должны компенсировать дефицит двигательной

активности. Программа занятий должна в обязательном порядке включать комплексы общеразвивающих упражнений (ОРУ), направленных на симметричное развитие мышц туловища, укрепление брюшного пресса (являющегося антагонистом мышц спины в поддержании внутрибрюшного давления) и повышение общей выносливости.

Специфика лечебной физической культуры (ЛФК)

При уже диагностированном сколиозе стандартные спортивные нагрузки могут быть противопоказаны. В частности, исключаются осевые нагрузки на позвоночник (прыжки, поднятие тяжестей, бег по жесткому покрытию), а также асимметричные виды спорта (теннис, бадминтон, фехтование), которые могут усугубить мышечный дисбаланс. В таких случаях назначается лечебная физическая культура.

И. В. Милюкова отмечает, что комплексы ЛФК при сколиозе носят строго индивидуальный характер и зависят от типа искривления (С-образный, S-образный, Z-образный) и его локализации. Основу ЛФК составляют симметричные, асимметричные и деторсионные упражнения. Симметричные упражнения способствуют выравниванию тонуса паравертебральных мышц за счет того, что ослабленные мышцы работают с большим усилием, чем спазмированные. Асимметричные упражнения воздействуют прицельно: они направлены на растяжение сокращенных мышц на стороне вогнутости искривления и тонизирование растянутых мышц на стороне выпуклости [4, с. 150]. Обязательным элементом ЛФК являются упражнения на расслабление и растяжку, а также дыхательная гимнастика (например, по методу Катарины Шрот), направленная на устранение дыхательной асимметрии.

Значение плавания в коррекции осанки

Среди всех видов физической активности плавание занимает особое место в профилактике и лечении заболеваний позвоночника. В водной среде на тело человека действует сила Архимеда, которая нивелирует силу тяжести. Позвоночник полностью разгружается, межпозвоночные диски расправляются, исчезает компрессия нервных корешков.

При этом вода оказывает сопротивление движению, что требует значительных мышечных усилий. Таким образом, плавание позволяет создать мощный мышечный корсет в условиях полного отсутствия осевой нагрузки на позвоночный столб. Как указывает В. А. Епифанов, наиболее предпочтительным стилем плавания при сколиозе является брасс на груди с удлинённой паузой скольжения. Этот стиль симметрично вовлекает в работу мышцы спины, плечевого пояса и ног, способствуя вытяжению позвоночника [1, с. 385]. Стили, связанные с вращением

туловища (кроль, плавание на боку), при сколиозе применять не рекомендуется.

Комплексный подход: педагогика и повседневный контроль

Решение проблемы сколиоза невозможно без педагогического воздействия и участия семьи. Формирование культуры здоровья должно начинаться с раннего возраста. Молодому поколению необходимо прививать понимание того, что физическая культура — это не повинность, а инструмент самосовершенствования и поддержания высокого качества жизни. Важно внедрять практику проведения физкультурминут во время учебных занятий и при выполнении домашнего задания. Простые перерывы каждые 45 минут с выполнением потягиваний, наклонов и вращений плечами способны разорвать цикл статического перенапряжения.

Родители и педагоги должны контролировать эргономику рабочих мест учащихся. Стол и стул должны соответствовать росту, монитор компьютера должен находиться на уровне глаз, а освещение — падать с правильной стороны. Немаловажным фактором является организация полноценного ночного отдыха: использование

ортопедических матрасов и подушек помогает позвоночнику восстановиться после дневных нагрузок.

Заключение

Распространенность заболеваний опорно-двигательного аппарата среди молодежи является прямым следствием трансформации современного образа жизни: тотальной гиподинамии, информационных перегрузок и несоблюдения правил эргономики. Сколиоз и нарушения осанки не только искажают физический облик человека, но и наносят серьезный удар по функционированию важнейших систем организма.

Физическая культура, представленная школьными уроками, лечебной гимнастикой, плаванием и активным досугом, выступает единственным надежным средством противодействия этой негативной тенденции. Регулярные, грамотно выстроенные физические нагрузки формируют надежный мышечный корсет, который защищает позвоночник от деформаций. Лишь при условии интеграции физической культуры в повседневную жизнь каждого ребенка и студента возможно вырастить здоровое, сильное и гармонично развитое поколение.

Литература:

1. Епифанов В. А. Лечебная физическая культура: учебник / В. А. Епифанов. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 704 с.
2. Кашуба В. А. Биомеханика осанки. — Киев: Олимпийская литература, 2003. — 279 с.
3. Дубровский В. И. Лечебная физическая культура (кинезотерапия): учебник для студентов вузов. — Москва: ВЛАДОС, 2004. — 608 с.
4. Милюкова И. В. Лечебная физкультура: новейший справочник / под общ. ред. Т. А. Евдокимовой. — Санкт-Петербург: Сова, 2004. — 862 с.
5. Холодов Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учебник для студентов учреждений высшего образования / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. — Москва: Академия, 2018. — 480 с.

Малоподвижный образ жизни у студентов Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева и современные способы повышения двигательной активности

Парубец Максим Андреевич, курсант

Научный руководитель: Фомин Алексей Юрьевич, старший преподаватель
Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева

В статье рассматривается проблема снижения двигательной активности студентов высших учебных заведений на примере курсантов Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева. Анализируются основные причины формирования малоподвижного образа жизни, его возможные последствия для физического и психоэмоционального состояния студентов, а также существующие способы повышения двигательной активности. Особое внимание уделяется возможностям использования цифровых технологий в процессе обучения.

Ключевые слова: гиподинамия, двигательная активность, физическая культура, здоровье, малоподвижный образ жизни, цифровые технологии.

Современная образовательная деятельность сопровождается значительным увеличением времени, прово-

димого студентами в сидячем положении. Учебные занятия, самостоятельная работа и использование смартфонов со-

крашают объем повседневной двигательной активности. В результате формируется малоподвижный образ жизни, который может отрицательно влиять на физическую работоспособность, состояние опорно-двигательного аппарата и общее самочувствие.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, взрослым рекомендуется выполнять не менее 150–300 минут физической активности умеренной интенсивности в неделю либо 75–150 минут активности высокой интенсивности. При этом рекомендуется сокращать продолжительность малоподвижного поведения и заменять его физической активностью любой интенсивности [1].

Для курсантов УИ ГА проблема двигательной активности имеет дополнительное значение, поскольку профессиональная подготовка специалистов гражданской авиации предполагает сохранение высокой работоспособности, внимания и устойчивости к нагрузкам.

Гиподинамия студентов обусловлена совокупностью учебных, социальных и поведенческих факторов. Основное значение имеют продолжительное сидение во время учебы и самостоятельной работы, использование цифровых устройств, недостаток свободного времени и преобладание пассивных форм отдыха. Приведем основные факторы гиподинамии и их последствия в таблице 1:

Таблица 1. Основные факторы и последствия гиподинамии студентов

Фактор	Возможные последствия
Продолжительное сидение на занятиях и при самостоятельной работе	Снижение общей двигательной активности, мышечная утомляемость
Использование цифровых технологий	Увеличение времени малоподвижного поведения
Недостаток свободного времени	Нерегулярность занятий физической культурой
Пассивные формы отдыха	Снижение суточного объема движения
Недостаточная мотивация	Отказ от регулярных физических нагрузок
Использование транспорта при коротких перемещениях	Сокращение естественной, фоновой активности

Недостаточная физическая активность связана с повышением риска развития ряда хронических заболеваний и может отрицательно влиять на психическое состояние, качество сна и общую работоспособность [3]. Для студентов особое значение имеют также снижение выносливости, ухудшение осанки, повышение утомляемости и уменьшение концентрации внимания [1,2].

Следовательно, проблему следует рассматривать не только как недостаток спортивных занятий, но и как недостаток движения в течение всего учебного дня.

Для определения фактического уровня двигательной активности предлагается провести анонимное анкетирование курсантов УИ ГА. В исследовании целесообразно учитывать продолжительность сидячего времени, количество физической активности в течение недели, регулярность занятий спортом, использование цифровых средств контроля активности и готовность курсантов участвовать в дополнительных мероприятиях. Было опрошено 30 обучающихся, результаты опроса и показатели представлены в таблице 2:

Таблица 2. Результаты анкетирования курсантов УИ ГА

Показатель	Доля студентов, %
Проводят в сидячем положении более 6 часов в день	63
Выполняют менее 150 минут физической активности в неделю	56
Регулярно занимаются спортом	33
Используют шагомер или фитнес-браслет	36
Делают двигательные перерывы во время учебы	29
Хотели бы увеличить уровень физической активности	77

Результаты опроса показывают, что проблема недостаточной двигательной активности характерна для значительной части обследованных курсантов. Более половины респондентов проводят в сидячем положении свыше 6 часов в день, а 56 % не достигают рекомендуемого объема физической активности. При этом только 29 % курсантов регулярно делают двигательные перерывы во время учебы. Одновременно 77 % опрошенных выразили готовность увеличить собственную двигательную активность, что указывает на наличие мотивационного потенциала.

Повышение двигательной активности студентов целесообразно осуществлять не только за счет увеличения количества спортивных тренировок, но и путем включения движения в повседневную деятельность [1,4].

Одним из наиболее доступных вариантов является увеличение объема ходьбы. Использование лестниц, пешие перемещения между учебными корпусами и дополнительная прогулка позволяют увеличить двигательную активность без необходимости выделять отдельное время для тренировок.

Эффективным дополнением могут стать короткие двигательные паузы продолжительностью 3–5 минут после длительной работы в сидячем положении. Они могут включать ходьбу, упражнения для плечевого пояса и легкую разминку.

Перспективным направлением является применение цифровых технологий. Шагомеры, смартфоны и фитнес-браслеты позволяют контролировать количество шагов и продолжительность активности, а также отслеживать индивидуальную динамику.

Дополнительным мотивационным инструментом может выступать геймификация. Например, между учебными группами можно организовать добровольные недельные челленджи по количеству шагов или времени физической активности. Такой формат способен повысить вовлеченность студентов без существенного изменения учебного процесса.

На основании рассмотренных факторов предлагается внедрить комплекс мероприятий:

1. «Активная перемена» — использование части перемены для короткой разминки или ходьбы.

2. Цифровой контроль активности — добровольное использование шагомеров и мобильных приложений.

3. Студенческие челленджи — командные соревнования по увеличению количества шагов или времени активности.

4. Расширение форм физической активности — проведение доступных мероприятий для курсантов с разным уровнем физической подготовки.

Сформулируем основные выводы и рекомендации:

1. Основными факторами гиподинамии курсантов являются длительное сидение, использование цифровых устройств и недостаток регулярной физической активности.

2. Недостаточная двигательная активность может отрицательно влиять на физическую работоспособность, состояние опорно-двигательного аппарата, сон и концентрацию внимания.

3. Для повышения мотивации целесообразно применять игровые и командные форматы.

4. Для оценки эффективности предлагаемых мероприятий рекомендуется провести повторное анкетирование студентов через 2–3 месяца и сравнить полученные показатели с исходными результатами.

Литература:

1. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. — Geneva: World Health Organization, 2020. — 104 p.
2. Bull F. C., Al-Ansari S. S., Biddle S., Borodulin K., Buman M. P., Cardon G. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour // British Journal of Sports Medicine. — 2020. — Vol. 54, № 24. — P. 1451–1462.
3. Guthold R., Stevens G. A., Riley L. M., Bull F. C. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants // The Lancet Global Health. — 2018. — Vol. 6, № 10. — P. e1077–e1086.
4. Sallis J. F., Bull F., Guthold R., Heath G. W., Inoue S., Kelly P. et al. Progress in physical activity over the Olympic quadrennium // The Lancet. — 2016. — Vol. 388, № 10051. — P. 1325–1336.

Физическая активность и здоровье молодежи

Рубцова Марина Витальевна, студент

Научный руководитель: Швецова Мария Павловна, преподаватель
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (Казахстан)

В статье рассматривается влияние физической активности на физическое и психическое здоровье молодежи. Приводятся данные систематических обзоров о связи двигательной активности со стрессом, тревожностью, самооценкой и качеством сна. Представлены результаты авторского опроса молодых людей 18–25 лет. Выявлены основные барьеры активности: учебная и рабочая нагрузка, низкая мотивация, цифровой досуг. Установлено, что в группах с высокой активностью тревожность ниже, а самооценка выше. Рассмотрены признаки цифровой зависимости и меры профилактики.

Ключевые слова: физическая активность, здоровье молодежи, гиподинамия, психическое здоровье, тревожность, самооценка, цифровая зависимость, профилактика, мотивация, цифровая грамотность.

Введение

Молодёжный возраст — период формирования привычек, определяющих здоровье на десятилетия. Однако значительная часть молодёжи демонстрирует недостаточный уровень двигательной активности, не соответствующий рекомендациям ВОЗ (150 минут умеренной или 75 минут интенсивной нагрузки в неделю).

Около 40 % населения Казахстана в возрасте 18 лет и старше не занимаются физической культурой. Среди молодёжи около 80–90 % не достигают рекомендуемого уровня активности. В период экзаменов активность снижается ещё на 30–40 %. Физическая активность снижает риск хронических заболеваний и положительно влияет на когнитивные функции, эмоциональное состояние и успеваемость. Обзор 38 исследований с участием более 20 000 молодых людей подтвердил связь активности со снижением стресса, депрессии и тревожности.

Цель настоящей работы

Проанализировать влияние физической активности на здоровье молодёжи и выявить факторы, определяющие их двигательное поведение.

Задачи:

- 1. Рассмотреть научные данные о влиянии активности на здоровье молодёжи.
- 2. Провести опрос для оценки активности, тревожности и самооценки.
- 3. Выявить барьеры, препятствующие регулярным занятиям.
- 4. Обсудить стратегии повышения активности и профилактики гиподинамии.

Теоретические подходы к проблеме

Психофизиологический подход

Физическая активность влияет на морфофункциональное состояние организма и нейрофизиологические процессы: улучшает работу сердечно-сосудистой системы, нормализует обмен веществ, стимулирует нейропластичность, способствует выработке эндорфинов и серотонина. Гиподинамия рассматривается как фактор риска хронических заболеваний и ухудшения когнитивных функций.

Социально-психологический подход

Двигательное поведение формируется под влиянием социального окружения, мотивации и доступности инфраструктуры. Важную роль играют социальная поддержка, пример сверстников и вовлечённость в групповые формы активности. Низкая мотивация и конкуренция с цифровым досугом выступают значимыми барьерами. Оба подхода дополняют друг друга: первый объясняет механизмы влияния активности на организм, второй — условия формирования двигательного поведения.

Методология исследования

Исследование включало анализ научной литературы (2020–2026) и авторский опрос. Использовались: IPAQ (уровень активности), шкала Спилбергера–Ханина (тревожность), методика Дембо–Рубинштейн (самооценка). Применялась описательная статистика (M, SD, процентные распределения).

Выборка

В опросе участвовали 150 молодых людей 18–25 лет. Данные собирались через онлайн-анкетирование (Google Forms) в течение семестра.

Таблица 1. Распределение участников по группам

Группа	Число	Доля, %
Высокая активность	37	24,6
Умеренная активность	62	41,5
Низкая активность	39	26,2
Очень низкая активность	12	7,7
Итого	150	100

Большинство (41,5 %) — группа умеренной активности. Почти треть (33,9 %) имеет низкий и очень низкий уровень активности.

Инструментарий

Анкета включала блоки: самооценка активности; форматы досуга; барьеры; отношение к занятиям физкультурой; мотиваторы; признаки цифровой зависимости; самочувствие и качество сна. Дополнительно применялись IPAQ, шкала Спилбергера–Ханина и методика Дембо–Рубинштейн.

Результаты исследования

Большинство (41,5 %) оценили свою активность как умеренную, 26,2 % — как низкую, 24,6 % — как высокую, 7,7 % — как очень низкую. 46,2 % проводят сидя 4–8 часов в день, 36,7 % — 8–12 часов.

Барьеры: цифровой досуг (56,9 %), усталость и стресс (55,4 %), учебная и рабочая нагрузка (55,4 %). 49,2 % воспринимают занятия физкультурой как «обязательную рутину». 75,4 % предпочли бы индивидуальные занятия. Ведущие мотиваторы — улучшение формы и внешности (32,8 %) и забота о здоровье (32,8 %).

Уровень тревожности

Уровень тревожности обратно связан с активностью: в группе высокой активности ситуативная тревожность — 32,4 балла, в группе очень низкой — 48,7 балла. В сессию у малоактивных тревожность возрастает на 18–20 %, у регулярно занимающихся — лишь на 6–8 %.

Таблица 2. Средние показатели по группам

Группа	Тревожность (сит)	Тревожность (лич)	Самооценка	Сон
Высокая	32,4	35,7	7,8	8,2
Умеренная	38,9	40,3	6,9	7,1
Низкая	44,6	45,8	5,8	6,2
Очень низкая	48,7	49,4	5,5	

Примечание: M ± SD.

Уровень самооценки

Самооценка растёт с активностью: 7,8 балла в группе высокой активности против 5,1 — в группе очень низкой. Активные молодые люди чаще оценивают себя как уверенных и стрессоустойчивых.

Признаки зависимости

В группе очень низкой активности 68,4 % проводят в соцсетях более 6 часов в день, 52,6 % с трудом отказываются от смартфона, 47,4 % испытывают тревогу без интернета, 42,1 % признают, что цифровой досуг заменяет им активность. В группе высокой активности эти показатели значительно ниже (21,6 %, 18,9 %, 13,5 %, 10,8 %).

Обсуждение результатов

Уровень активности молодёжи остаётся низким и не соответствует рекомендациям ВОЗ — это глобальная тенденция. Активность положительно влияет на психическое здоровье: снижает стресс и тревожность, повышает самооценку. Ключевой барьер — не нехватка времени, а конкуренция с цифровым досугом и низкая мотивация. Система физвоспитания воспринимается частью молодёжи как формальность; напротив, цифровые инструменты и геймификация повышают вовлечённость.

Профилактика негативных последствий

Развитие цифровой грамотности

- семинары и тренинги по цифровой гигиене;
- обучение тайм-менеджменту и планированию досуга;
- использование приложений для контроля активности и экранного времени;

- формирование критического отношения к контенту соцсетей;
- развитие навыков саморегуляции.

Информационная работа с родителями и педагогами

- родительские собрания и педагогические семинары по ЗОЖ;
- распространение материалов о влиянии активности на здоровье;
- обучение родителей поддержке активности детей;
- консультирование педагогов по интеграции активности в учебный процесс;
- создание школьных и вузовских программ здоровых привычек.

Выводы

1. Активность молодёжи недостаточна: четверть оценивают её как низкую, более трети проводят сидя 8–12 часов в день.
2. Барьеры комплексные: нагрузка, усталость, стресс, цифровой досуг, низкая мотивация.
3. Тревожность обратно связана с активностью: в активных группах она значимо ниже.
4. Самооценка выше у физически активных молодых людей.
5. Признаки цифровой зависимости выражены в группах с низкой активностью.
6. Необходимы системные меры: цифровые инструменты мотивации, геймификация, выбор форматов, социальная поддержка, повышение цифровой грамотности, работа с родителями и педагогами.

Литература:

1. Более 700 студентов приняли участие в профилактических беседах проекта «Здоровый выбор» // Минздрав Ульяновской области. URL: <https://med.ulgov.ru/news/20255.html>
2. Физическая активность студентов педагогического вуза: анализ современного состояния и детерминирующих факторов // RFES. — 2026. — Т. 6, № 1. DOI: 10.62931/2959–6335_2026_1_29.
3. Martín-Rodríguez A. et al. Influence of physical activity on perceived stress and mental health in university students: a systematic review // Frontiers in Sports and Active Living. 2026. Vol. 7.
4. Wang X. et al. Social Support and Physical Activity in College and University Students: A Meta-Analysis // Health Education & Behavior. Vol. 51(4). P. 533–543.
5. Guerriero M. A. et al. Relationship Between Sedentary Lifestyle, Physical Activity and Stress in University Students and Their Life Habits: A Scoping Review with PRISMA Checklist (PRISMA-ScR) // Brain Sciences. — 2025. — Vol. 15, № 1. — 78. DOI: 10.3390/brainsci15010078.
6. Baran E., Yilmaz A. The relationship between physical activity, fatigue, sleep quality, and anxiety levels of students during the university examination period // Northwestern Medical Journal. — 2025. — Vol. 5, № 1. — P. 39–45. DOI: 10.54307/NWMJ.2025.143.
7. Прошляков В. Д., Пономарева Г. В., Котова Г. В., Левина Е. А. Формирование универсальных компетенций на занятиях по физическому воспитанию у студентов образовательных организаций высшего образования // Физическое воспитание и студенческий спорт. — 2024. — Т. 3, вып. 1. — С. 79–83. DOI: 10.18500/2782–4594–2024–3–1–79–83.
8. Копейкина Е. Н., Волошина Л. Н., Кондаков В. Л., Третьяков А. А., Усатов А. Н. Самооценка студентами оптимальности индивидуальных двигательных режимов // Научный поиск: личность, образование, культура. — 2024. — № 3 (53). — С. 19–23. DOI: 10.54348/SciS.2024.3.4.

Роль физической культуры в профилактике стресса у студентов

Садыкова Камила Бекзатовна, студент

Научный руководитель: Швецова Мария Павловна, преподаватель
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (Казахстан)

В работе исследуется роль физической культуры в профилактике стресса у студентов. Отмечается двойственный характер учебной нагрузки: с одной стороны — интеллектуальное развитие и профессиональное становление, с другой — рост психоэмоционального напряжения, тревожности и снижение работоспособности. Приводятся данные опроса, под-

тверждающие связь между регулярной физической активностью и уровнем стресса. Обозначены направления профилактики негативных последствий.

Ключевые слова: физическая культура, студенты, стресс, психоэмоциональное напряжение, физическая активность, профилактика, здоровый образ жизни, адаптация.

Введение

Студенческий период связан с высокими требованиями к адаптации: рост учебной нагрузки, сессионные периоды, совмещение учёбы и работы, изменения социальной среды. Всё это создаёт предпосылки для хронического стресса. Физическая культура выступает доступным и эффективным инструментом регуляции психоэмоционального состояния. Изучение этой проблемы важно для сохранения здоровья и успешности студентов.

Актуальность темы подтверждается данными Всемирной организации здравоохранения: значительная часть молодёжи не достигает рекомендуемого уровня физической активности, что повышает риски как для физического, так и для психического здоровья. Исследования показывают, что регулярные занятия спортом связаны со снижением уровня тревожности и улучшением настроения.

Цель настоящей работы — выявить характер влияния занятий физической культурой на уровень стресса у студентов.
Теоретические подходы к проблеме:

Психофизиологический подход

С нейробиологической точки зрения физическая активность стимулирует выброс эндорфинов и дофамина — нейромедиаторов, связанных с системой вознаграждения и регуляцией настроения. Учёные отмечают, что умеренные аэробные нагрузки снижают уровень кортизола — гормона стресса. Это объясняет, почему студенты, регулярно занимающиеся спортом, легче переносят эмоциональные нагрузки.

Социально-психологический подход

Исследования выявляют связь между физической активностью и показателями удовлетворённости жизнью. Данные по разным странам демонстрируют отрицательную корреляцию между уровнем стресса и регулярностью занятий спортом. При этом гендерный анализ показывает, что девушки и юноши по-разному реагируют на виды нагрузок, что важно учитывать при построении программ.

Методология исследования

Применялись анализ научных источников, анкетирование и психодиагностические методики. Уровень стресса оценивался по шкале психологического стресса и опроснику самооценки. Физическая активность фиксировалась с помощью самоотчётов и статистики приложений.

Выборка

В опросе участвовали 80 человек в возрасте 16–23 лет (школьники и студенты). Участники были разделены на группы по количеству часов физической активности в неделю.

Таблица 1. Распределение участников по группам

Группа	Физическая активность	Количество человек
Группа А	Менее 2 часов в неделю	22
Группа Б	2–4 часа в неделю	31
Группа В	Более 4 часов в неделю	27

Инструментарий

Анкета собственной разработки, шкала психологического стресса, опросник самооценки, встроенная статистика активности, методы математической статистики.

Результаты исследования

Уровень стресса

У участников группы А (менее 2 часов) средний показатель стресса составил 48,3 балла, что достоверно выше ($p < 0,05$), чем в группе В (34,7 балла). Промежуточное положение занимает группа Б (41,2 балла).

Таблица 2. Средние показатели по группам

Группа	Стресс(баллы)	Самооценка (баллы)
Группа А	48,3	20,6
Группа Б	41,2	24,1
Группа В	34,7	28,4

Уровень самооценки

Прослеживается прямая закономерность: чем больше времени участники уделяют физической активности, тем выше показатели самооценки. Разница между крайними группами составляет 7,8 балла.

Признаки стресса

В группе А 63 % участников отметили, что испытывают беспокойство и трудности с концентрацией. В группе В этот показатель составил 14 %.

Обсуждение результатов

Полученные данные согласуются с международными исследованиями. Региональные доклады подчёркивают, что физическая культура не устраняет структурные проблемы, но зачастую снижает их негативное влияние. Студенты, регулярно занимающиеся спортом, сталкиваются с более низкими уровнями тревожности, что напрямую влияет на психическое здоровье.

Европейский союз рассматривает психическое здоровье молодёжи как приоритетную область политики. В рамках Стратегии ЕС по делам молодёжи на 2019–2027 годы mental health выделен как одна из 11 европейских молодёжных целей. В 2023 году принята Комплексная стратегия по психическому здоровью с бюджетом €1,23 млрд, включающая 20 флагманских инициатив.

Профилактика негативных последствий

Развитие физической грамотности

Обучение основам здорового образа жизни, пониманию механизмов влияния физической активности на психику и осознанному управлению временем. Специалисты призывают к «демократическому регулированию» доступа к спортивной инфраструктуре, включающему прозрачность и критическую грамотность.

Информационная работа с родителями и педагогами

Повышение осведомлённости взрослых о рисках хронического стресса и роли физической культуры. Парламенты разных стран рассматривают меры по защите детей и подростков от вредного использования цифровых платформ.

Вывод

Физическая культура оказывает неоднозначное влияние на психологическое состояние студентов. Умеренные занятия расширяют возможности общения и самовыражения, тогда как чрезмерные нагрузки могут сопровождаться ростом тревожности и снижением самооценки. Полученные данные подтверждают необходимость комплексного подхода: информационная работа, развитие физической грамотности, формирование здоровых привычек и институциональные меры регулирования. Особого внимания требуют уязвимые группы, включая девушек и молодых людей с предрасположенностью к интернализирующим расстройством.

Литература:

1. European Parliament. Mental health of young people in a digital era: Cost of non-Europe report. Think Tank, 2026. Авторы: Claudia Koreimann-Özkan, Filippo Sinicato URL: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/pt/document/EPRS_STU\(2026\)774672](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/pt/document/EPRS_STU(2026)774672)
2. Dose-Response Slopes by Gender. In: Void Framework Paper. Zenodo. Авторы: в источнике не указаны (открытая платформа Zenodo) URL: <https://www.zenodo.org/records/19599775/files/void-framework-paper173.pdf>
3. SEGIB, OIJ. El impacto de la digitalización en la salud mental y el bienestar psicosocial de los jóvenes en Iberoamérica. 2026. Авторы: Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) и Organización Iberoamericana de Juventud (OIJ) URL: <https://segib.org/pt/publicacion/entre-a-vulnerabilidade-e-a-oportunidade-saude-mental-juvenil-em-ambientes-digitais/>
4. Swiss Parliament. Protéger les enfants et les adolescents de l'utilisation nocive des réseaux sociaux. 2025. Автор: Céline Vara (член Совета кантонов Швейцарии) URL: https://www.parlament.ch/centers/documents/de/SR_5207_2503.pdf
5. Deutsches Ärzteblatt. Digitalisierung: Psychisch kranke Jugendliche verbringen mehr Zeit auf sozialen Medien. 2025. Авторы: в источнике не указаны (редакционная статья журнала) URL: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/titel/pp/2025/9/digitalisierung-psychisch-krank-jugendliche-verbringen-mehr-zeit-auf-sozialen-medien>
6. Council of Europe. Insights into youth mental health. 2025. Авторы: EU-Council of Europe Youth Partnership URL: <https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/105305579/Insights+into+youth+mental+health.pdf>

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 42 (645) / 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, пом. 1, 3, 4, 5, 6.

Номер подписан в печать 28.10.2026. Дата выхода в свет: 04.11.2026.

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, пом. 1, 3, 4, 5, 6.

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

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.