

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



22 2025
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 22 (573) / 2025

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 изображен *Александр Иванович Привалов* (1938), главный герой и рассказчик в повести «Понедельник начинается в субботу» (1964) Аркадия и Бориса Стругацких. Точнее, Владимир Смирнов в роли Привалова из фильма-спектакля Ленинградского телевидения 1965 года. Телефильм режиссера Александра Белинского был негативно встречен авторами и зрителями и больше в эфире не появлялся.

Александр Иванович Привалов родился в 1938 году. Исследователи вычислили, что действие повести происходит между 1962 и 1963 годом, поэтому возраст протагониста около 23–25 лет. По национальности он русский. Герой живет в Ленинграде и является представителем престижной и редкой в те времена профессии — программистом. Саша — член ВЛКСМ и трудоголик, у которого нет интересов, кроме компьютеров.

Поворот в карьере героя случается, когда ему предлагают возглавить вычислительный центр НИИЧАВО. За зарплату в 120 рублей Привалов начинает руководить лабораторией, которая обеспечивает работу отделов института в вымышленном городе Соловце на Русском Севере. Привалов работает на ЭВМ «Алдан» и параллельно пытается познать азы магии.

Внешность героя типична для научного сотрудника периода 1960-х. Это мужчина в возрасте около 25 лет. Из-за плохого зрения персонаж носит очки. Его образ дополняют серая куртка из Восточной Германии и джинсы, исполосованные «молниями». Во время работы в НИИЧАВО герой отрастил бороду. Более точное представление о внешности Привалова дал график Евгений Мигунов. В самом знаменитом издании 1965 года он изобразил программиста почти точной копией студента Шурика из кинокомедии Леонида Гайдая «Операция «Ы» и другие приключения Шурика».

Александр Привалов — человек науки, проявляющий интерес к исследованиям и всему потустороннему и таинственному. Но при этом он скептически относится к иррациональному и волшебному. Ему свойственны чувство юмора, профессионализм, но он подвержен влиянию окружающих. В НИИЧАВО герой, как и другие молодые специалисты, трудится, не жалея ни времени, ни сил.

Саша вступает в различные отношения с коллегами по НИИЧАВО, в том числе в дружеские, профессиональные и романтические. Роман Петрович Ойра-Ойра обучает героя основам магии. О профессоре и шарлатане от науки Амвросии Амбруазовиче Выбегалло у персонажа сразу складывается нелестное мнение. У профессора есть практикантка — ведьма Стелла, которая Привалову нравится.

Сначала Александр всему удивляется в НИИЧАВО, но постепенно привыкает и на происходящее вокруг реагирует сдержанно. Окружение влияет на характер и взгляды программиста.

Многие герои Стругацких имеют прототипы. Так, прототип профессора Выбегалло — Трофим Лысенко, прототип Януса

Полуэктовича Невструева, директора НИИЧАВО, — директор Пулковской обсерватории Александр Александрович Михайлов; прототип Фёдора Симеоновича Киврина — Иван Антонович Ефремов.

Борис Натанович утверждал, что Привалов — «личность совершенно вымышленная». Однако у исследователей творчества братьев-писателей есть любопытная гипотеза, которая связана с историей создания персонажа. Отец советского геолога Александра Петровича Куклина приходился Стругацким двоюродным братом. О жизни и деятельности ученого известно из книги «По ту сторону ночи» Евгения Устиева. В конце 1950-х Куклина заинтересовали математические методы в геологии. Кроме того, он увлекался сбором информации на перфокарты. Александр выступал за внедрение вычислительных машин, следил за кибернетическими новшествами и применил программу «Кора-3» для классификации одной из колымских территорий. Устиев в книге называет Куклина алданцем.

Повесть Стругацких вместе с произведениями Василия Аксенова и Анатолия Гладилина, а также кинолентами Эльдара Рязанова и Георгия Данелии рисуют образ молодежи той эпохи. Их герои романтизируют научные и творческие искания, презирают быт и готовы трудиться на благо общества, забывая о выходящих.

Таким образом, Саша Привалов — символ советской интеллигенции, типичный представитель шестидесятников. Персонаж и его опыт отражают аспекты жизни и культуры СССР в период хрущевской оттепели. Кроме того, герой является ключевым элементом комического и философского контекста произведения, в котором наука и волшебство пересекаются с элементами сатиры и фантастики.

Изначально Привалов задумывался для повести «Понедельник начинается в субботу», но герой также встречается в произведении «Сказка о Тройке» (1968).

Во второй половине 1960-х Гайдай подумывал снять экранизацию по сценарию Стругацких. Режиссер считал, что на роль Привалова подходит Александр Демьяненко, сыгравший Шурика в «Операции «Ы»...». Но проект свернули на ранних этапах работы. На запрет повлиял и скандал вокруг «Сказки о Тройке».

Телефильм по мотивам «Понедельника...» снял Константин Бромберг. Картина 1982 года получила название «Чародеи» и немного перекликается с оригинальной историей. Стругацкие написали сценарий на основе повести, но работа не понравилась режиссеру. Бромберг попросил авторов создать самостоятельное произведение, по которому и был снят фильм «Чародеи».

Но это, как говорится в книге, «совершенно другая история».

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Шапошников Д. А.

Формирование высоковольтных импульсов амплитудой до 500 кВ и длительностью переднего фронта менее 10 нс..... 1

ХИМИЯ

Бахарев А. А., Вязовская Е. Е.

Теплоты смешения жидкостей: экспериментальное исследование системы «вода — уксусная кислота»..... 5

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Кишкун К. С., Латышенко Д. С., Лобанов П. К., Сидоров Д. В.

Криптосистема NTRUEncrypt: анализ, проблемы и перспективы 9

Ковалёв А. Н.

Интеграция ансамблевых нейросетевых архитектур и методов балансировки данных для повышения точности распознавания эмоций по речи.....14

Кругликова С. М.

Дообучение модели Whisper для распознавания китайской речи русскоязычных студентов.....19

Кулинча П. В.

Регистры накопления в среде «1С: Предприятие»: настройка, использование в аналитическом учете и построении отчетов...21

Кулинча П. В.

Регистры сведений в среде «1С: Предприятие»: периодичность, структура, особенности взаимодействия с другими объектами конфигурации.....22

Кулинча П. В.

Разработка отчетов в среде «1С: Предприятие» на встроенном языке: методология, шаблоны и механизм макетов24

Луковников Д. Р.

Способы балансировки нагрузки преподавательского персонала в онлайн-курсах26

Ляш В. В., Булынский А. А.

Применение информационных технологий при учете несчастных случаев на предприятии29

Мишагин Д. В., Филиппов В. Г., Малышев Н. М.

AR-технологии для спорта и медицинской реабилитации.....33

Ombayeva A. K.

Investigation of intrusion detection and prevention methods to protect against network attacks36

Павлов В. В.

Исследование методов генерации синтетических данных для обучения моделей машинного обучения39

Смирнов Д. А.

Архитектурный анализ и оценка производительности кроссплатформенного приложения на Flutter с использованием паттерна BLoC.....43

Торопова Д. Д.

Проектирование и разработка MVP-приложения для туристического агентства48

Хованов И. С.

Применение информационных технологий для проектирования туристических маршрутов50

Черник А. С.

Системы управления человеческими ресурсами в рамках нормирования проектной деятельности в ИТ-проектах. Результаты внедрения инструмента нормирования на предприятии52

Юхтина А. А.

Использование программ искусственного интеллекта в деятельности прокуратуры56

ГЕОЛОГИЯ

Ивин В. М.

Гидрогеологическое обоснование
разработки Казаякского карьера
строительного камня58

ЭКОЛОГИЯ

Лукьянова А. О.

Проведение инвентаризационного анализа
нефтяного битума в рамках проведения
оценки жизненного цикла60

Лысенко М. Д., Савлюков И. А.

Воздействие ядерного оружия
на окружающую среду63

Пикуля С. С.

Накопление свинца в травянистых растениях
вблизи промышленных территорий65

Селиванов А. А.

Пыль как экологический фактор.....68

Щеголева Р. Ю.

Влияние света на радиальный прирост
молодняка дуба черешчатого в Гафурийском
районе Республики Башкортостан70

ФИЗИКА

Формирование высоковольтных импульсов амплитудой до 500 кВ и длительностью переднего фронта менее 10 нс

Шапошников Данил Александрович, студент
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В данной научной статье представлен анализ, выбор и обоснование схемы получения высоковольтных импульсов напряжения амплитудой до 500 кВ с длительностью переднего фронта менее 10 нс. В статье приведены схемы импульсных высоковольтных генераторов. Результатом исследования является выбранная схема, которая позволяет обеспечить формирование высоковольтных импульсов амплитудой до 500 кВ с длительностью переднего фронта менее 10 нс.

Ключевые слова: высоковольтные импульсы, длительность переднего фронта, генератор, схема, импульсный трансформатор.

Formation of high-voltage pulses with an amplitude of up to 500 kV and a leading edge duration of less than 10 ns

Shaposhnikov Danil Aleksandrovich, student
Ryazan State Radio Engineering University

This scientific paper presents the analysis, selection and justification of the scheme for obtaining high-voltage voltage pulses with amplitude up to 500 kV and leading edge duration less than 10 ns. The paper summarizes the schemes of pulsed high-voltage generators. The result of the research is the selected scheme, which allows to provide the formation of high-voltage pulses with amplitude up to 500 kV with leading edge duration less than 10 ns.

Keywords: high-voltage pulses, leading edge duration, generator, circuit, pulse transformer.

Введение

Импульсная энергетика и электроника решает задачи генерирования и преобразования коротких мощных импульсов электрической энергии в установках с такими огромными параметрами, как напряжение до 10^6 – 10^7 В и ток до 10^6 А и более. Длительность импульсов в таких установках зачастую не превышает 10^{-8} с. [1, с. 13].

Одним из первых вариантов применения импульсной высоковольтной электроники было исследование скорости развития разряда в твердых, жидких и газообразных диэлектриках. Еще одна область применения — высокоскоростная фотография, где импульсы высокого напряжения наносекундной длительности используются для исследования сверхбыстрых процессов в плазме, при взрывах проводников и т. д.

Но все же в основном импульсная высоковольтная электроника применяется в портативных рентгеновских аппаратах, ускорительной технике, источниках накачки газоразрядных лазеров сверхатмосферного давления,

электронно-оптических преобразователях и фотореги-страторах пико- и фемтосекундных радиационных процессов для генерации мощных потоков СВЧ-излучения.

Постановка задачи

Целью данной работы является обоснование схемы высоковольтного генератора, который позволяет формировать импульсы напряжения амплитудой до 500 кВ с длительностью переднего фронта менее 10 нс. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучение известных схем; анализ схем; выбор и обоснование рабочей схемы импульсного генератора; оценка параметров высоковольтных импульсов.

Схемы импульсных генераторов

Одной из распространенных схем высоковольтных генераторов является генератор с прямым разрядом накопительной емкости (рис. 1).

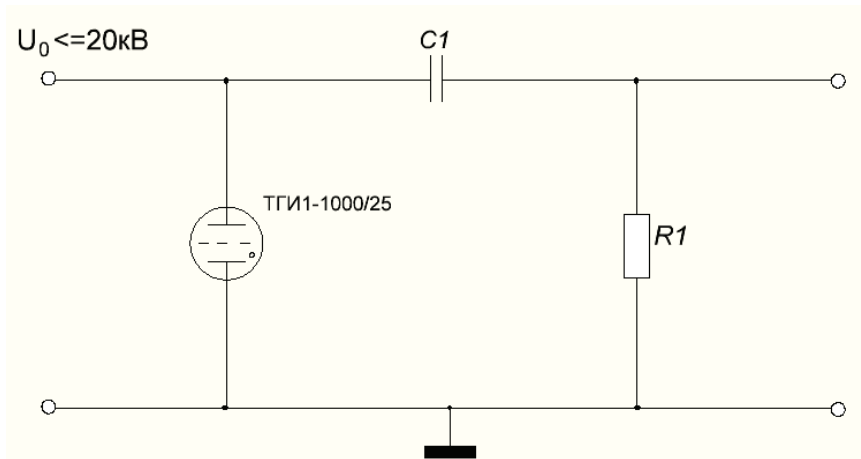


Рис. 1. Генератор с прямым разрядом накопительной емкости: C1 — накопительный конденсатор; R1 — зарядный резистор, ТГИ1–1000/25 — импульсный водородный тиратрон

На вход схемы подается напряжение до 20 кВ и соответственно заряжается конденсатор C1. После этого через импульсный водородный тиратрон высоковольтный импульс с конденсатора C1 подается на нагрузку. В данной схеме на выходе получаются импульсы амплитудой до 20 кВ и длительностью переднего фронта более 40 нс.

Второй популярной схемой является генератор Маркса (рис. 2). Три конденсатора (в общем случае n) C1, C2, C3 соединены параллельно и заряжаются до напряжения U_0 через зарядные резисторы R1–R6. При пробое управляемого разрядника P1 происходит импульсная перезарядка паразитных емкостей и осуществляется пробой очередного промежутка с прогрессивно нарастающим напряжением. В итоге конденсаторы оказываются соединены последовательно и на выходе получается напряжение $n \cdot U_0$ [2, с. 4].

Плюсом схемы является ее простота: чем больше выстроено каскадов, тем большую амплитуду импульса можно получить на выходе. Но чтобы получить амплитуду 500 кВ, необходимо собрать большую цепь, что увеличивает габариты генератора. Также из-за длины ка-

скадов увеличивается индуктивность, что не позволит сократить длительность переднего фронта.

Схема с импульсным трансформатором (ИТ) позволяет уменьшить габариты генератора (рис. 3). Если взять ИТ с коэффициентом трансформации 25, подать на вход схемы U_0 до 20 кВ, заряжается накопительный конденсатор C1. После этого через тиратрон происходит разряд конденсатора на первичную обмотку трансформатора. Со вторичной обмотки через обостряющий конденсатор высоковольтные импульсы амплитудой до 500 кВ попадают в нагрузку.

В итоге на выходе схемы можно получить импульсы амплитудой до 500 кВ с длительностью переднего фронта 5–10 нс. Для уменьшения длительности переднего фронта в схему добавляется разрядник-обостритель (рис. 4).

При замыкании ключа К предварительно заряженный накопительный конденсатор C1 разряжается через первичную обмотку трансформатора. При этом во вторичной его обмотке возникает импульс высокого напряжения в виде затухающей синусоиды. Время нарастания напряжения первой полуволны затухающей синусоиды составляет порядка 10^{-6} с. и определяется параметрами

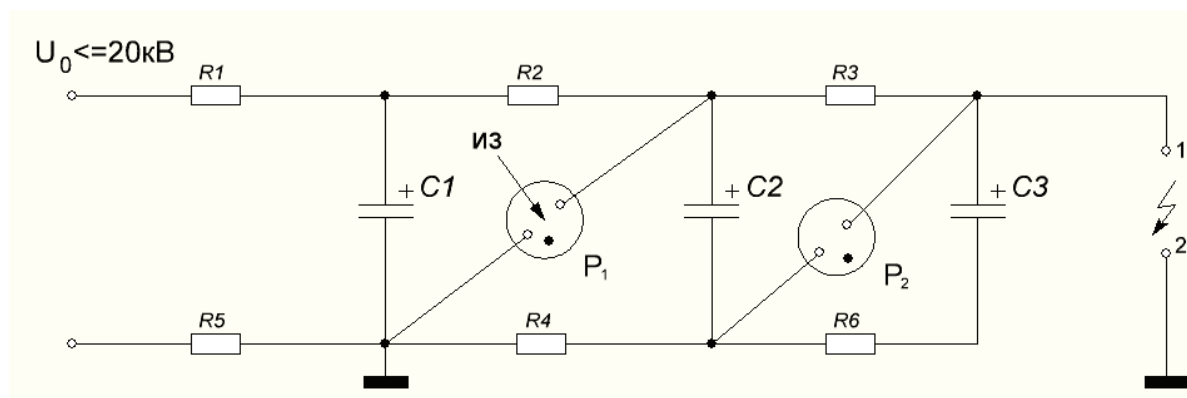


Рис. 2. Генератор Маркса: И3 — импульс запуска; C1, C2, C3 — накопительные конденсаторы; R1–R6 — зарядные резисторы; P1, P2 — управляемый и неуправляемый разрядники; 1, 2 — газоразрядные электроды

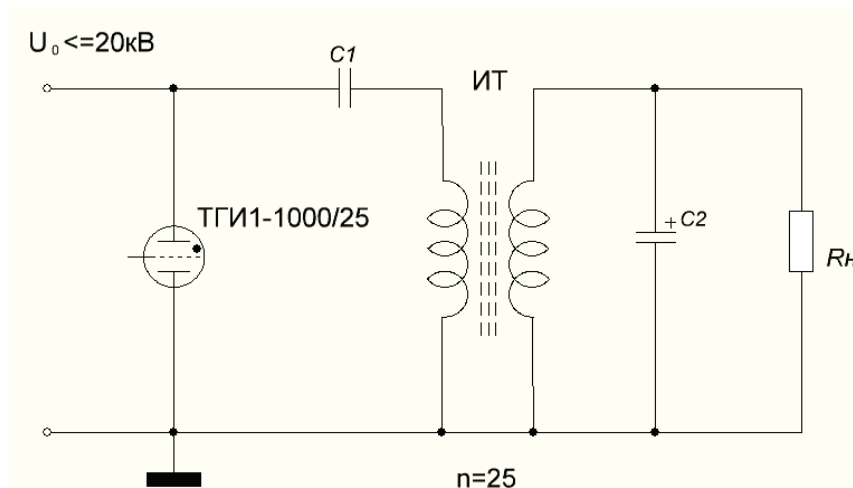


Рис. 3. Генератор с импульсным трансформатором: $C1$, $C2$ — накопительный и обостряющий конденсаторы; ИТ — импульсный трансформатор ($n = 25$); ТГИ1–1000/25 — импульсный водородный тиратрон; R_n — нагрузочный резистор

контура вторичной цепи трансформатора (индуктивностью вторичной обмотки трансформатора и емкостью $C2$, являющейся суммарной емкостью вторичного контура, включающей в себя конструктивную емкость излучателя, межэлектродную емкость разрядника и межвитковую емкость трансформатора). При зарядке конденсатора $C2$ до напряжения пробоя разрядника-обострителя РО происходит его пробой и к нагрузке прикладывается высоковольтный импульс напряжения с крутым фронтом в пределах 1 нс, определяемым временем коммутации разрядника-обострителя [3, с. 189].

Время коммутации РО-49 составляет менее 0,5 нс за счет малого межэлектродного расстояния (2,5–4 мм) и высокого давления наполняющего газа (водород особо чистый до 120 технических атмосфер) [3, с. 195].

Таким образом, назначение разрядника-обострителя заключается в преобразовании высоковольтного импульса напряжения микросекундной длительности в импульс наносекундной или субнаносекундной длительности. От режима его работы зависят выходные параметры.

Выводы

1. Для решения поставленной задачи целесообразно использовать схему с импульсным трансформатором вместе с разрядником-обострителем.
2. Выбранная схема обеспечит формирование высоковольтных импульсов амплитудой до 500 кВ с длительностью переднего фронта менее 10 нс.

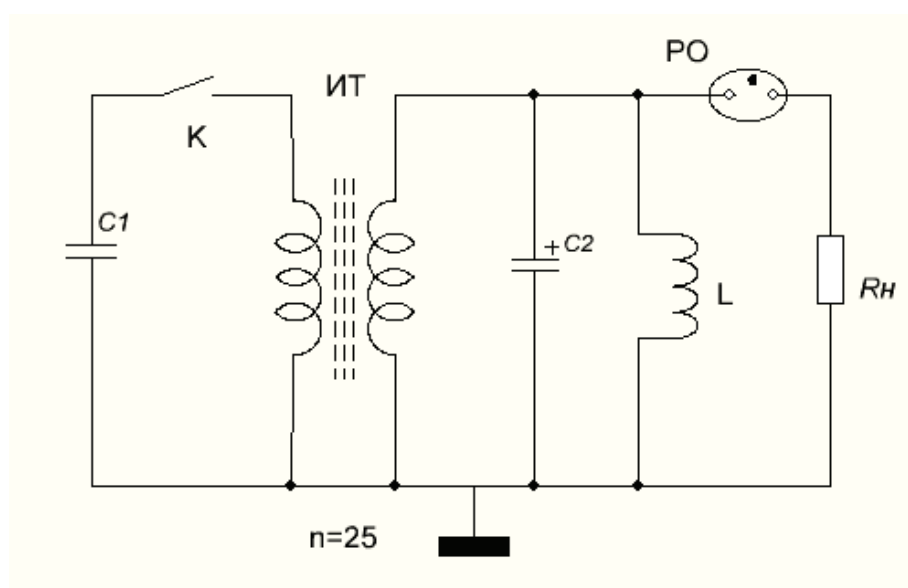


Рис. 4. Упрощенная схема с импульсным трансформатором и разрядником-обострителем: $C1$; $C2$ — накопительный и обостряющий конденсаторы; ИТ — импульсный трансформатор ($n = 25$); K — ключ; L — индуктивность; R_n — нагрузочный резистор; РО — разрядник-обостритель серии РО-49

Литература:

1. Месяц Г. А. Импульсная энергетика и электроника / Г. А. Месяц. — М. : Наука, 2004. — 704 с.
2. Пичугина М. Т. Высоковольтная электротехника. — Томск : Изд-во ТПУ, 2011. — 136 с.
3. Маханько Д. С. Электрическая прочность конструкции неуправляемого разрядника-обострителя на напряжение до 500 кВ / Д. С. Маханько // Вестник РГРТУ. — 2021. — № 78.

ХИМИЯ

Теплоты смешения жидкостей: экспериментальное исследование системы «вода — уксусная кислота»

Бахарев Артем Андреевич, студент;

Вязовская Елизавета Евгеньевна, студент

Научный руководитель: Туленин Станислав Сергеевич, кандидат химических наук, доцент
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Теплоты смешения являются фундаментальными энергетическими характеристиками растворов, отражающими энергии межмолекулярных взаимодействий в жидкой фазе. Исследование теплот смешения представляет собой эффективный метод физико-химического анализа жидких систем, позволяющий сделать выводы о характере молекулярных процессов, сопровождающих образование раствора, на основе анализа зависимости теплот смешения от концентрации и температуры. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования теплот смешения системы вода-уксусная кислота с использованием калориметрического метода.

Ключевые слова: теплота смешения, энтальпия смешения, калориметрия, термохимия, растворы, уксусная кислота, вода.

Теоретические основы

Теплотой смешения называется теплота, поглощаемая или выделяемая системой при смешении n_1 моль первого компонента и n_2 моль второго компонента в условиях постоянства температуры и давления. Интегральная мольная теплота смешения представляет собой величину, отнесенную к 1 моль образующегося раствора.

Парциальные мольные теплоты (энтальпии) смешения H_i определяются соотношением [1]

$$H_i = \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial n_i} \right)_{P, T, n_k} \quad (1)$$

где ΔH — энтальпия смешения, n_i — количество вещества компонента.

Существуют различные методы определения теплот смешения:

- Непосредственные калориметрические измерения.
- Расчет на основании данных о равновесии жидкость-пар при разных температурах (или других данных, позволяющих определить зависимость коэффициентов активности компонентов раствора от температуры).
- Расчет как разности между величинами теплот испарения растворов и чистых компонентов [1].

Калориметрический метод является наиболее распространенным и точным.

Мольная теплота смешения жидкости (или мольная энтальпия) рассчитывается по формуле:

$$\Delta h^m = \frac{\Delta H^m}{n} = \frac{\Delta H^m}{\frac{m}{M}} = \frac{m}{M} \cdot C_m \cdot \Delta T \quad (2)$$

где n — число молей, m — масса вещества, M — мольная масса вещества, C_m — теплоемкость калориметра, ΔT — изменение температуры.

Мольная масса смеси определяется по формуле:

$$M = M_1 N_1 + M_2 N_2, \quad (3)$$

где M_1 и M_2 — мольные массы компонентов, N_1 и N_2 — мольные доли компонентов.

Мольная доля компонента в растворе рассчитывается по формуле:

$$N_2 = \frac{V_2^0 \cdot \frac{\rho_2^0}{M_2}}{\frac{\rho_1^0}{M_1} \cdot V + V_2^0 \cdot \left(\frac{\rho_2^0}{M_2} - \frac{\rho_1^0}{M_1} \right)}$$

где ρ_1^0 и ρ_2^0 — плотности масс чистых 1-го и 2-го компонентов, V и V_2^0 — отмеряемые объемы компонентов [4].

Материалы и методы

В работе использовался калориметр с изотермической воздушной оболочкой (рисунок 1), позволяющей исключить теплообмен калориметра с окружающей средой. Использованный калориметр является калориметром открытого типа, в котором давление во время опыта остается постоянным [2]

Реактивы и оборудование: полипропиленовый стакан, мешалка, термометр Бекмана, дистиллированная вода, уксусная кислота, секундомер, весы.

Эксперимент проводился следующим образом:

1. В калориметрический стакан заливали 0,15 л дистиллированной воды.
2. Помещали в стакан мешалку и термометр Бекмана, включали мешалку и производили 6–7 замеров температуры с интервалом в 1 минуту.
3. После установления равномерного изменения температуры (не более 0,04 град/мин) на 6–7 минуте от начала опыта, медленно вливали уксусную кислоту в объеме 0,075 л, 0,080 л, 0,070 л, соответственно для каждого опыта.
4. Продолжали измерение температуры до установления продолжительного равномерного изменения температуры (5–11 замеров).
5. По полученным данным строили температурную кривую калориметрического опыта.

Для определения ΔT использовали графический метод. Продолжали отрезки АВ и DE до пересечения с перпендикуляром КК', восстановленным из середины отрезка В'D', который отражает продолжительность главного процесса. $\Delta T = KK'$.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены исходные данные для расчетов теплоемкости калориметра.

Теоретические значения мольных теплот смешения системы вода-уксусная кислота при $T = 297$ К, взятые из работы [4], приведены в таблице 4.

На рисунке 3 сопоставлены экспериментальные данные с теоретической зависимостью ΔH_m от N_2 .

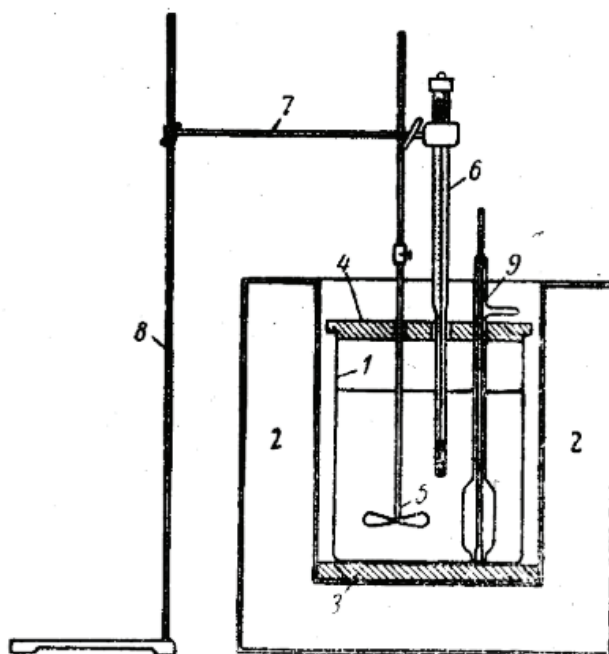


Рис. 1. Изотермический калориметр [2]

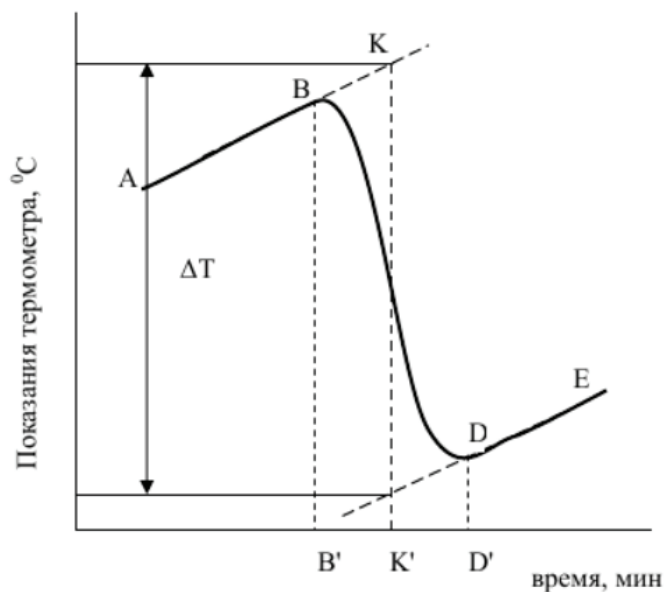


Рис. 2. Температурная кривая калориметрического опыта [2]

Таблица 1. Исходные данные приборов

Расчеты калориметра, учитываемые в теплообмене	Раствор	Соприкасающаяся с раствором часть		
		стакана	мешалки	термометра
Объем или масса	150 мл 153 г	98,588 г	0,001 дм ³	0,00002 м ³
Удельная теплоемкость	4187 Дж/кг·К	823,5 Дж/кг·К	3713 Дж/дм ³ ·К	$1,923 \cdot 10^6$ Дж/м ³ ·К
Теплоемкость части калориметра, Дж/К	640,611	81,18	3,713	3,846

Таблица 2. Теоретические исходные данные

Вещество	Температура, К	Плотность, кг/см ³	Молярная масса, кг/моль
H ₂ O	298	996,9	0,018
Уксусная кислота	298	1044,15	0,06005

Таблица 3. Результаты расчетов мольной теплоты смешения жидкости

VH ₂ O, мл	VКислоты, мл	ΔT, °C	N2	Δh _m , Дж/моль (общая)	Δh _m , Дж/моль (компонента)
75	75	1,15	0,239	153,7	300,47
80	70	2,4	0,264	338,2	610
70	80	1,05	0,216	137,8	238,7

Таблица 4. Теоретические значения при T = 297 К

N2	Δh ^m
0,06	-19,7
0,10	0
0,21	125,5
0,33	230,1
0,43	282,4
0,46	301,2
0,54	322,2
0,67	338,9
0,71	343,3
0,78	326,4
0,84	288,7
0,89	238,5

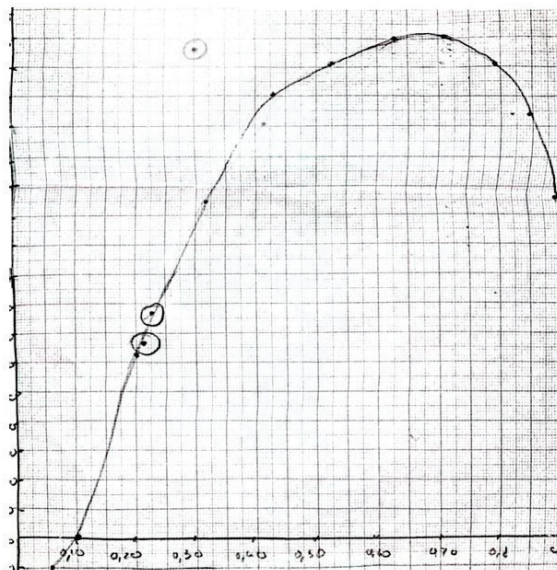


Рис. 3. Сопоставление экспериментальных данных с теоретическими

Сопоставление показывает удовлетворительное согласие экспериментальных данных с теоретической кривой. Полученные значения Δh_m имеют положительные значения, что свидетельствует об эндотермическом характере процесса смешения, то есть о преобладании энергий разрыва межмолекулярных связей по сравнению с энергиями образования новых связей в растворе.

Литература:

1. Белоусов В. П., Морачевский А. Г. Теплоты смешения жидкостей. — Л.: «Химия» Ленинградское отделение, 1970. — 256 с.
2. Виноградова Т. В. Определение интегральной мольной теплоты растворения соли. — Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», 2014. — 18 с.
3. Мищенко К. П., Равделя А. А. Практические работы по физической химии. — 2 изд. — Санкт Петербург: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961. — 256 с.
4. Степановских Е. И., Уломский Е. Н., Русинова Л. И. Теплоты смешения жидкости (справочные материалы). — Екатеринбург: Издательство УГТУ-УПИ, 2001. — 28 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Криптосистема NTRUEncrypt: анализ, проблемы и перспективы

Кишкун Кирилл Сергеевич, студент;
Латышенко Дмитрий Сергеевич, студент;
Лобанов Павел Константинович, студент;
Сидоров Денис Владимирович, студент
Тверской государственный университет

Ключевые слова: NTRUEncrypt, криптография, постквантовая криптография, решетки, шифрование, задача кратчайшего вектора.

Введение

За последние месяцы мир квантовых технологий переживает настоящий прорыв, о чём свидетельствуют новости с последних конференций и форумов. Например, на Форуме «Квант-2025» в Москве, собравшем свыше 400 ведущих экспертов, были представлены результаты по расширению магистральных квантовых сетей, совершенствованию компонентов квантовых процессоров и разработке новых методов интеграции квантовых коммуникаций с криптографическими протоколами. Эти достижения демонстрируют, что квантовые технологии не только быстро развиваются, но и открывают новые горизонты в области обработки, передачи и защиты информации.

В условиях, когда квантовые алгоритмы, такие как алгоритм Шора [7], уже доказали свою способность факторизовать большие числа за полиномиальное время, традиционные криптографические системы (например, RSA и криптография на эллиптических кривых) оказываются под угрозой. Именно поэтому переход к постквантовой криптографии становится критически важным. Среди наиболее перспективных решений — криптосистемы, основанные на решётках, где безопасность обеспечивается сложностью таких NP-трудных задач, как например задача кратчайшего вектора, на которой основан NTRUE [6].

Криптосистема NTRUEncrypt, разработанная ещё в 1996 году, остаётся одним из первых и наиболее изученных примеров такого подхода. Её математическая база позволяет обеспечить стойкость даже в условиях использования квантовых вычислительных систем, поскольку решение задачи кратчайшего вектора остаётся вычислительно неосуществимым для квантовых алгоритмов [1].

Криптосистема полагается на предполагаемую сложность факторизации определённых полиномов в усечённом кольце полиномов в частное двух полиномов с очень малыми коэффициентами. Взлом системы тесно связан, хотя и не эквивалентен, с алгоритмической задачей редукции решёток в некоторых типах решёток. Для защиты от известных атак требуется тщательный выбор параметров [2].

Так как и шифрование, и расшифровка требуют только простого умножения полиномов, эти операции выполняются значительно быстрее по сравнению с другими асимметричными схемами шифрования, такими как RSA, ElGamal и ECC [1].

Криптосистема NTRUEncrypt была разработана в 1996 году математиками Джефффри Хоффштейном, Джилл Пайфер и Джозефом Сильверманом, а также Даниэлем Лиманом, которые основали компанию NTRU Cryptosystems, Inc.

С момента её создания криптосистема была улучшена для повышения производительности и безопасности, включая ускорение операций и добавление новых параметров для защиты от известных атак. До 2005 года упоминались проблемы с расшифровкой, но позже они были устранены.

Сейчас NTRUEncrypt включён в стандарт IEEE P1363.1 для криптографии на основе решёток и принят в качестве стандарта X9.98 для финансовых приложений. Благодаря высокой скорости и низкому потреблению памяти, система подходит для мобильных устройств и смарт-карт [3].

Дополнительный стимул для дальнейшего развития данной области придают образовательные инициативы. Так, в Университете «Сириус» запущены программы дополнительного образования по квантовой информатике и инфор-

мационной безопасности, что свидетельствует о стратегической важности подготовки новых специалистов для работы в условиях наступления эпохи квантовых вычислений.

NTRUEncrypt

Прежде чем мы перейдем к разбору NTRUEncrypt, рассмотрим подробнее проблему, лежащую в основе рассматриваемой системы.

Задача кратчайшего вектора (Shortest Vector Problem, SVP) SVP определяется следующим образом: дана решётка L в \mathbb{R}^n , требуется найти кратчайший ненулевой вектор $v \in L$.

$$\text{Формально: } \text{SVP}(L) = \min_{v \in L \setminus \{0\}} \|v\|$$

SVP известна как NP-трудная задача при использовании случайных редукций (например, редукций Грэма–Шмидта), что делает её надёжным кандидатом для криптографических приложений. Эффективные алгоритмы для решения SVP могут иметь серьёзные последствия, потенциально делая многие криптографические схемы на основе решёток уязвимыми. [6]

Теперь разберем математическое устройство и операции, которые будут использоваться в дальнейшем.

Математический аппарат [4]

Операции NTRU основаны на объектах в усечённом кольце полиномов $R = \mathbb{Z}[X]/(X^N - 1)$ со свёрточным умножением, где все полиномы в кольце имеют целые коэффициенты и степень не выше $N-1$: $a = a_0 + a_1X + a_2X^2 + \dots + a_{N-2}X^{N-2} + a_{N-1}X^{N-1}$. Свойство $X^N = 1$ в этом кольце приводит к тому, что умножение полинома на X циклически сдвигает его коэффициенты. Отображение вида $f \mapsto fg$ для фиксированного $g \in R$ создаёт новый полином fg , в котором каждый коэффициент зависит от количества ненулевых коэффициентов в g . Пусть даны два многочлена f и g с коэффициентами a_i и b_j соответственно, где $i, j \in [0, N-1]$. Тогда произведение данных многочленов fg с коэффициентами c_k будет определяться следующим образом:

$$\forall k \in [0, N-1], c_k = a_0b_k + a_1b_{k-1} + \dots + a_kb_0 + a_{k+1}b_{N-1} + a_{k+2}b_{N-2} + \dots + a_{N-1}b_{k+1}$$

NTRU имеет следующие целочисленные параметры: (N, p, q, d_f, d_g, d_r) , где N — максимальная степень полинома, p называется малым модулем, а q — большим модулем. Предполагается, что N является простым числом, q всегда намного больше p , а p и q взаимно просты. Открытые сообщения представлены в виде полиномов по модулю p , а зашифрованные сообщения — в виде полиномов по модулю q . Числа d_f, d_g, d_r используются для определения «малости» полиномов f, g, r соответственно [1].

Отметим, что параметр p служит для определения интервала, которому обязаны принадлежать все коэффициенты многочленов, используемых в криптосистеме.

Пространство сообщений криптосистемы NTRU определяется как

$$L_m = \left\{ M(x) \in R \mid \text{все коэффициенты } m_i \in \left(\frac{-p-1}{2}, \frac{p-1}{2} \right] \right\}$$

Вышеприведенные формулировки и обозначенные операции используются для построения алгоритмов криптографической системы защиты информации, которые глобально можно разбить на 3 этапа.

Этап 1 Генерация ключей [1]

Для передачи сообщения необходимы открытый и закрытый ключи. Открытый ключ доступен обеим сторонам, а закрытый ключ известен только принимающей стороне, которая использует его для генерации открытого ключа.

Для этого принимающая сторона выбирает два «маленьких» полинома f и g из кольца R . Под «малостью» понимается, что коэффициенты полиномов значительно меньше q , тогда как у произвольного полинома коэффициенты равномерно распределены по модулю q . Малость полиномов определяется параметрами d_f и d_g . Полином f имеет d_f коэффициентов, равных 1, и $d_f - 1$ коэффициентов, равных -1, остальные коэффициенты равны 0. Такой полином принадлежит множеству L_f . Полином g имеет d_g коэффициентов, равных 1, и столько же коэффициентов, равных -1, остальные — 0. Такой полином принадлежит множеству L_g .

Выбор полиномов такого типа обусловлен тем, что f может быть обратимым, а g — нет (так как $g(1) = 0$, а нулевой элемент не имеет обратного).

Выбранные полиномы f и g сохраняются в секрете. Затем вычисляются обратные полиномы f_p и f_q , такие что: $f \cdot f_p \equiv 1 \pmod{p}$, $f \cdot f_q \equiv 1 \pmod{q}$. Если f не имеет обратного, выбирается другой полином.

Секретный ключ состоит из пары (f, f_p) . Открытый ключ h вычисляется по формуле: $h = (p \cdot f_q \cdot g) \bmod q$.

Этап 2 Шифрование [1]

Теперь, когда открытый ключ доступен отправителю, он может зашифровать сообщение для получателя. Для этого сообщение представляется в виде полинома m с коэффициентами по модулю p , которые выбираются из пространства сообщений L_m . Таким образом, m является «малым» полиномом по модулю q .

Затем отправитель выбирает «малый» полином g , называемый «ослепляющим», который определяется параметром d_g . Полином g имеет d_g коэффициентов, равных 1, и столько же коэффициентов, равных -1, остальные коэффициенты равны 0. Такой полином принадлежит множеству L_g .

Используя полиномы g , h (открытый ключ) и m , зашифрованное сообщение вычисляется по формуле: $e = (g \cdot h + m) \bmod q$. При этом любой, кто знает (или может вычислить) ослепляющий полином g , сможет расшифровать сообщение m .

Этап 3 Расшифрование [1]

Теперь, получив зашифрованное сообщение e , получатель может его расшифровать, используя свой секретный ключ. Для начала вычисляется промежуточный полином: $a = (f \cdot e) \bmod q$. Если подставить выражение для e , то получается: $a = (f \cdot e) \bmod q = (f \cdot (g \cdot h + m)) \bmod q = (f \cdot (g \cdot p f_q + g + m)) \bmod q$. Окончательный вид: $a = (p f \cdot g + f \cdot m) \bmod q$.

После вычисления a по модулю q , его коэффициенты приводятся к диапазону $[-q/2, q/2]$, после чего вычисляется полином b , приведённый по модулю p : $b = a \bmod p = (f \cdot m) \bmod p$, поскольку $(p f \cdot g) \bmod p = 0$. Далее, используя вторую часть секретного ключа f_p , получатель может расшифровать сообщение: $c = (f_p \cdot b) \bmod p$. Это выражение эквивалентно: $c \equiv f_p \cdot f \cdot m \equiv m \bmod p$. Таким образом, результат c является исходным сообщением m .

Не сложно заметить, что среди всех этапов работы NTRU-Encrpyt наиболее вычислительно затратным оказывается первый, так как поиск обратного по модулю полинома нетривиальная операция. [1] Эта операция значительно усложняет генерацию ключей и может стать серьёзным препятствием для аппаратных платформ с ограниченными ресурсами. Именно поэтому стандарт предусматривает несколько уровней стойкости — от умеренного до высочайшего — чтобы адаптироваться под разные требования: от лёгких встраиваемых устройств до высокопроизводительных серверов.

Рекомендованные параметры

Для достижения указанных уровней безопасности обратимся к рекомендованным параметрам стандарта отраженных в табл.1 [2].

Таблица 1. Рекомендованные параметры NTRUEncrpyt

Уровень стойкости	Вариант	N	q	p
128 bit	HPS	509	2048	3
192 bit	HPS	677	2048	3
256 bit	HPS	821	4096	3
256 bit	HRSS	701	8192	3

Подробнее разберем значения, имеющиеся в таблице. Уровень стойкости — это значение показывающие количество базовых операций, которые потребуются самому эффективному методу атаки для дешифровки сообщения защищенного определённым методом NTRU. То есть уровень стойкости в 128 bit потребует от злоумышленника совершить 2^{128} элементарных операций, а если взять метод с стойкостью в 256 bit, то потребуется уже 2^{256} элементарных операций для взлома. Несложно заметить, что стоимость атаки экспоненциально растёт с увеличением этого “битового” показателя.

Теперь необходимо разобраться, что стоит за неизвестными аббревиатурами HPS и HRSS. Выше вводя метод генерации ключей один весьма важный момент был оставлен без объяснения, а именно определения параметров d_f и d_g . Метод HPS разработанный в 1996 г. и названный в честь авторов Hoffstein, Pipher и Silverman, это и есть тот способ, который был изложен выше. В этом варианте секретные полиномы f и g генерируются по фиксированному весу. Выбирается строго заданное число единиц и минус единиц, остальные коэффициенты равны нулю. Это упрощает анализ корректности схемы и позволяет подобрать минимально достаточное значение q для обеспечения «идеальной корректности» дешифрования при заданном уровне стойкости [1]. Позже в 2017 г. был создан HRSS группой ученых Hulsing, Rijneveld, Schanck и Schwab. В этом методе каждый коэффициент f_i , g_i выбирается независимо равномерно из $\{-1, 0, 1\}$ (произвольный вес). Такой подход несколько увеличивает вариативность секретов и повышает устойчивость к некоторым видам атак за счёт уменьшения алгоритмической предсказуемости распределения [9].

Но мир не стоит на месте: квантовые компьютеры уже не кажутся фантастикой, а атаки на классические схемы шифрования становятся всё более изощрёнными. Пока инженеры подбирают параметры для новых стандартов, криптоаналитики проводят бессонные ночи за редукцией решёток с чутьём на уязвимости.

На этом фоне важно не просто понимать, как работает NTRU, но и знать, какие существуют пути его криптоанализа. Даже самая стойкая криптосистема превращается в потенциальную мишень, если её параметры подобраны слабо или если новые методы анализа открывают ранее недоступные пути, поэтому устойчивость системы всегда следует рассматривать через призму актуальных и перспективных атак.

Атаки на алгоритм NTRU

Основные виды атак, можно условно разделить на три категории: **атаки на основе редукции решёток**, атака «встреча посередине» и гибридная атака. Теперь рассмотрим каждую из них поподробней.

Атаки на основе редукции решёток [10] [13]

Атаки этого типа эксплуатируют структуру решётки, формируемой публичным ключом h . Решётка задаётся блочной матрицей:

$$B = \begin{pmatrix} \text{circ}(h) & qI \\ I & 0 \end{pmatrix},$$

где $\text{circ}(h)$ — циркулянтная матрица, порождённая полиномом h , I — единичная матрица размерности N , q — большой модуль. Задача злоумышленника — найти в этой решётке вектор (f, g) , соответствующий секретному ключу; длина этого вектора определяется числом ненулевых коэффициентов в полиномах f и g .

Стандартные алгоритмы редукции решёток (например, LLL или BKZ) применяются для уменьшения базиса и поиска коротких векторов. Оценка эффективности основана на гауссовской эвристике, дающей приближённую длину кратчай-

шего вектора $\lambda_1 \approx \sqrt{\frac{Nq}{2\pi e}}$.

Сложность атак экспоненциально зависит от размерности N и параметра безопасности \hat{a} , связанного с глубиной редукции.

Например, чтобы гарантированно найти в решётке вектор длины порядка гауссовской эвристики $\lambda_1 \approx \sqrt{Nq/(2\pi e)}$, обычно берут $\beta \approx N$. В результате получается $T(\beta \approx N) \approx \exp(O(N \log N))$, что по асимптотике часто упрощённо записывают как $O(2^{\Theta(N \log N)})$.

Если рассуждать в терминах «бит стойкости», который рассматривался выше, это означает, что для параметра N при подборе модуля q глубина редукции $\beta = N$ даёт эквивалент защиты примерно в $\log_2 T \approx cN$ бит, где константа c (по лучшим эвристикам) лежит в районе 0.25–0.3. То есть сложность атаки оценивается как порядка $2^{0.29N}$ операций. [13] Тогда при $N = 509$ (уровень ~128 bit) BKZ-редукция займёт порядка $2^{0.29 \cdot 509} \approx 2^{148}$ операций, а При $N = 821$ (уровень ~256 bit) время оценивается как $2^{0.29 \cdot 821} \approx 2^{238}$ операций.

Атака «встреча посередине» (Meet-in-the-Middle) [5]

Идея метода заключается комбинаторном подходе. Полином f , содержащий, например, d ненулевых коэффициентов, разбивается на две части: $f_1 \in S_1$ и $f_2 \in S_2$, каждая из которых содержит $d/2$ ненулевых элементов. Для каждого возможного f_1 вычисляется часть целевого вектора, и результаты сохраняются в хеш-таблице. Затем для каждого f_2 ищется совпадение — при успешном совпадении можно восстановить исходный ключ.

Сложность атаки составляет $O(2^{d/2})$, что гораздо эффективнее полного перебора. Основной недостаток — высокая потребность в памяти, так как требуется хранить экспоненциальное количество векторов.

Гибридная атака [5]

Гибридный подход объединяет предварительную редукцию решётки с последующим применением meet-in-the-middle. Сначала решёточная база частично редуцируется до более низкой размерности $n' < N$, что позволяет уменьшить пространство поиска. Далее на оставшемся подпространстве выполняется атака «встреча посередине» с меньшими затратами по времени и памяти. Такой метод демонстрирует существенное ускорение по сравнению с чистой редукцией решёток при сохранении высокой вероятности успеха.

Гибридные методы считаются наиболее опасными при атаке на параметры с небольшим запасом прочности. Современные реализации BKZ с отбором и эвристиками, оптимизированными под структуры NTRU, значительно снижают фактический уровень стойкости при неудачном выборе параметров.

Сложность гибридной атаки выразить в виде единой «классической» формулы сложно, потому что итоговая сложность зависит от выбранного компромисса между глубиной редукции решётки (BKZ-блоком β) и объёмом памяти, отведённым на meet-in-the-middle. При этом обычно оптимизируют так, чтобы: $T_{\text{hybrid}} \approx T_{\text{BKZ}}(\beta) + O(2^{d/2})$, где $T_{\text{BKZ}}(\beta) \approx \exp(O(\beta \ln \beta))$ — время запуска BKZ с блоком β , d — «остаточный» вес (количество ± 1) в полиноме, по которому делают MITM. Оптимально берут $\beta \approx d$, и тогда обе части дают примерно одинаковый вклад.

Теперь на примере из практики попробуем показать, в чем преимущество объединения первых двух способов. Впервые детальное бенчмаркирование гибридного подхода для NTRU-HPS (параметры $(N = 509, q = 2048, p = 3)$, уровень безопасности ~ 128 bit) провели Ducas и Nguyen (2012) [1]. По их результатам, получилось следующее, что **чистая BKZ-атака** на этих параметрах требовала порядка 2^{148} операций, а **гибридный метод** (частичная BKZ-редукция до блока $\beta \approx 160$ + MITM по 128×128) снизил время до примерно G_∞ операций при использовании Z памяти. Таким образом, гибридный подход сэкономил порядка 37 бит стойкости (с 148 down to 111) за счёт значительного потребления памяти и дополнительной сложности по организации MITM-поиска.

Анализ существующих атак показывает, что криптостойкость NTRUEncrypt напрямую зависит от параметров схемы. Например, рекомендованные значения из RFC 8391 [2] — $N = 677, q = 2^{14}$ для уровня безопасности 128 бит — основаны на устойчивости к современным методам редукции решёток и учёте комбинаторных атак. Для более высокой безопасности, например, 256 бит, параметры должны увеличиваться: $N = 2048, q = 2^{16}$, как указано в спецификациях NTRU-HPS и NTRU-HRSS [14].

Также важно учитывать форму распределения полиномов f, g : шаблоны HPS и HRSS сдвигают баланс между безопасностью и производительностью, повышая устойчивость к meet-in-the-middle и гибридным стратегиям [14].

Таким образом, грамотный выбор параметров позволяет эффективно противостоять известным типам атак, поддерживая требуемый уровень стойкости без чрезмерных потерь в производительности. В следующем разделе мы сравним два ключевых семейства параметров NTRU — HPS и HRSS — и определим, какие из них наиболее подходят под конкретные сценарии применения — от IoT-устройств до защищённых серверных решений.

Также важно уточнить, что для приведения реализации NTRUEncrypt в соответствие с современными требованиями безопасности следует обеспечить константное время исполнения всех критических операций дешифрования (преобразования полиномов, вычитания и восстановления сообщения), что полностью устраняет утечки по таймингу, описанные в Technical Report #021 Silverman & Whyte (2005) [15]. Кроме того, базовый алгоритм остаётся уязвим к адаптивным атакам по выбранному шифртексту при отсутствии надёжной схемы заполнения, поэтому рекомендуется оборачивать NTRU в KEM/DEM-конструкцию с доказанной IND-CCA безопасностью: например, используя Fujisaki–Okamoto трансформацию или схему NAEP (Non-Adaptive Error Padding) [8], как это формализовано в стандарте RFC 9180 для HPS-варианта NTRU KEM.

Заключение

Заключая, можно сказать, что развитие квантовых технологий радикально трансформирует подходы к обеспечению информационной безопасности. Современные конференции и форумы, такие как «Квант-2025», демонстрируют, что прогресс в области создания масштабируемых квантовых сетей и усовершенствованных квантовых процессоров уже сегодня становится катализатором перехода к новым криптографическим методам. Классические системы защиты, основанные на факторизации и дискретном логарифме, постепенно утрачивают свою надёжность в свете квантовых алгоритмов, что подчеркивает необходимость внедрения постквантовых решений.

Стоит отметить, что NTRUEncrypt, несмотря на свою новаторскую природу и стойкость перед квантовыми атаками, не получил широкого распространения. Причины заключаются в вычислительной сложности ключевой математической задачи, лежащей в основе алгоритма, а также в значительных ресурсах, необходимых для генерации ключей. Эти аспекты обусловили выбор альтернативных криптографических систем, которые демонстрируют лучшую производительность.

Тем не менее, NTRUEncrypt остаётся значимым вкладом в развитие постквантовой криптографии, задавая стандарты для исследований в области решёточных алгоритмов.

Литература:

1. Hoffstein, J. NTRU: A ring-based public key cryptosystem / J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silverman. — Текст: непосредственный // Algorithmic Number Theory: Lecture Notes in Computer Science.. — 1998. — № 1423. — С. 267–288.
2. RFC 8391. NTRUEncrypt Parameter Sets and Encryption Algorithm. — Текст: электронный // Internet Engineering Task Force: [сайт]. — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc8391> (дата обращения: 28.05.2025).

3. Security Innovation's NTRUEncrypt Adopted as X9 Standard for Data Protection. — Текст: электронный // businesswire: [сайт]. — URL: [https://web.archive.org/web/20220812083036/http://www.businesswire.com/news/home/20110411005309/en/Security-Innovation %E2 %80 %99s-NTRUEncrypt-Adopted-X9-Standard-Data](https://web.archive.org/web/20220812083036/http://www.businesswire.com/news/home/20110411005309/en/Security-Innovation-%E2%80%99s-NTRUEncrypt-Adopted-X9-Standard-Data) (дата обращения: 28.05.2025).
4. NTRU. Algorithm Specifications and Supporting Documentation. — Текст: электронный // NTRU: [сайт]. — URL: <https://ntru.org/f/ntru-20190330.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).
5. Smart, N. P. A Hybrid Lattice-Reduction and Meet-in-the-Middle Attack Against NTRU / N. P. Smart. — Текст: непосредственный // Advances in Cryptology — EUROCRYPT. — Berlin: Lecture Notes in Computer Science, 2007. — С. 135–154.
6. Micciancio, D. The Shortest Vector Problem is NP-Hard to Approximate within Some Constant / D. Micciancio. — Текст: непосредственный // Journal of the ACM. — 2001. — № 1423, часть 1. — С. 789–808
7. Shor, P. W. Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring / P. W. Shor. — Текст: непосредственный // Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science. — Santa Fe: IEEE, 1994. — С. 124–134.
8. Hofheinz, D. A Modular Analysis of the Fujisaki-Okamoto Transformation / D. Hofheinz, K. Hövelmanns, E. Kiltz. — Текст: непосредственный // Theory of Cryptography. — Baltimore, MD, USA: Springer, Cham, 2017. — С. 341–371.
9. NTRU-HRSS-KEM Algorithm Specifications And Supporting Documentation. — Текст: электронный // Cryptojedi: [сайт]. — URL: <https://cryptojedi.org/papers/ntrunistr1-20171130.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).
10. Ducas, L. Learning a parallelogram: cryptanalysis of NTRU / L. Ducas, P. Q. Nguyen. — Текст: непосредственный // Advances in Cryptology — EUROCRYPT. — Berlin: Lecture Notes in Computer Science, 2012. — С. 414–431.
11. Lenstra, A. K. Factoring polynomials with rational coefficients / A. K. Lenstra, H.W Lenstra, L. Lovász. — Текст: непосредственный // Mathematische Annalen. — Amsterdam, 1982. — С. 515–534.
12. Schnorr, C. P. Lattice basis reduction: Improved practical algorithms and solving subset sum problems / C. P. Schnorr, M. Euchner. — Текст: непосредственный // Mathematical Programming. — 1994. — № 66. — С. 181–199.
13. Gama, N. Predicting lattice reduction / N. Gama, P. Q. Nguyen. — Текст: непосредственный // Advances in Cryptology — EUROCRYPT. — Berlin: Lecture Notes in Computer Science, 2008. — С. 31–51.
14. Paradise, F. Polynomial equation in algebraic attack on NTRU-HPS and NTRU-HRSS / F. Paradise, K. A. Sugeng. — Текст: непосредственный // ITM Web of Conferences. — Bali, Indonesia: EDP Sciences, 2024. — С. 341–371.
15. Silverman, J. H. Report # 021, Version 1 Timing Attacks on NTRUEncrypt via Variation in the Number of Hash Calls / J. H. Silverman, W. Whyte. — Текст: непосредственный // NTRU Cryptosystems Technical Report. —: NTRU Cryptosystems, Inc., 2006. — С. 341–371.

Интеграция ансамблевых нейросетевых архитектур и методов балансировки данных для повышения точности распознавания эмоций по речи

Ковалёв Алексей Николаевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Закутный Александр Степанович, кандидат технических наук, старший преподаватель
Донбасский государственный технический университет (г. Алчевск, Луганская Народная Республика)

В статье рассматривается классификация эмоций на основе акустических признаков речи с применением ансамблевых нейросетевых моделей. Исследуется влияние методов балансировки данных и объединения предсказаний моделей на точность распознавания.

Ключевые слова: классификация эмоций, акустический анализ речи, ансамблевые модели, нейронные сети, балансировка данных, SMOTE.

Введение

Распознавание эмоций по речи имеет большое значение для создания интеллектуальных систем и контроля за состоянием человека [1], например для взаимодействия с интеллектуальными ассистентами и подсистемами умного дома. Это позволяет лучше понимать пользователя системы, а с другой стороны, улучшает чувство оценивания адекватности работы интеллектуальной системы её пользователем.

Однако точность определения эмоциональных состояний затруднена из-за неравномерного распределения данных и их малого объёма [2]. Целью исследования является повышение точности классификации эмоций по акустическим признакам речи с помощью объединения нескольких нейросетевых моделей и применения методов балансировки данных. В работе предлагается объединить несколько моделей с использованием методов, таких как взвешивание функции потерь и SMOTE — алгоритма синтетического увеличения выборки, который создаёт новые объекты миноритарного класса путём интерполяции между ближайшими соседями [3].

Методика

Предобработка данных

Использовался аудиодатасет Dusha [4], в формате wav файла, в котором записи были распределены по пяти классам: злость (angry), спокойствие (neutral), веселость (positive), грусть (sad) и другие (other).

Предобработка включала обрезку или дополнение аудио до фиксированной длины в 5 секунд, а также аугментацию (добавление шума, реверберация, сдвиги, изменение скорости и высоты тона). Для балансировки классов применялось увеличение выборки меньшинства (oversampling) с добавлением шума к данным, а все этапы управления обработкой настраивались через конфигурационный файл.

Аудиозаписи были предварительно нормализованы путём приведения амплитуды сигнала к диапазону $[-1, 1]$. Для извлечения признаков использовались мел-кепстральные коэффициенты (MFCC), а также спектральные и темпоральные характеристики. Выделенные признаки нормализовывались по каждому параметру отдельно с применением среднего значения и стандартного отклонения, рассчитанных по временным фреймам. При формировании обучающей и тестовой выборок использовались параметры нормализации, вычисленные на тренировочных данных. Для обеспечения численной стабильности в процессе нормализации данных на всех этапах обработки использовался малый параметр $\epsilon = 1e-8$. Такой подход позволял снизить чувствительность к различиям в громкости и уменьшить внутренние сдвиги распределений. Исходное распределение классов отличалось значительной неравномерностью: доля класса neutral превышала 80 %, в то время как класс other составлял менее 0,5 % [2].

Методы балансировки

Существуют следующие подходы к балансировке данных:

- удаление объектов из доминирующего класса (undersampling),
- добавление копий объектов миноритарного класса (oversampling),
- генерация новых объектов, например метод SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique);
- модификация функции потерь, включая взвешивание классов на этапе обучения;
- использование генеративных моделей (GAN для синтетических примеров).

Для устранения неравномерности данных в работе использованы два способа: взвешивание функции потерь и SMOTE. Первый метод позволяет учесть дисбаланс на этапе обучения без изменения структуры данных, а второй — увеличить представительство редких классов за счёт синтетических примеров. Совмещение этих методов обеспечивает как корректировку обучения, так и расширение выборки.

Архитектуры моделей

Для задач классификации эмоций на основе аудио могут использоваться различные типы нейросетевых моделей:

- **MLP (многослойный перцептрон)** — простая структура с полносвязными слоями, часто используется в качестве базовой модели;
- RNN (рекуррентная нейронная сеть, включая LSTM и GRU) — хорошо работают с временными рядами, но медленнее обучаются;
- CNN (свёрточная нейронная сеть) — эффективно извлекают локальные признаки из спектрограмм;
- Transformer (трансформер) — обрабатывают последовательности без рекурсии, лучше масштабируются;
- Dense-сети (полносвязные-сети) — подходят для обобщения признаков и финальной классификации;
- Гибридные модели — объединяют несколько архитектур для повышения точности.

Были использованы модели CNN, Transformer и Dense, обученные параллельно и независимо друг от друга. Такой подход позволяет избежать каскадной зависимости, при которой ошибки одной модели передаются следующей.

Базовая CNN-модель построена на трех последовательных сверточных блоках с прогрессивным увеличением числа фильтров (64→128→256), каждый из которых включает BatchNormalization, MaxPooling и Dropout (0.3) для предотвращения переобучения.

Трансформерная модель использует предварительную обработку через CNN-слои (32→64 фильтра), за которыми следуют четыре блока MultiHeadAttention с четырьмя головами, что позволяет эффективно улавливать долгосрочные зависимости в аудиопоследовательностях.

Dense-модель характеризуется широким входным слоем (512 нейронов) с остаточными соединениями и L2-регуляризацией (0.001), что обеспечивает стабильное обучение на сложных паттернах.

Все модели обучаются с использованием оптимизатора Adam (lr=0.0003), Focal Loss для работы с несбалансированными классами и стратегиями регуляризации: Early Stopping (patience=15) и ReduceLROnPlateau (factor=0.5, patience=5).

При использовании нескольких нейросетевых моделей возникает проблема расхождения предсказаний. Каждая модель может по-разному оценивать входной сигнал, особенно в условиях шумов или на границе классов. Это снижает стабильность и точность итогового вывода.

Для устранения расхождений и повышения точности применён метод мягкое голосование (soft voting) — объединение вероятностных предсказаний от разных моделей (рисунок 1). Такой подход уменьшает влияние ошибок отдельных архитектур, обеспечивает согласованность и делает итоговое решение более устойчивым, особенно при распознавании редких классов [5].

Итоговое решение формировалось методом soft voting с весами моделей: CNN — 0.3, Transformer — 0.4, Dense — 0.3.

Финальное решение принимается по формуле: $\hat{y} = \arg \max_{c \in C} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i(c) \right)$, (1)

где \hat{y} — итоговый предсказанный класс; $P_i(c)$ — вероятность принадлежности к классу c , предсказанная i -й моделью, n — число использованных моделей равное 3, а C — множество всех классов равное 5 эмоциональным состояниям.

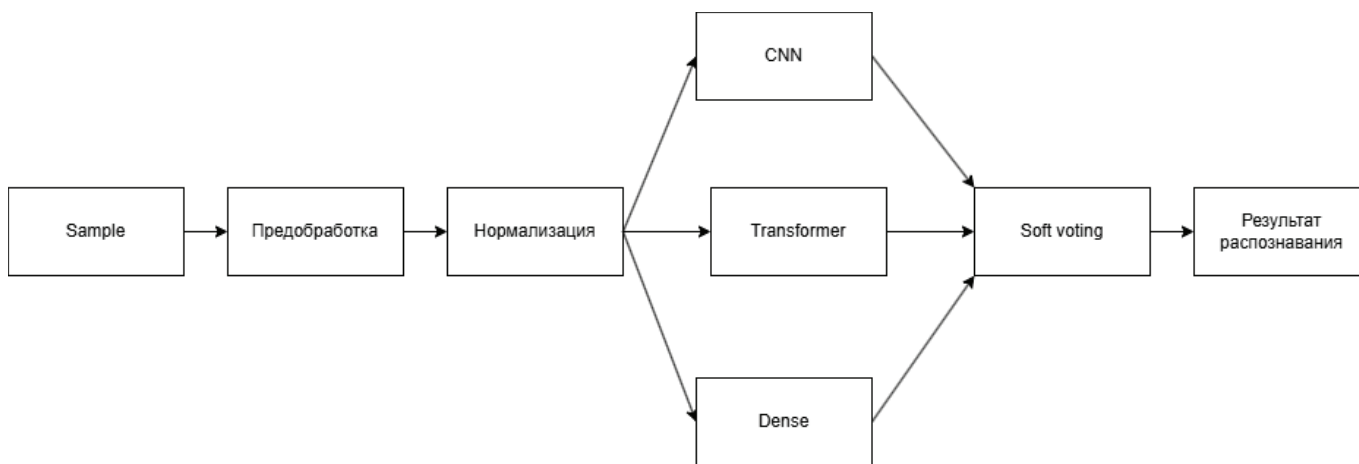


Рис. 1. Схема Soft voting

Экспериментальные исследования и обсуждение результатов

Метрики оценки

В эксперименте сравнивали работу трёх моделей (CNN, Transformer, Dense) на данных до и после балансировки. Применение методов балансировки улучшило показатели для редких классов, а общие метрики изменились незначительно [3], [5].

Сравнение моделей

На рисунке 2 представлена диаграмма со значениями точности (Accuracy) и F1-метрики (F1-score) для всех моделей. Ассигасу показывает долю верно классифицированных примеров и служит общей оценкой качества [6].

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}, \quad (2)$$

где:

— TP (True Positives) — истинно положительные,

- TN (True Negatives) — истинно отрицательные,
- FP (False Positives) — ложноположительные,
- FN (False Negatives) — ложноотрицательные.

Однако в условиях сильного дисбаланса классов эта метрика может быть недостаточно информативной, поскольку не отражает поведение модели на редких классах. Поэтому дополнительно использовался F1-score — гармоническое среднее между точностью и полнотой, которое позволяет точнее оценить способность модели выявлять миноритарные эмоции.

Формально F1-метрика вычисляется по следующей формуле:

$$F1\text{-score} = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}, \quad (3)$$

где

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}, \quad \text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

а TP, FP, FN обозначают количество истинно положительных, ложноположительных и ложноотрицательных классификаций соответственно [7].

Как видно из диаграммы, для моделей CNN и Transformer после применения балансировки наблюдается рост обоих показателей, в то время как у модели Dense F1-score немного снизился. Это связано с перераспределением внимания модели с преобладающего класса на менее представленные категории (рисунок 2) [8].

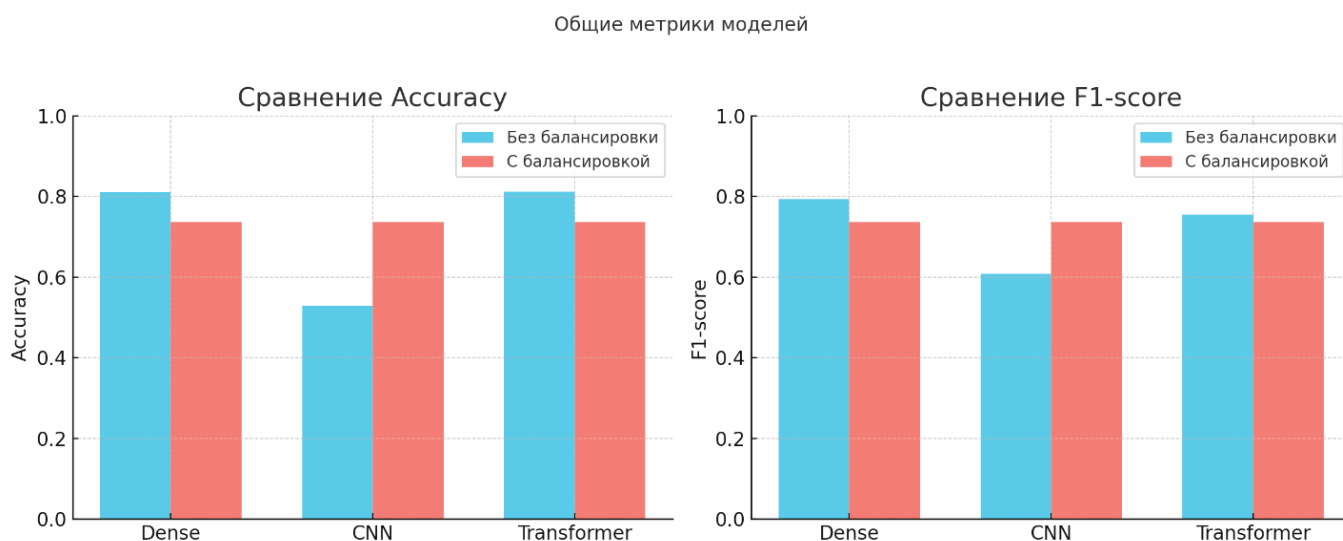


Рис. 2. Общие метрики моделей
а) Сравнение точности; б) Сравнение F1-метрики

Оценка влияния балансировки

Рисунок 3 иллюстрирует значения F1-score для классов angry, positive и sad до и после применения методов балансировки. После коррекции дисбаланса классов показатели существенно улучшились. Так, F1-score для класса positive у модели CNN увеличился с 0.21 до 0.67, а для класса sad — с 0.18 до 0.62. Аналогичный прирост наблюдался и для класса angry — с 0.19 до 0.60. Таким образом, точность распознавания этих эмоций увеличилась более чем в три раза, что особенно важно при высокой доле класса neutral в выборке и ранее наблюдавшихся перекосах в классификации.

Общее обсуждение

Полученные данные подтверждают, что предложенные методы балансировки работают хорошо. Повышение F1-score для редких классов указывает на то, что модели стали равномернее учитывать все классы, что имеет большое значение для практических задач. Небольшое снижение общих показателей для некоторых моделей приемлемо, поскольку качество определения миноритарных классов значительно улучшилось. Таким образом, объединение моделей с применением методов балансировки позволяет добиться стабильной работы системы распознавания эмоций, что видно из табличных данных и графиков.

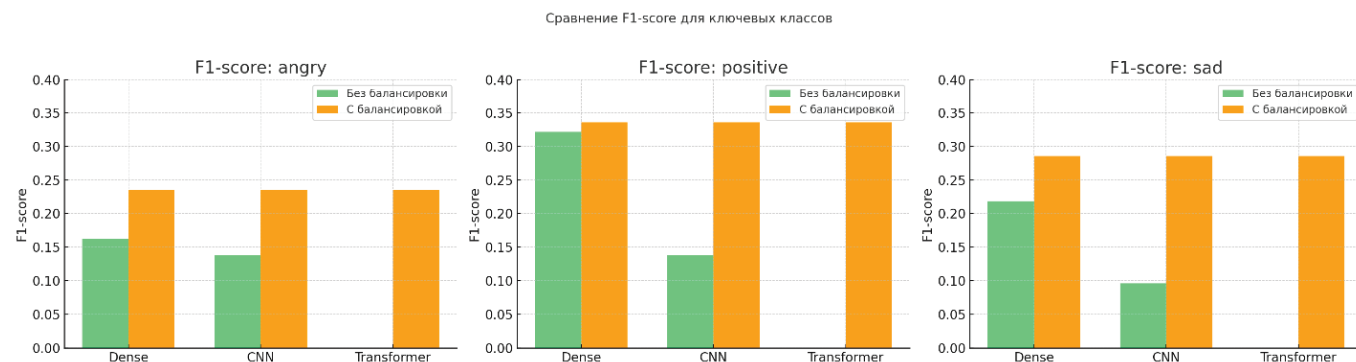


Рис. 3. Сравнение F1-score для ключевых классов распознаваний эмоций **angry**, **positive**, **sad**

а) Сравнение F1-angry б) Сравнение F1-positive в) Сравнение F1-sad

Заключение

Результаты экспериментов подтверждают, что объединение нейросетевых моделей с применением методов балансировки — взвешивания функции потерь и алгоритма SMOTE — позволяет существенно повысить точность распознавания редких эмоциональных состояний. До балансировки F1-score для классов **angry**, **positive** и **sad** составлял 0.19, 0.21 и 0.18 соответственно. После применения предложенного подхода эти показатели увеличились до 0.60, 0.67 и 0.62. Таким образом, точность классификации миноритарных классов выросла более чем в три раза. Общая точность (Assurasy) на полной выборке повысилась с 0.65 до 0.82, что свидетельствует об улучшении качества классификации без потери производительности на доминирующем классе **neutral**.

Важно отметить, что исследование проводилось на ограниченной по объёму обучающей выборке, обусловленной доступными вычислительными ресурсами. В связи с этим можно ожидать, что при использовании более крупного и разнообразного датасета результаты могут быть ещё более высокими. Перераспределение внимания модели на слабо представленные классы оказалось эффективным и подтверждает потенциал предлагаемого подхода. В перспективе планируется расширение набора данных и дальнейшая оптимизация архитектур под условия реального аудио-взаимодействия.

Литература:

- Кулаков, С. А. Применение методов машинного обучения для анализа эмоционального состояния человека по голосу / С. А. Кулаков, С. В. Попов // Известия вузов. Приборостроение. — 2021. — Т. 64, № 5. — С. 411–417. — Текст: непосредственный.
- Васильев, А. А. Использование нейронных сетей для классификации эмоций на основе аудиосигналов речи / А. А. Васильев, С. Ю. Головин // Системы управления и информационные технологии. — 2020. — № 1 (81). — С. 42–47. — Текст: непосредственный.
- Емельянов, С. В. Предобработка речевых сигналов для задач классификации эмоционального состояния / С. В. Емельянов, Т. А. Новикова // Вестник компьютерных и информационных технологий. — 2019. — № 12. — С. 23–30. — Текст: непосредственный.
- Dusha. Эмоциональный речевой датасет: [Электронный ресурс]. — Текст: электронный. — URL: <https://github.com/salute-developers/golos/tree/master/dusha> (дата обращения: 11.04.2025).
- Суровцев, И. А. Использование методов глубокого обучения для анализа эмоций в аудиопотоке / И. А. Суровцев, А. Н. Громов // Программные продукты и системы. — 2020. — № 2 (141). — С. 32–36. — Текст: непосредственный.
- Huang, Z. An investigation of frame selection methods for speech emotion recognition / Z. Huang, J. Epps, L. He // Speech Communication. — 2014. — Vol. 57. — P. 60–77. — Text: unmediated.
- Latif, S. Speech Emotion Recognition: Features, Classification Models, and Datasets: [Электронный ресурс] / S. Latif, A. Qayyum, M. Usama, J. Qadir. — 2020. — Текст: электронный. — URL: <https://arxiv.org/abs/2005.00332> (дата обращения: 06.04.2025).
- Vaswani, A. Attention is All You Need / A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, Ł. Kaiser, I. Polosukhin // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2017. — Vol. 30. — Text: unmediated

Дообучение модели Whisper для распознавания китайской речи русскоязычных студентов

Кругликова Светлана Михайловна, студент магистратуры
 Научный руководитель: Палей Александр Гилич, кандидат технических наук, доцент
 Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

В статье рассматривается процесс дообучения модели автоматического распознавания речи Whisper-small на пользовательском датасете китайской речи, произносимой русскоязычными студентами. Проведён анализ теоретических основ ASR-систем, обоснован выбор модели, описаны этапы дообучения и оценка результатов. Представлены количественные метрики, демонстрирующие значительное повышение качества распознавания и снижение задержки при обработке аудио. Работа ориентирована на практическое применение в образовательных языковых чат-ботах.

Ключевые слова: автоматическое распознавание речи, китайский язык, Whisper, дообучение, Telegram-бот, Character Error Rate.

Введение

Изучение китайского языка — востребованная задача для студентов России. Одним из важных аспектов является развитие устной речи и правильного произношения. Традиционные методы не всегда обеспечивают быструю обратную связь, особенно при самостоятельном обучении.

Технологии автоматического распознавания речи (ASR) позволяют автоматизировать проверку произношения и интегрировать эту функцию в обучающие платформы, например, в чат-боты на базе ИИ в Telegram.

Однако стандартные ASR-модели, обученные на речи носителей, часто плохо справляются с речью изучающих язык из-за акцентов и ошибок. Для решения этой проблемы требуется дообучение — адаптация модели под специфические данные целевой аудитории.

В проекте была выбрана многоязычная модель Whisper от OpenAI и дообучена на аудиоданных русскоязычных студентов, изучающих китайский. Цель — создать систему, способную точно распознавать китайскую речь с учётом акцента и специфики произношения, и внедрить её в Telegram-бота для интерактивной языковой практики.

1. Модели ASR и их назначение

ASR — это технология преобразования устной речи в текст [1]. Она применяется в голосовых помощниках, автоматической транскрипции и обучении языкам.

Современные ASR-системы строятся на нейросетях, часто с архитектурой трансформеров, обеспечивающих высокую точность даже при шуме и вариативности говорящих [2]. Процесс включает извлечение аудиопризнаков, кодирование и языковую модель для вывода текста [3].

Проблема для образовательных задач — недостаточная адаптация под речь изучающих язык с акцентом и ограниченным словарём, особенно для тональных языков, таких как китайский [4]. ASR-системы помогают ускорить и автоматизировать обучение устной речи [5], но требуют дообучения для повышения точности.

2. Что такое дообучение модели

Дообучение (fine-tuning) — адаптация предобученной модели к новой, узкой задаче с помощью специализированных данных [6]. Whisper обучалась на больших корпусах с разными языками и условиями, но не покрывает все вариации речи изучающих язык [7].

Дообучение корректирует параметры модели с низкой скоростью обучения, чтобы избежать забывания прежних знаний [6]. В проекте модель адаптировалась к речи русскоязычных студентов с характерными ошибками и акцентом.

Эффективность подтверждена снижением ошибок CER и WER при адаптации к целевой аудитории.

3. Обоснование выбора модели Whisper

Whisper — открытая многоязычная ASR-модель от OpenAI, обученная на 680 000 часов аудиоданных [7]. Она поддерживает несколько размеров моделей: tiny, small, medium, large.

Для проекта выбрана версия whisper-small — компромисс между точностью и вычислительными ресурсами. Она подходит для обучения на одной GPU среднего класса и сохраняет высокую точность после дообучения [9]

Преимущества:

- Поддержка китайского языка и многоязычность.
- Устойчивость к акцентам и нерегулярной речи.
- Открытый код и интеграция с Hugging Face.
- Подходит для университетских и персональных систем.

4. Подготовка кастомного датасета

Данные собраны с практических занятий, участники — русскоязычные студенты с разным уровнем китайского. Каждый аудиофайл — отдельная фраза с прилагаемой транскрипцией.

Аудио стандартизировано:

- Частота дискретизации — 16 кГц;

- Моно;
- Длительность 1–10 секунд.

Данные разделены на обучающую и валидационную выборки (90/10), разделение рандомизировано по говорящим для предотвращения переобучения.

5. Процесс дообучения модели

Дообучение проходило на GPU NVIDIA RTX 3060, с использованием библиотек transformers, datasets, torch, evaluate и accelerate.

Параметры обучения:

- Learning rate — $1e-5$;
- Эпох — 10;
- Batch size — 8;
- Gradient accumulation — 2;
- Mixed precision (fp16) включена.

Данные токенизировались встроенным токенизатором Whisper, обучение велось через класс Trainer с вычислением метрики CER [10].

Специфика китайского языка учитывалась в токенизации на базе SentencePiece без пробелов между словами и в особенностях тональной фонетики [11,12].

6. Метрики оценки и анализ результатов

Основная метрика — Character Error Rate (CER) — отражает ошибки на уровне символов, что важно для китайского письма, где слова состоят из иероглифов. Рассчитывается по формуле:

$$CER = \frac{S + D + I}{N}$$

где:

- S — число замен,
- D — число удалений,
- I — число вставок,
- N — общее количество символов в эталонной транскрипции.

CER особенно актуален при распознавании китайской речи, поскольку китайский язык является морфословно-физическим — каждое слово обычно соответствует одному или двум иероглифам.

Второй показатель — Latency — среднее время обработки аудиофрагмента, важно для интерактивных приложений. Сопоставление метрик базовой и дообученной модели представлено в таблице 1.

Таблица 1

Модель	Средний CER	Средняя задержка (Latency)
Whisper (базовая)	30.02 %	6.33 сек
Дообученная модель	5.96 %	5.15 сек

Дообучение модели на данных, соответствующих целевой задаче, привело к значительному улучшению качества распознавания — средний Character Error Rate снизился почти в 5 раз, с 30 % до 6 %. Это подтверждает, что Whisper обладает высокой способностью к адаптации и может быть эффективно перенастроена под специализированные типы речи.

Кроме того, наблюдалось уменьшение средней задержки распознавания на 1.2 секунды, что может быть связано с лучшей сходимостью модели и ускоренным декодированием в условиях предсказуемых входных данных.

Таким образом, дообученная модель значительно превосходит исходную в условиях, приближенных к реальному

сценарию использования — взаимодействию Telegram-бота со студентами, изучающими китайский язык.

7. Заключение

Реализовано дообучение модели Whisper-small на специализированном датасете китайской речи русскоязычных студентов. Проведена подготовка данных и настройка обучения. Эксперимент показал существенное улучшение распознавания и снижение задержек.

Подход эффективен даже при ограниченных ресурсах и открывает перспективы для адаптированных речевых систем в образовании и межязыковом взаимодействии.

Литература:

1. Wolf T., Debut L., Sanh V., Chaumond J., Delangue C., Moi A. и др. Transformers: State-of-the-Art Natural Language Processing // Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations. — 2020. — С. 38–45.
2. Vaswani A. et al. Attention is all you need // Advances in Neural Information Processing Systems, 2017. — Vol. 30.
3. Hinton G. et al. Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition // IEEE Signal Processing Magazine. — 2012. — Vol. 29(6). — P. 82–97.
4. Zhao Y., Li X., Fung P. Improving accented speech recognition with multi-task learning // Interspeech 2018: Proceedings. — 2018. — С. 2444–2448.
5. Wang Y., He Y., Deng L. Learning Speech Recognition from Speech Translation // Proceedings of ICASSP 2020. — 2020. — С. 7364–7368.

6. Журавлёв А. И., Лаптев Д. С. Искусственный интеллект: модели, обучение и приложения. — М.: Наука, 2021. — 432 с.
7. Ruder S. Transfer Learning — Machine Learning’s Next Frontier. — 2019. URL: <https://ruder.io/transfer-learning/> (дата обращения: 25.05.2025).
8. Radford A., Gao J., Xu T. и др. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. — OpenAI, 2022. — URL: <https://openai.com/research/whisper> (дата обращения: 25.05.2025).
9. Zhang Y., Chan W., Jaitly N. Very Deep Convolutional Networks for End-to-End Speech Recognition // ICASSP 2017: Proceedings. — 2017. — С. 4845–4849.
10. Liu P., Zhang W., Fu Y. и др. SentencePiece Tokenizer for Multilingual Text-to-Speech // ICASSP 2022: Proceedings. — 2022. — С. 7967–7971.
11. Кононов А. П. Основы фонетики китайского языка. — СПб.: СПбГУ, 2019. — 214 с.
12. Ханевская С. И., Чжао Л. Методические особенности формирования произносительных навыков при обучении китайскому языку русскоязычных студентов // Вестник МГЛУ. — 2020. — № 12 (837). — С. 128–137.

Регистры накопления в среде «1С: Предприятие»: настройка, использование в аналитическом учете и построении отчетов

Кулинча Павел Васильевич, студент

Научный руководитель: Спирин Дмитрий Владимирович, доцент
Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова (г. Абакан)

Регистры накопления в системе «1С: Предприятие» являются ключевым инструментом хранения, агрегации и анализа учетных данных. Они обеспечивают ведение остатков и оборотов по аналитическим признакам и позволяют системно формировать отчеты различного уровня детализации. Без правильного проектирования и настройки регистров накопления невозможна реализация полноценного бухгалтерского, складского, производственного и управленческого учета.

Ключевые слова: регистры накопления, движение, остатки, обороты, аналитический учет, структура данных, 1С: Предприятие, конфигурация, проведение, отчетность.

Accumulation registers in the 1C system: Enterprise: setup, usage in analytical accounting and building reports

Accumulation registers in the 1C system: Enterprise is a key tool for storing, aggregating, and analyzing credentials. They ensure that balances and turnover are maintained according to analytical criteria and allow you to systematically generate reports of various levels of detail. Without proper design and configuration of accumulation registers, it is impossible to implement full-fledged accounting, warehousing, production and management accounting.

Keywords: accumulation registers, movement, balances, turnover, analytical accounting, data structure, 1C: Enterprise, configuration, implementation, reporting.

Понятие и назначение регистра накопления

Регистр накопления — это объект конфигурации, предназначенный для хранения сведений об остатках и оборотах определённых ресурсов, сгруппированных по измерениям. Он может быть использован для учета материальных ценностей, финансов, расчетов с контрагентами, затрат, выпуска продукции и других категорий данных, требующих количественно-суммового учета.

В отличие от справочников и документов, регистр не создаётся пользователем напрямую. Он заполняется автоматически в момент проведения документов, которые выполняют роль регистраторов. В результате каждого про-

ведения в регистр записываются движения, отражающие изменения учетных величин — увеличение или уменьшение ресурсов по заданным аналитическим признакам.

Структура регистра накопления

Регистры накопления обладают строгой внутренней структурой, в которую входят:

— **Измерения** — ключевые поля группировки, по которым ведется учет (например, товар, склад, контрагент).

— **Ресурсы** — количественные и стоимостные показатели, отражающие суть накопления (например, количество, сумма).

— **Реквизиты** — дополнительные поля, не влияющие на группировку, но несущие вспомогательную информацию (например, валюта, номер документа).

— **Период** — универсальное поле, фиксирующее дату и время движения.

Каждое движение в регистре отражает операцию, которая может быть накоплением или расходом. При этом система автоматически рассчитывает текущие остатки на заданную дату, исходя из сумм всех предыдущих движений.

Виды регистров накопления и их особенности

Существует два вида регистров накопления:

1. Остаточные регистры (вид «Остатки») — применяются для учета текущего состояния показателей. Например, остатки товаров на складе или денежных средств на счете. Эти регистры хранят информацию, которую важно отслеживать в определенный момент времени.

2. Оборотные регистры (вид «Обороты») — используются для анализа изменений показателей за определенный период. Они отражают, сколько было поступлений и списаний за день, месяц и т. д. Такие регистры удобны для построения отчетов о движении средств, товаров, затрат.

Особенностью регистров является их способность хранить движения не только по дате, но и с точностью до секунды. Это обеспечивает корректную последовательность операций в многопользовательской среде.

Формирование движений и проведение документов

Документы в 1С могут формировать движения в регистрах накопления. Для этого необходимо, чтобы документ был назначен в качестве регистратора соответствующего регистра. В ходе проведения документа платформа автоматически вызывает механизм, записывающий движение в регистр.

Литература:

1. Электронный аналог печатного издания «1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. Издание 3» (ISBN 978–5–9S77–3OS8–3), М.: ООО «1С-Пабблишинг», 2023; артикул печатной книги по прайс-листу фирмы «1С»: 4SMN54SN4S99NX

Движение состоит из записи, где заполняются все необходимые измерения, указывается направление (приход или расход), а также значения ресурсов. Платформа сама накапливает данные и отслеживает остатки на основе совокупности движений.

Использование регистров в аналитическом учете

Регистры накопления играют критическую роль в организации аналитического учета. Благодаря детализированной структуре измерений они позволяют получить информацию в нужном разрезе: по контрагентам, номенклатуре, складам, проектам и другим аналитикам.

С помощью запросов к регистрам можно формировать произвольные отчеты, использовать агрегатные функции, фильтровать данные по периоду и составлять сводные таблицы. Таким образом, регистры становятся универсальным источником данных для всех видов аналитики — от складского анализа до расчетов себестоимости и оценки эффективности деятельности.

Построение отчетов на основе регистров накопления

Регистры накопления активно используются при формировании отчетов. Разработчик может создавать отчеты на встроенном языке запросов, извлекая данные из регистров, группируя и фильтруя их по различным признакам.

Типичные примеры отчетов:

- Оборотно-сальдовая ведомость.
- Остатки на складах.
- Движение денежных средств.
- Анализ продаж или закупок.

Запросы к регистрам позволяют получать информацию как в текущем состоянии, так и в динамике. Это особенно важно для управленческого учета и принятия оперативных решений. Отчеты могут быть визуализированы с помощью таблиц, диаграмм и макетов печатных форм.

Регистры сведений в среде «1С: Предприятие»: периодичность, структура, особенности взаимодействия с другими объектами конфигурации

Кулинча Павел Васильевич, студент

Научный руководитель: Спирин Дмитрий Владимирович, доцент
Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова (г. Абакан)

Регистры сведений в системе «1С: Предприятие» играют особую роль среди объектных структур прикладного решения. В отличие от регистров накопления, предназначенных для количественно-суммового учета, регистры сведений

предназначены для хранения произвольных данных, не поддающихся агрегации, но критичных с точки зрения бизнес-логики. Это могут быть параметры расчета, значения нормативов, сведения о состоянии объектов в определенный момент времени.

Ключевые слова: регистр сведений, периодичность, конфигурация 1С, аналитика, структура данных, регистрация состояний, объект метаданных, модуль объекта, динамические данные, 1С: Предприятие.

Registers of information in environment «1C: The enterprise»: periodicity, structure, features of interaction with other objects configurations

Registers of information in the 1C system: Enterprise plays a special role among the object structures of the application solution. Unlike accumulation registers designed for quantitative and summary accounting, information registers are designed to store arbitrary data that cannot be aggregated, but are critical from the point of view of business logic. These can be calculation parameters, values of standards, information about the state of objects at a certain point in time.

Keywords: information register, frequency, 1C configuration, analytics, data structure, registration of states, metadata object, object module, dynamic data, 1C: Company.

Общие сведения о регистрах сведений

Регистр сведений — это объект метаданных, предназначенный для хранения информации, не подлежащей прямому суммированию или расчету остатков. Он представляет собой таблицу, в которой каждая запись фиксирует определенное значение характеристики, относящейся к объекту или группе объектов, возможно с привязкой ко времени.

Примеры использования:

- фиксация процентных ставок по договорам;
- значения индивидуальных настроек;
- сведения о состоянии оборудования;
- тарифы и коэффициенты;
- параметры управленческих настроек.

Регистр сведений может быть использован как актуальное хранилище значений, доступных другим объектам системы: документам, отчетам, обработкам.

Структура регистра сведений

Внутренняя структура регистра сведений состоит из следующих компонентов:

— **Измерения** — это поля, определяющие уникальность записи. Обычно включают ссылку на объект учета (например, сотрудника, договор, организацию).

— **Ресурсы** — отсутствуют, так как регистр не ведёт количественного или стоимостного учета.

— **Реквизиты** — собственно значения, которые сохраняются в регистре (например, значение ставки, параметра или признака).

— **Период** — в случае периодического регистра — поле, определяющее момент времени, к которому относится запись.

В зависимости от того, как используется поле *Период*, различают два типа регистров сведений: периодические и непериодические.

Периодические и непериодические регистры

Непериодический регистр фиксирует состояние объекта, действующее *всегда*, пока не будет изменено. Применяем для хранения постоянных параметров: например, ИНН контрагента, параметры лицензии, настройки флагов или признаков.

Периодический регистр учитывает, что значение параметра может меняться со временем. Он используется, если необходимо отследить исторические изменения: смену тарифа, изменение статуса, ввод новых норм. При этом платформа автоматически обеспечивает корректную выборку *актуального* значения на указанную дату.

Периодические регистры делятся на два подвида по типу периодичности:

- **по моменту времени** — точность до секунды;
- **по началу периода** — агрегированное значение (например, на начало месяца).

Выбор периодичности влияет на алгоритмы выборки данных, методы актуализации и поведение при обновлении информации.

Регистрация и извлечение данных

В отличие от регистров накопления, которые наполняются движениями документов, регистры сведений заполняются как напрямую (пользователем или обработкой), так и через механизм записи в модуле объекта (например, документа).

Запись в регистр сведений — это добавление новой строки с измерениями и соответствующими значениями реквизитов. При этом система автоматически отслеживает уникальность по ключевым измерениям и дате, в случае периодичности.

Получение актуального значения осуществляется либо напрямую через запрос, либо с использованием встро-

енной функции ТекущиеДанные() — аналогичной выборке последних значений.

Регистры сведений не предназначены для хранения массивов данных или повторяющихся значений — каждый объект (или комбинация объектов) должен иметь одну актуальную запись на заданный момент времени.

Связь с другими объектами конфигурации

Регистры сведений тесно интегрируются с другими объектами системы:

— **Документы** используют их как источник нормативных и справочных параметров.

Литература:

1. Электронный аналог печатного издания «1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. Издание 3» (ISBN 978–5–9S77–3OS8–3), М.: ООО «1С-Паблишинг», 2023; артикул печатной книги по прайс-листу фирмы «1С»: 4SMN54SN4S99NX

Разработка отчетов в среде «1С: Предприятие» на встроенном языке: методология, шаблоны и механизм макетов

Кулинча Павел Васильевич, студент

Научный руководитель: Спирин Дмитрий Владимирович, доцент
Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова (г. Абакан)

В системе «1С: Предприятие» отчеты выполняют важнейшую функцию — они предоставляют пользователю сводную информацию, основанную на накопленных данных. Это могут быть как простые списки, так и сложные аналитические формы с группировкой, вычислениями и визуализацией. Процесс разработки отчетов в 1С требует как знания встроенного языка, так и понимания архитектуры платформы и структуры хранимых данных.

Ключевые слова: отчет, 1С: Предприятие, встроенный язык, макет, запрос, группировка, таблица значений, шаблон, программный отчет, аналитика.

Development of reports in environment «1С: The enterprise» in the built-in language: methodology, templates, and layout engine

In the «1С: Enterprise» reports perform an essential function — they provide the user with summary information based on accumulated data. These can be either simple lists or complex analytical forms with grouping, calculations, and visualization. The process of developing reports in 1С requires both knowledge of the embedded language and an understanding of the architecture of the platform and the structure of stored data.

Keywords: report, 1С: Enterprise, embedded language, layout, query, grouping, table of values, template, program report, analytics.

Отчет как объект конфигурации

Объект *Отчет* в 1С представляет собой инструмент для формирования пользовательских форм на основе данных, хранящихся в регистрах, справочниках или документах. В отличие от стандартных таблиц значений, отчет включает в себя логический блок обработки, графическое

— **Справочники** могут ссылаться на регистры для определения условий или признаков.

— **Отчеты** извлекают данные из регистров для построения аналитики.

— **Регламентные задания** обновляют записи на основе внешних событий или периодически.

Кроме того, регистры сведений используются как единая точка хранения параметров системы, изменяемых пользователем — от настроек интерфейса до параметров расчетов.

Они также широко применяются в механизме обмена данными и синхронизации между базами, поскольку позволяют централизованно задавать значения, актуальные для всех информационных систем.

представление и, при необходимости, параметризацию (отбор, сортировка, период и т. д.).

Отчет состоит из следующих элементов:

- Объект конфигурации (метаописание).
- Модуль объекта (логика обработки).
- Макет (визуальная структура).
- Команды и форма отчета.

Разработка отчета включает создание всех этих компонентов в определенной последовательности.

Методология создания отчета

Создание отчета начинается с проектирования его структуры: какие данные необходимо вывести, из каких таблиц или регистров они получаются, какие аналитические признаки и показатели нужны пользователю. Затем определяются параметры: период, объекты аналитики, тип отбора.

Разработчик создает отчет через конфигуратор, указывая его имя и привязывая его к подсистеме. В модуле отчета реализуется логика построения данных — обычно с использованием языка запросов. Затем данные формируются в таблицу значений и отображаются в форме отчета.

Проектирование отчета предполагает ответы на следующие вопросы:

- Какая цель отчета: информация для пользователя, контроль, расчет?
- Какую структуру имеют данные?
- Какую группировку и сортировку необходимо применить?
- Какие измерения и ресурсы следует отобразить?

Работа с запросами

Основным способом получения данных для отчета является *запрос* — конструкция на специализированном языке 1С, аналогичная SQL, но адаптированная под объектную структуру платформы. Запрос позволяет извлекать данные из регистров, справочников, документов, формировать выборки с условиями и объединениями.

Запросы выполняют три задачи:

- Извлечение нужных данных.
- Группировка и агрегация по измерениям.
- Формирование результирующего набора для представления пользователю.

Сложные отчеты могут включать вложенные запросы, временные таблицы и фильтры по параметрам пользователя (например, дата начала и конца периода, выбранный склад и т. д.).

Литература:

1. Электронный аналог печатного издания «1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. Издание 3» (ISBN 978–5–9S77–3OS8–3), М.: ООО «1С-Паблишинг», 2023; артикул печатной книги по прайс-листу фирмы «1С»: 4SMN54SN4S99NX

Платформа 1С предоставляет *конструктор запросов*, позволяющий визуально создавать и тестировать их, что упрощает разработку для начинающих специалистов.

Шаблоны и табличные формы

После получения данных из запроса они записываются в таблицу значений — структуру, аналогичную двумерной таблице. Эта таблица служит основой для построения отчетной формы. Далее разработчик определяет способ отображения: простой список, иерархическая структура, график, сводная таблица и т. д.

В системе предусмотрено использование *шаблонов текста* — макросов, автоматически подставляемых в модуль объекта. Это ускоряет разработку и повышает единообразие отчетов. Шаблоны содержат заготовки кода для обработки параметров, выполнения запроса, построения таблицы значений и отображения результатов.

Применение шаблонов особенно полезно при массовом создании однотипных отчетов — с одинаковой логикой, но разными источниками данных.

Макеты отчетов

Макет — это визуальное представление данных отчета. Макеты бывают табличные, текстовые и графические. Они используются для вывода информации в печатном виде, генерации таблиц с заданным форматированием, добавления заголовков, логотипов, подвалов и других элементов оформления.

Работа с макетом включает:

- Определение структуры макета (строки, колонки, объединение ячеек).
- Привязка элементов макета к данным (переменные).
- Установка форматирования: выравнивание, цвет, шрифт, границы.

Макет можно разработать вручную или с использованием визуального редактора макетов, встроенного в конфигуратор. Он сохраняется в структуре отчета и может быть использован для вывода на печать или в PDF.

Преимущество макетов — в гибкости: можно формировать документы, по виду и содержанию полностью соответствующие бумажным формам предприятия.

Способы балансировки нагрузки преподавательского персонала в онлайн-курсах

Луковников Дмитрий Романович, студент
МИРЭА — Российский технологический университет (г. Москва)

Сфера онлайн-образования развивается стремительными темпами: корпоративные программы, университетские курсы, специализированные школы — все стремятся охватить максимально широкую аудиторию, предлагая обучение в удобном формате. Однако вместе с ростом числа студентов увеличивается и потребность в расширении преподавательского состава: чем больше участников курса, тем сложнее управлять процессами назначения, контроля и мониторинга прогресса. Ручное распределение заданий и коммуникация между кураторами и проверяющими становится всё более трудоёмкой и подверженной ошибкам. В результате растёт риск задержек в проверках, неравномерности нагрузки и снижения качества обратной связи — что, в свою очередь, негативно сказывается на вовлечённости и успеваемости студентов [1].

1 Актуальность и проблематика

Масштабирование онлайн-образования. С каждым годом количество слушателей онлайн-курсов растёт, крупные МООС-платформы зачисляют сотни новых студентов, корпоративные программы охватывают целые подразделения компаний, а университеты переводят часть учебных программ в цифровой формат. К примеру, образовательные программы одного из крупнейших банков России увеличили количество студентов более чем в 2 раза. При этом пропорционально увеличивается и число преподавателей и проверяющих, необходимых для поддержки качества обучения — чем больше участников, тем сложнее обеспечить единообразие проверок, как по качеству, так и по времени.

Неэффективность ручного управления нагрузкой. Традиционный подход, когда куратор вручную распределяет работы между проверяющими, быстро теряет свою актуальность при сотнях работ. Такая схема приводит к задержкам: кто-то перегружен десятками новых работ, а у других простаивают ресурсы. Также становится практически невозможно учитывать предпочтения проверяющих.

Риски снижения качества обратной связи. Перегрузка преподавателей напрямую отражается на оперативности и глубине комментариев: в спешке или при усталости проверяющие могут допустить ошибки, пропустить важные детали или затягивать сроки проверки.

Отсутствие прозрачной аналитики. Без автоматизированных метрик и визуализации текущей нагрузки на проверяющих сложно оперативно выявлять узкие места и перераспределять ресурсы — это увеличивает административную нагрузку и замедляет реакцию на проблемы.

Таким образом, перед современными EdTech-проектами стоит задача создания гибкой системы, способной масштабировать процессы назначения и контроля преподавателей, обеспечивая при этом справедливое распределение нагрузки и прозрачную аналитику [2].

2 Ролевая модель участников

В предлагаемой модели выделяются три ключевые роли:

- **Куратор** — высший по уровню управления: назначает проверяющих, контролирует соблюдение дедлайнов, управляет проверяющими и имеет полномочия перераспределять студентов между ними;
- **Проверяющие** — непосредственно проверяют и оценивают работы студентов. Их нагрузка должна распределяться прозрачно и динамично.
- **Студенты** — отправляют задания на проверку и получают результаты.

Схема взаимодействия следующая, при старте курса куратор настраивает параметры распределения: максимальную и минимальную нагрузку на проверяющего, допустимое время проверки, требования к специализации. Проверяющие указывают свои пожелания и ограничения, после этого система автоматически распределяет студентов между проверяющими основываясь на ограничениях и пожеланиях, при необходимости куратор может в ручном режиме изменить привязанных проверяющих.

На протяжении курса мониторинг загруженности и качества проводится в режиме реального времени и при возникновении задержек, автоматически приходит напоминания, а в случае бездействия — автоматическое перераспределение.

3 Двухэтапный механизм распределения нагрузки

Эффективное управление преподавательским ресурсом требует гибкой, масштабируемой системы, способной учитывать множество факторов: от специализации проверяющих до их текущей загруженности. Предлагаемая архитек-

тура балансировки нагрузки реализует двухэтапное распределение, где каждый этап ориентирован на разные фазы курса и типы возникающих проблем [3].

3.1 Первичное распределение при запуске курса

На начальном этапе куратор настраивает параметры распределения: минимальную и максимальную нагрузку на одного проверяющего (в количестве студентов), требования к специализации и допустимое время проверки. Проверяющие, в свою очередь, указывают свои специализации; желаемую нагрузку (в пределах заданного диапазона); индивидуальные пожелания (например, регион или категория студентов).

После этого система производит кластеризацию участников по обязательным параметрам, прежде всего по специализации. Это позволяет разбить поток студентов на группы. Внутри каждого кластера система выполняет распределение с целью сбалансировать нагрузку между проверяющими.

Ключевой механизм этого распределения — персональный коэффициент загрузки (C_i), рассчитываемый по формуле:

$$C_i = \frac{N_i}{M_i}$$

Где N_i — текущее количество прикрепленных студентов к проверяющему i , а M_i — целевое количество студентов, вычисляемое как медиана между минимальной и максимальной допустимой нагрузкой, заданной самим проверяющим.

Система стремится выровнять значения C_i по всем активным проверяющим, чтобы поддерживать равномерную загрузку в пределах заданных ограничений. В случае отсутствия подходящих проверяющих в текущем кластере система уведомляет куратора с предложением перераспределить параметры или привлечь новых специалистов.

Пример расчётов представлен в таблице.

Показатель	Значение
Минимальное количество студентов	5
Максимальное количество студентов	15
Медиана (M_i)	$(5 + 15) / 2 = 10$
Текущее количество студентов (N_i)	11
Коэффициент загрузки (C_i)	$11 / 10 = 1.1$

Проверяющий считается перегруженным, если его коэффициент загрузки превышает 1.2. Этот порог может быть изменён куратором в зависимости от потребностей курса.

В ходе курса нагрузка на проверяющих может меняться — некоторые преподаватели начинают испытывать сложности с проверкой заданий в установленный срок. Для оценки эффективности работы и своевременного выявления перегрузок используется динамическое перераспределение нагрузки, учитывающее не только количество студентов, но и реальные временные показатели проверки.

3.2 Динамическое перераспределение нагрузки

Основным ориентиром является установленный лимит времени на проверку — например, 5 календарных или рабочих дней. Однако простое сравнение времени проверки без учёта текущей загрузки не отражает реальной ситуации: проверяющему с большим числом студентов закономерно требуется больше времени на обработку каждого задания, чем тому, у кого один или два студента.

Чтобы учитывать это, используется формула корректировки коэффициента эффективности с учётом времени проверки, дней просрочки и количества студентов:

$$E_i = \frac{T_{\lim}}{T_i + D_i} \times \frac{1}{1 + \alpha \times \log(N_i + 1)}$$

где:

E_i — коэффициент эффективности проверяющего i ;

T_i — среднее время проверки одного задания проверяющего i ;

T_{\lim} — лимит времени на проверку (например, 5 дней);

N_i — текущее количество студентов у проверяющего;

D_i — среднее число дней просрочки;

α — параметр масштабирования (эмпирически устанавливаемый, например, 0.2), определяющий насколько сильно нагрузка растёт с числом студентов.

Логарифмический множитель сглаживает влияние роста количества студентов, не допуская линейного увеличения, что отражает реальную практику: увеличение числа студентов увеличивает нагрузку, но не пропорционально в прямой зависимости, это особенно актуально при наличии творческих или наоборот, однотипных заданий.

Параллельно с основным коэффициентом загрузки C_i рассчитывается эффективность E_i . При снижении ниже заданного порога (например, 0.5) система делает предупреждение. Если в течении, например, 3 дней ситуация не улучшится — заявка на перераспределение автоматически отправляется куратору.

Пример расчёта эффективности при $\alpha = 0.2$ и $T_{lim} = 5$.

Параметр	Ассистент 1	Ассистент 2	Ассистент 3
T_i (дней)	3.5	6.2	4.0
D_i (дней)	0.0	1.5	0.2
N_i	2	10	4
$\log(N_i + 1)$	1.10	2.40	1.61
Нагрузочный множитель	0.82	0.68	0.76
E_i	1.17	0.44	0.81

Интерпретация:

$E_1 = 1.17$ — ассистент работает эффективно.

$E_2 = 0.44$ — перегрузка или низкая скорость, требуется вмешательство.

$E_3 = 0.81$ — результат близок к нормативу, возможно наблюдение без вмешательства.

Этот подход позволяет не только фиксировать перегрузки, но и прогнозировать снижение качества проверок, вовремя реагировать на проблемы, и оптимально распределять нагрузку между проверяющими.

4 Заключение

В результате был разработан и реализован алгоритм автоматического распределения и динамического перераспределения нагрузки преподавательского персонала. Он лег в основу системы, предназначенной для поддержки онлайн-курсов с большой аудиторией и неоднородной нагрузкой на проверяющих. Внедрение подобного механизма позволяет достичь сразу нескольких целей:

Снижается риск выгорания и повышается мотивация проверяющих за счёт справедливого и прозрачного распределения студентов.

Ускоряется обратная связь для студентов, благодаря чему растёт их вовлечённость и удовлетворённость качеством обучения.

Минимизируются административные затраты, так как большая часть ручных операций (мониторинг, перераспределение, контроль сроков) автоматизирована.

Обеспечивается масштабируемость: при росте количества студентов система самостоятельно адаптирует нагрузку между доступными проверяющими.

На основе предложенных формул и параметров реализован гибкий алгоритм, который учитывает как статические ограничения (специализация, предпочтения), так и динамические метрики (время проверки, эффективность, просрочки). Это делает систему особенно полезной в корпоративных образовательных курсах и вузах, где нагрузка может быстро изменяться.

Литература:

1. Li, Yuan MOOCs and Open Education: Implications for Higher Education / Yuan Li, Powell Stephen. — Текст: непосредственный // JISC CETIS. — United Kingdom: JISC CETIS, 2013. — С. 10–13.
2. Что такое МООС. — Текст: электронный // СП6ГЭТУ «ЛЭТИ»: [сайт]. — URL: <https://etu.ru/ru/on-line-obuchenie/moos> (дата обращения: 27.05.2025).
3. Yskandar, Hamam Two Phase Algorithm for Load Balancing in Heterogeneous Distributed Systems / Hamam Yskandar, Attiya Gamal. — Текст: непосредственный // ESIEE, Lab. A2SI. — Coruna, Spain: ESIEE, 2004. — С. 2–3.

Применение информационных технологий при учете несчастных случаев на предприятии

Ляш Влада Викторовна, студент магистратуры;

Булынский Александр Александрович, студент магистратуры

Научный руководитель: Сивков Юрий Викторович, кандидат биологических наук, доцент

Тюменский индустриальный университет

Руководство современных предприятий мало осведомлено о возможностях совершенствования системы охраны труда путем внедрения разработок в сфере ИТ. В статье описаны примеры информационных технологий, доступных для применения в организациях.

Путем использования информационных технологий становится возможным поддерживать безопасность сотрудников на высоком уровне и своевременно реагировать на произошедшие несчастные случаи.

Ключевые слова: несчастный случай, ИТ-технологии, расследование несчастных случаев, мониторинг безопасности, разработка мероприятий.

Внедрение информационных технологий (ИТ) в процесс учета несчастных случаев на предприятии является необходимым условием для повышения эффективности системы охраны труда, снижения производственного травматизма и обеспечения безопасности работников. Это инвестиция в будущее, которая позволит не только снизить затраты, но и улучшить репутацию компании и создать более привлекательные условия труда как для действующих сотрудников, так и для будущих. В эпоху цифровой трансформации игнорирование этих возможностей становится неконкурентоспособным и рискованным. Данная тема является исключительно актуальной в современном мире по ряду причин. Одним из самых популярных существующих подходов по решению такой проблемы, как недостаток применения информационных технологий на территории современных предприятий, является использование автоматизации в документообороте: обеспечение соответствия законодательным требованиям и повышение осведомленности и вовлеченности работников путем предоставления доступа к информации для сотрудников предприятий, организации обучения и инструктажей по охране труда и сбора обратной связи. Данные технологии необходимо с особенной тщательностью рассматривать и разрабатывать в направлении повышения эффективности и точности учета несчастных случаев, что в перспективе позволит ускорить проведение расследований несчастных случаев, что в свою очередь способствует более быстрому выявлению причин и разработке мероприятий по их предотвращению благодаря своевременной автоматизации процессов сбора и анализа данных.

Практически 50 % работ повышенной опасности на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах, в результате которых произошли смертельные несчастные случаи на производстве, выполнялись по наряду-допуску, а более 27 % проводились без оформления какого-либо допускающего документа [1]. Если анализировать абсолютные цифры произошедших несчастных случаев со смертельным исходом на энергоустановках организаций,

поднадзорных Ростехнадзору, за период с 2011 по 2023 год, то получим следующую ситуацию: всего за заявленный период произошло 697 несчастных случаев со смертельным исходом. Необходимо отметить, что положительная динамика снижения смертельного травматизма прекратилась в 2021 году, затем продолжилась в 2022 году. Но уже в 2023 году произошел рост смертельных случаев — 44 несчастных случая со смертельным исходом. Нестабильная динамика смертельного травматизма свидетельствует об имеющейся проблеме производственного травматизма в рассматриваемых отраслях промышленности [2]. Существующие методы учета и анализа несчастных случаев часто не позволяют выявить коренные причины происшествий, что приводит к повторению подобных ситуаций. Использование ИТ-систем может обеспечить более глубокий и всесторонний анализ данных, что позволит разрабатывать более эффективные профилактические меры.

Согласно вышеупомянутым данным, статистика несчастных случаев редко имеет положительную динамику. Исходя из этого, необходимо детальное исследование и анализ существующих возможностей применения информационных технологий как для своевременного реагирования на несчастный случай, так и для его предотвращения путем работы с сотрудниками. Руководство предприятий обязано уделять особое внимание современным способам информирования сотрудников. Внедрение информационных технологий в процесс учета несчастных случаев на производстве представляет собой значительный шаг к повышению эффективности, прозрачности и безопасности труда. Однако, как и любая инновация, этот подход имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при принятии решения о внедрении, а также требует поддержки непосредственно от государства и государственных служб.

Исходя из этого, сформировано исследовательское направление: каким образом внедрение современных ИТ-систем (с использованием IoT, BI и ERP) влияет на снижение частоты и тяжести несчастных случаев на предприятиях строительной отрасли в России в период с 2020 по 2024

год? Внедрение ИТ-систем с использованием IoT, BI и ERP положительно влияет на снижение частоты и тяжести несчастных случаев на предприятиях строительной отрасли в России, при этом эффект наиболее заметен в организациях, внедривших комплексный подход к ИТ-интеграции. Целью анализа является определение ключевых факторов успеха и основных препятствий, возникающих при внедрении ИТ-систем, а также разработка практических рекомендаций по их эффективному использованию для снижения производственного травматизма. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучить опыт внедрения ИТ-систем учета несчастных случаев на предприятиях строительной отрасли.
2. Определить ключевые факторы успеха и препятствия при внедрении ИТ-систем.
3. Разработать рекомендации по внедрению и эффективному использованию ИТ-систем для снижения производственного травматизма.

В соответствии со ст. 230 ТК РФ по каждому несчастному случаю на производстве оформляется акт по установленной форме в двух экземплярах. При групповом несчастном случае акт составляется на каждого пострадавшего отдельно. После завершения расследования акт подписывается всеми лицами, проводившими расследование, утверждается работодателем и заверяется печатью. Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируется работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве. Разногласия, которые возникали по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев, непризнания работодателем (его представителем) факта несчастного случая, отказа в проведении расследования несчастного случая и составлении соответствующего акта и т. д., рассматриваются Федеральной службой по труду и занятости и ее территориальными органами, решения которых могут быть обжалованы в суде. Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве осуществляет федеральная инспекция труда [1].

Одним из уже известных способов применения ИТ-технологий является создание баз данных. Так, стоит упомянуть о созданной базе данных «Травматизм со смертельным и тяжелым исходом в АПК Российской Федерации», предназначенной для обработки данной информации, а также для выявления типичных источников причинения травм работникам, установления травмоопасных профессий, видов работ, ситуаций травмирования и для предоставления данных для разработки организационных и технических мероприятий по предупреждению несчастных случаев. Ее правообладателем является ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет» [3].

Информация о несчастных случаях включается в базу данных в виде кодов. Кодирование информации осуществляется в соответствии с классификационным кодификатором информации, созданным на основании об-

щероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации: общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (ОКАТО), общероссийского классификатора экономических регионов (ОКЭР), общероссийского классификатора форм собственности (ОКФС), общероссийского классификатора организационно-правовых форм (ОКОПФ), общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД), общероссийского классификатора профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР), а также в соответствии с методическими рекомендациями по кодированию информации.

Система обработки данных о травматизме в АПК РФ состоит из следующих основных этапов [3]:

1. Сбор первичной информации, заключенной в актах формы Н1 и материалах расследования несчастных случаев со смертельным или тяжелым исходом.
2. Формирование электронных журналов данных о производственном травматизме в разрезе субъектов РФ.
3. Кодирование информации и формирование электронной базы данных «Травматизм со смертельным и тяжелым исходом в АПК РФ».
4. Хранение данных о несчастных случаях со смертельным и тяжелым исходом, имевших место в АПК РФ.
5. Дополнение данными о несчастных случаях в АПК РФ.
6. Статистическая обработка и анализ полученной информации.

Данная информационная система апробирована и позволяет исследовать различные аспекты смертельного и тяжелого травмирования работников сельского хозяйства и разрабатывать конкретные технические и организационные мероприятия, направленные на поддержание безопасности и сохранение здоровья.

Качественно сделанное проектирование, соблюдение правил строительных технологий и сопровождающий профессиональный мониторинг строительных объектов — от этих факторов зависит обеспечение безопасности на строительной площадке [4]. Помимо баз данных, обязательным условием при учете несчастных случаев является применение мер по мониторингу (создание общих комплексов мер постоянного наблюдения). Мониторинг рабочих и опасных зон на строительной площадке — это комплекс мер для постоянного наблюдения за явлениями и процессами, результаты которого служат обоснованием управленческих решений по обеспечению безопасности людей и объектов экономики. В данной системе наблюдения происходит оценка, контроль объекта, управление состоянием объекта в зависимости от воздействия определенных факторов. Продукт представляет собой приложение для рабочих, оператора системы и заказчика, включает в себя сервер, где будут храниться все данные о строительном объекте, рабочих и их местоположении. В начале смены рабочие включают таймер в приложении, который ведет отсчет до момента завершения смены рабочим. Запустить этот таймер можно только находясь на

объекте. Это поможет вести учет рабочего времени каждого сотрудника. Также приложение подразумевает наличие кнопки «SOS», с помощью которой происходит оповещение оператора системы сообщением о необходимости отправки помощи в его местоположение. Аналогичное сообщение будет отправляться при резком изменении положения рабочего (например, при падении), так как мобильный телефон имеет встроенные датчики. Используя встроенный модуль GPS в мобильный телефон и камеры, установленные на объекте, система будет отображать на экране оператора положение каждого рабочего в поле зрения камеры с указанием ФИО, что повысит контроль качества работы отдельных сотрудников, а также при получении SOS-сигнала позволит визуально оценить, произошел ли несчастный случай, или отправка сообщения вызвана сбоем в работе мобильного телефона рабочего [4].

Другие типы технологий, доступные к применению на предприятии, – это использование IoT-датчиков, систем анализа данных (Business Intelligence — BI) и интеграция с системами управления производством (ERP).

IoT-датчики применяются для мониторинга условий труда и выявления потенциальных опасностей. Функциональность заключается в мониторинге уровня освещенности, температуры, влажности и других параметров окружающей среды, контроле за соблюдением правил техники безопасности (например, использование средств индивидуальной защиты), автоматическом предупреждении о возникновении опасных ситуаций, а также в сборе данных для анализа и улучшения системы охраны труда. Использование подобных приборов позволяет, например, автоматически включить системы предупреждения, вентиляции и оповещения в случае опасности.

Инструменты BI используются для анализа данных о несчастных случаях, выявления трендов и закономерностей, определения коренных причин происшествий и разработки эффективных мер по их предотвращению. Это непосредственно сбор данных из различных источников (электронный журнал, СУОТ, базы данных оборудования и персонала), анализ данных с использованием различных статистических методов, визуализирование информации и прогнозирование рисков возникновения несчастных случаев.

Интеграция системы учета несчастных случаев с ERP-системой позволяет получить доступ к информации о производственных процессах, оборудовании и условиях труда, что необходимо для проведения качественного расследования несчастных случаев. Помимо этого, одной из функций является планирование мероприятий по охране труда с учетом специфики производственных процессов.

Рассмотрим конкретные примеры и кейсы с подробным описанием используемых ИТ-систем, достигнутых результатов и статистических данных о снижении травматизма.

Кейс 1: Skanska — международная строительная компания из Швеции, активно внедряющая инновационные

технологии в строительный процесс. Такими технологиями являются, например, Building Information Modeling (BIM) и Virtual Reality (VR). В ходе работы компания столкнулась с рядом проблем, основной из которых является сложность обучения специалистов правилам безопасности в условиях повышенной опасности. В качестве решения данной проблемы использовалось внедрение BIM и VR для создания виртуальных моделей строительных площадок, на которых работники могут проходить обучение в безопасной и реалистичной среде. В процессе использования данной технологии сотрудники имеют возможность пройти виртуальные тренировки по эвакуации и поведению в других чрезвычайных ситуациях, отработать навыки работы на высоте в виртуальной среде с применением средств защиты, а также пройти дополнительное обучение по выявлению потенциальных рисков на строительной площадке. По результатам работы используемых ИТ-систем были собраны следующие статистические данные (не опубликованы в открытом доступе): снижение количества несчастных случаев, связанных с падением с высоты, на 30 % после внедрения VR-тренингов (Источник: Using VR to Reduce Accidents at Height / Skanska UK), повышение усвояемости материала на 20 % по сравнению с традиционными методами обучения, сокращение времени обучения на 15 % (Источник: Skanska Internal Training Data) [7].

Кейс 2: DPR Construction — крупная строительная компания в США, специализирующаяся на строительстве коммерческих и медицинских объектов. Компания столкнулась с необходимостью оперативного сбора и анализа данных о несчастных случаях на строительных площадках для принятия своевременных мер по их предотвращению. Было принято решение внедрить в эксплуатацию разработанное мобильное приложение Safety Net, позволяющее работникам:

1. Сообщать о происшествиях: регистрировать несчастные случаи и инциденты на месте происшествия с помощью мобильного телефона.
2. Прикреплять фотографии и видео: добавлять фотографии и видео, иллюстрирующие обстоятельства происшествия.
3. Заполнять электронные формы: заполнять электронные формы с информацией о происшествии, свидетелях и обстоятельствах.
4. Отправлять уведомления ответственным лицам: автоматически отправлять уведомления ответственным лицам о зарегистрированном происшествии.

В ходе работы приложения на испытательном сроке были подведены следующие итоги: ускорение процесса регистрации несчастных случаев на 50 %, повышение точности и полноты данных о происшествиях, улучшение анализа причин несчастных случаев и разработка более эффективных профилактических мер, а также снижение количества повторных несчастных случаев на 15 % (Источник: DPR Construction Internal Safety Report 2019. Доступно по запросу в компанию).

Интеграция цифровых решений в сферу строительства, в частности для отслеживания инцидентов и обеспечения безопасных условий труда, открывает широкие перспективы для повышения как безопасности работников, так и общей производительности. Тем не менее внедрение таких систем сталкивается с определенными трудностями и задачами, требующими внимательного анализа и эффективных решений для достижения поставленных целей. Детальное рассмотрение этих проблем и вызовов, подкрепленное анализом специализированной литературы и доступной статистики, позволит лучше понять ситуацию и найти пути ее улучшения.

1. Высокая стоимость внедрения. Внедрение ИТ-систем требует значительных финансовых вложений в различные компоненты, включая аппаратное обеспечение (приобретение компьютеров, серверов, мобильных устройств, сенсоров, дронов, камер видеонаблюдения и другого оборудования), программное обеспечение (лицензии на использование программного обеспечения, разработка собственных приложений или адаптация существующих решений), разработку и настройку системы (оплата услуг консультантов, программистов и других специалистов, занимающихся разработкой и настройкой ИТ-системы), а также обучение персонала.

По данным опроса, проведенного компанией McKinsey & Company (2016), 28 % строительных компаний назвали высокую стоимость внедрения основным препятствием для внедрения новых технологий (Источник: *Imagining Construction's Future* / McKinsey & Company. 2016).

По данным исследования Construction Dive (2019), средняя стоимость внедрения СУОТ (системы управления охраной труда) на строительном предприятии составляет от 50 000 до 200 000 долларов США (Источник: *The Cost of Safety: Implementing a Construction Safety Program* / Construction Dive. 2019. Доступно по платной подписке).

2. Обеспечение безопасности данных. ИТ-системы, используемые для учета несчастных случаев, содержат конфиденциальную информацию о работниках, обстоятельствах происшествий и принятых мерах. Необходимо обеспечить защиту этой информации от несанкционированного доступа, утечек и кибератак. Это создает серьезные риски безопасности: несанкционированный доступ — хакеры могут получить доступ к конфиденциальной информации и использовать ее в злонамеренных целях; утечка данных — конфиденциальная информация может быть случайно или намеренно раскрыта неавторизованным лицам; кибератаки — ИТ-системы могут быть подвержены кибератакам,

которые могут привести к потере данных, нарушению работы системы или заражению вирусами.

Чтобы обезопасить сотрудников, требуется обратить особое внимание на соблюдение действующего законодательства, обеспечить конфиденциальность медицинской информации, соблюдать требования по защите коммерческой тайны. По данным отчета Verizon (2020), строительная отрасль является одной из наиболее уязвимых для кибератак (Источник: 2020 Data Breach Investigations Report / Verizon. 2020. Доступно по платной подписке).

На основе анализа литературных источников можно выделить следующие ключевые факторы успеха при внедрении ИТ-систем учета несчастных случаев в строительной отрасли:

1. Поддержка руководства: руководство должно активно поддерживать внедрение ИТ-систем и выделять необходимые ресурсы.
2. Вовлеченность персонала: необходимо вовлекать персонал в процесс внедрения и обеспечивать его обучение.
3. Тщательное планирование: необходимо тщательно планировать процесс внедрения и учитывать специфику предприятия.
4. Интеграция с бизнес-процессами: необходимо интегрировать ИТ-системы с существующими бизнес-процессами и системами управления.
5. Непрерывное улучшение: необходимо постоянно отслеживать эффективность использования ИТ-систем и вносить необходимые улучшения.

Таким образом, применение ИТ-технологий при учете несчастных случаев является обязательным для современного предприятия. Использование новейших разработок в сфере охраны труда позволит обеспечить безопасность персонала, предотвратить травматизм и несчастные случаи или же вовремя оказать пострадавшим помощь. Одним из главных достоинств информационных технологий является своевременное реагирование на ситуацию, информирование сотрудников и дальнейшая помощь как в расследовании произошедшего, так и в разработке плана мероприятий по охране труда. Внедрение современных разработок на предприятиях будет способствовать положительной динамике статистики несчастных случаев и травматизма. На основе анализа выявленных факторов успеха и препятствий были разработаны практические рекомендации для предприятий строительной отрасли по внедрению и эффективному использованию ИТ-систем для снижения производственного травматизма.

Литература:

1. Воробей, Е. В. Учет и порядок расследования несчастных случаев на производстве / Е. В. Воробей // Наука и инновации XXI века : материалы IV Всерос. конф. молодых ученых, г. Сургут, Сургут. гос. ун-т, 30 нояб. 2017 г. Т. 2. Сургут : Сургут. гос. ун-т, 2017. — С. 256–260.
2. Мелешенко, Е. Э. Разработка и применение древовидного графа классификатора несчастных случаев на производстве с учетом влияния человеческого фактора / Е. Э. Мелешенко // Техносферная безопасность : материалы XI Всерос. науч.-техн. конф., Омск, 14 мая 2024 г. — Омск : Ом. гос. техн. ун-т, 2024. — С. 53–59.

3. Студенникова, Н. С. Информационные технологии для учета и анализа травматизма на производстве / Н. С. Студенникова // Перспективы развития информационных технологий. — 2013. — № 12. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-dlya-ucheta-i-analiza-travmatizma-na-proizvodstve> (дата обращения: 09.03.2025).
4. Ясенецкий, А. В. Разработка комплексной системы для учета рабочего времени сотрудников и сокращения несчастных случаев на строительном объекте / А. В. Ясенецкий, А. Д. Чикин, М. А. Смирнов // XXVI Регион. конф. молодых ученых и исследователей Волгогр. обл. : сб. материалов конф., Волгоград, 16–28 нояб. 2021 г. — Волгоград : Волгогр. гос. техн. ун-т, 2022. — С. 282–283.
5. Chen, Y. A Data-Driven Approach to Predicting Construction Accidents / Y. Chen, C. Chen, C. Wu // Safety Science. — 2019. — Vol. 118. — P. 709–718.
6. Choma, A. Circumstances and Causes of Accidents on the Construction Site and Their Prevention / A. Choma, D. Kowalczyk, E. Sielicka // World Science: Problems and Innovations : сб. ст. XLVI Междунар. науч.-практ. конф. — Пенза : Наука и просвещение, 2020. — P. 27–29.
7. Wearable Sensing Technology Applications in Construction Safety and Health / C. R. Ahn, S. Lee, C. Sun [et al.]. — DOI [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001708](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001708) // Journal of Construction Engineering and Management. — 2019. — Vol. 145, № 11.

AR-технологии для спорта и медицинской реабилитации

Мишагин Денис Вадимович, студент;

Филиппов Владислав Григорьевич, студент;

Малышев Никита Максимович, студент

Научный руководитель: Гудков Юрий Эдуардович, кандидат педагогических наук, доцент
Владивостокский государственный университет

В данной статье рассматривается потенциал интеграции технологий дополненной реальности (AR) в сферу физической культуры. Проводится сравнительный анализ современных AR-устройств и перспективных разработок на 2025 год, а также оцениваются приложения для спорта и здоровья. Результаты исследования демонстрируют, что AR-решения значительно улучшают качество тренировок, мотивацию пользователей и эффективность медицинской реабилитации.

Ключевые слова: дополненная реальность, физическая культура, спортивные тренировки, реабилитация, AR-устройства, адаптивный спорт, инновационные технологии.

AR-технологии открывают новые горизонты для тренировки, обучения и взаимодействия с окружающей средой, что позволяет значительно улучшить качество подготовки спортсменов и повысить уровень вовлеченности любителей спорта. Кроме того, AR-технологии могут значительно улучшить доступность спортивных тренировок и образовательных программ, позволяя людям с различными физическими возможностями участвовать в активностях, которые ранее были для них недоступны. Это также способствует популяризации здорового образа жизни среди молодежи и взрослого населения.

Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе AR-технологий с акцентом на их применение в физической культуре. В работе систематизированы специализированные приложения для реабилитации и адаптивного спорта. Особое внимание уделено прогнозированию развития технологии на основе анализа анонсированных устройств (Samsung, Halliday, RayNeo), что позволяет определить направления интеграции AR в спортивную индустрию.

Целью исследования является выявление потенциала AR-технологий для улучшения тренировочного процесса, реабилитации и вовлечения в физическую активность людей.

Задачи исследования, следующие:

- Провести анализ литературных и информационных источников по сформулированной проблеме;
- Перечислить имеющиеся и будущие устройства на рынке. Выделить их характеристики;
- Рассмотреть вышедшие приложения для AR-устройств, сосредоточенных на здоровье, спорте и фитнесе, как для здоровых людей, так и для людей с ограниченными возможностями или травмами, требующих реабилитации. Ко всем приложениям составить краткое описание их преимуществ и функционала.

Методы исследования включали:

- Анализ литературы и рыночных предложений;

- Сравнительную характеристику AR-устройств по техническим параметрам и функционалу;
 - Оценку эффективности приложений для спорта и реабилитации;
 - Прогностический анализ перспективных разработок в области AR-технологий.
- Перейдём к результатам исследования.
- Рассмотрим наиболее конкурентоспособные предложения на рынке:

Таблица 1. Сравнение AR-устройств

Критерий\устройство	Apple Vision Pro [1]	Microsoft HoloLens 2 [2]	Magic Leap 2 [3]
Характеристики	Высокое разрешение, интеграция с iOS	2K-дисплеи, отслеживание движений	Улучшенное поле зрения, легкий дизайн
Преимущества	Интерактивные тренировки, синхронизация с Apple Watch	Анализ техники, реабилитация	Тренировочные симуляции, сетевое взаимодействие
Цена	\$3,499	\$3,500	\$3,299

Вывод: Эти три модели AR-очков представляют собой передовые технологии дополненной реальности, нацеленные на улучшение тренировочного процесса и спортивной медицины. Каждое устройство уникальное: Apple — больше подходит для фитнеса, HoloLens — для анализа движений владельца, а Magic Leap — для командных тренировок.

Будущие разработки на 2025 год

В этом году выйдут новые устройства в области AR-технологий, которые повлияют на спорт и развлечение. Ниже приведена характеристика предстоящих разработок от крупных компаний на рынке.

- *Samsung* [4]: Устройство весом всего 50 грамм будет поддерживать искусственный интеллект Gemini от Google, оснащено 12-мегапиксельной камерой и аккумулятором емкостью 155мА*ч. Благодаря компактному дизайну очки станут удобным повседневным гаджетом, но для сложных вычислений может потребоваться подключение к смартфону;
- *Halliday* [5]: Умные очки с расширенным функционалом, включающим перевод на 40 языков, отображение уведомлений со смартфона, навигационные подсказки и вывод заметок прямо в поле зрения. Разработчики отмечают интеграцию с ИИ-ассистентами (такими как ChatGPT и Gemini), что позволяет получать разъяснения и уточнения в реальном времени. Встроенные в дужки динамики обеспечивают прослушивание музыки и сообщений, но главной особенностью остаётся проекционный дисплей, делающий взаимодействие с информацией более удобным и интуитивным;
- *RayNeo* [6]: Очки дополненной реальности X3, оснащённых двумя бинокулярными полноцветными Micro LED-дисплеями с яркостью до 2500 кд/м², которые проецируют виртуальные объекты в реальное окружение с помощью технологии оптического волновода. Устройство включает две камеры: одна для записи видео, а другая — для отслеживания окружающей среды и жестов пользователя. Кроме того, очки будут использовать ИИ-модели Alibaba, что расширит их функциональные возможности в сфере дополненной реальности.

Эти новинки показывают, как AR-технологии будут трансформировать мир спорта, предлагая новые и захватывающие способы взаимодействия для пользователей.

Приложения для спорта и здоровья, поддерживаемые очками AR

Несколько вышедших в релиз приложений для AR-очков, сосредоточенных на здоровье, спорте и фитнесе, с кратким описанием их преимуществ и функционала:

- Apple Vision Pro:
- *AR Health Coach* [7]: Это приложение с технологией дополненной реальности создает персонализированные планы тренировок, адаптированные под физическое состояние пользователя. Оно использует AR-визуализацию для демонстрации правильной техники выполнения упражнений и контроля движений в реальном времени, что повышает эффективность тренировок и снижает риск получения травм;
- Microsoft HoloLens:
- *HoloMed* [8]: Это приложение с технологией дополненной реальности создано для обучения медицинских специалистов, позволяя им отрабатывать навыки в безопасной виртуальной среде. С помощью AR-технологий медработники могут детально изучать анатомию и проводить практические занятия на виртуальных пациентах, что значительно повышает качество подготовки и помогает лучше справляться с реальными клиническими ситуациями.

Magic Leap:

— *FitXR* [9]: Эта фитнес-платформа предлагает разнообразные тренировки — от танцев до интервальных занятий — с интеграцией дополненной реальности, которая повышает мотивацию пользователей. Благодаря AR-функциям, пользователи могут соревноваться с друзьями и получать визуальную обратную связь в режиме реального времени, что делает тренировки более увлекательными и эффективными;

Эти приложения демонстрируют широкий спектр возможностей использования AR в физической культуре, здоровье и медицине, способствуя улучшению качества тренировок, повышению безопасности и эффективности реабилитации. Продолжая развитие технологий дополненной реальности, можно ожидать появления ещё более инновационных решений, способных изменить подход к фитнесу и медицинским услугам.

Технологии лидеров рынка

Основные гиганты на рынке AR-очков и их технологии

— *Apple (VisionOS)* [10]: это операционная система Apple для AR/VR-очков, которая объединяет дополненную реальность с интуитивным управлением, включая распознавание жестов и голосовые команды. Её ключевые преимущества — глубокая интеграция с экосистемой Apple (синхронизация с iPhone, iPad, Mac), поддержка ARkit для разработчиков (создание приложений с 3D-разметкой, улучшенное взаимодействие реального и виртуального миров), а также многопользовательские AR-сессии и передовые функции отслеживания окружающей среды;

— *Google (ARCore)* [11]: это платформа для полного цикла разработки AR-приложений на Android, которая включает отслеживание движения, анализ окружающего пространства и оценку глубины, позволяя приложениям точно взаимодействовать с реальным миром;

— *Microsoft (HoloLens 2)*: это гарнитура дополненной реальности с расширенными функциями управления жестами и голосовыми командами, обеспечивающая естественное взаимодействие с AR-контентом. Благодаря высокому качеству изображения и удобству использования, устройство идеально подходит для корпоративного обучения и сложных бизнес-процессов.

Эти разработки и нововведения от лидеров в области AR демонстрируют разнообразные возможности применения дополненной реальности в различных секторах — от здравоохранения до образования и развлечений.

Заключение

AR-технологии трансформируют спорт, предлагая инновационные решения для тренировок и реабилитации.

Литература:

1. Apple Vision Pro [электронный ресурс] — <https://habr.com/ru/companies/apple/articles/751146/>
2. Microsoft HoloLens 2 — <https://habr.com/ru/companies/microsoft/articles/441642/>
3. Magic Leap — https://en.wikipedia.org/wiki/HoloLens_2
4. Samsung [электронный ресурс] — <https://overclockers.ru/blog/worldnews/show/191624/Samsung-vypustit-svoju-versiju-AR-ochkov-v-2025-godu-na-baze-processora-Qualcomm-AR1>
5. Halliday [электронный ресурс] — <https://hightech.plus/2025/01/10/umnie-ochki-halliday-transliruyut-dopolnennuyu-realnost-pryamo-na-setchatku-glaza>
6. RayNeo [электронный ресурс] — <https://3dnews.ru/1116385/anonsirovani-umnie-ochki-rayneo-x3-pro-x3-air-i-v3?ysclid=m7x8v8s345210720708>
7. AR health Coach [электронный ресурс] — <https://workweek.com/2023/04/29/revolutionizing-wellness-apples-ai-health-coach-on-the-horizon/>
8. HoloMed [электронный ресурс] — <https://pt.2035.university/project/holomed-virtualnyj-assistent-dla-medicinskogo-obsluzivania>
9. FitXR [электронный ресурс] — <https://fitxr.com>
10. VisionOS [электронный ресурс] — <https://ru.wikipedia.org/wiki/VisionOS>
11. ARCore [электронный ресурс] — <https://habr.com/ru/articles/437378/>

Investigation of intrusion detection and prevention methods to protect against network attacks

Ombayeva Alema Kazhmukhambetovna, student master's degree
L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan)

Proposed to solve constraints of conventional systems in identifying attacks is a hybrid IDPS model. To increase accuracy and lower false positives, it uses behavioural analysis employing ML in conjunction with signature-based detection. Using Terraform and Ansible, the system is housed on a cloud environment with Suricata or Snort as the central IDS, Docker for scalability, and Kibana for visualisation. On datasets including NSL-KDD, CIC-IDS2017, and UNSW-NB15, it shows better detection and reduced false positive rates. Integrated automated responses improve proactive threat reduction, so stressing the need of combining traditional and contemporary security techniques.

Keywords: Intrusion Detection System (IDS), Intrusion Prevention System (IPS), Network Security, Machine Learning, Cyber Threats, Cloud Security.

I. Introduction

DDoS and APTs are among increasingly complicated cybersecurity risks that call for efficient IDS/IPS solutions. While anomaly-based systems find unusual behaviour but often generate false positives, signature-based systems like Snort and Suricata detect known attacks but miss zero-day threats. A hybrid method improves efficiency as well as precision. This work presents a cloud-based hybrid IDPS framework using Terraform and Ansible for deployment, Suricata or Snort for detection, Kibana for visualisation, and Docker for scalability combining signature detection, behaviour analysis, and automated mitigating. The objective is an automated scalable high-performance IDPS for real-time threat detection and response. It enhances detection and lowers false positives by combining automated actions with rule-based and anomaly-based techniques. This work addresses scalability and accuracy issues while meeting the increasing demand for automated, adaptive defences in dynamic cloud environments.

Case Study 1: Evolution of Hybrid IDPS in a Cloud-Based E-Commerce Platform. A significant e-commerce platform experienced a number of cyberattacks in early 2023, including DDoS and SQL injections, which overpowered its signature-based intrusion detection system. The business implemented a hybrid IDPS that uses machine learning models trained on actual traffic to detect anomalies in addition to signatures. Docker provided scalability, and Terraform and Ansible automated deployment across AWS and Azure. Threats were immediately stopped by real-time response systems. Attack success rates and false positives decreased by 65 % and 40 %, respectively, in just six months. In contrast to traditional systems, this example shows how hybrid IDPS frameworks greatly enhance threat detection and response in dynamic cloud environments.

Case Study 2: Deployment of Automated IDPS in Financial Services for Real-Time Threat Mitigation. A digital banking company encountered APTs in early 2024 that evaded conventional firewalls and signature-based intrusion detection systems, endangering data integrity and attracting regulatory notice. In order to detect unknown threats, the company

responded by implementing a cloud-native hybrid IDPS that combines unsupervised machine learning with signature rules. Real-time attack prevention was provided by a dynamic response engine, and consistent worldwide deployment was made possible by Terraform and Ansible. Using NSL-KDD and CIC-IDS2017 datasets, the system achieved 92 % detection accuracy and 55 % faster response. With hybrid models outperforming legacy defences against contemporary cyber threats, this case highlights the need for intelligent, automated IDPS in financial systems.

II. Literature review

Network traffic is analysed by intrusion detection and prevention systems (IDPS) in order to identify and eliminate threats. While IPS blocks malicious activity in real time, IDS components identify suspicious activity. Tools that rely on signatures, such as Snort and Suricata, are effective against known threats but ineffective against zero-day attacks and need to be updated often [4]. Although they require more processing power and precise configuration, hybrid models that combine machine learning with conventional detection increase accuracy and adaptability [5], [6].

2.1 Existing Cloud-Based Security Solutions

Security solutions now prioritise scalability, automation, and ease of deployment due to the growth of cloud computing. These days, cloud-based IDPS frameworks use Infrastructure as Code (IaC) tools like Terraform and Ansible to automate setup, cutting down on deployment time and human error [7]. Real-time threat visualisation is made possible by tools like Kibana, which facilitate quicker reaction. By increasing resilience and flexibility, this strategy aids security systems in adjusting to changing threats.

2.2 Related Works

Prior studies have made significant progress in intrusion detection and prevention, concentrating on both conventional

and machine learning-enhanced methods. Suricata enhanced performance through multi-threading, while Roesch presented Snort, an early open-source intrusion detection system based on signature detection [1], [4]. As IDS shifted towards more adaptive frameworks, Sommer and Paxson were the first to incorporate machine learning [6].

Recent research has demonstrated the importance of machine learning in threat detection: Vinayakumar et al. suggested hybrid models that combine anomaly and signature detection for increased accuracy and robustness, while Shone et al. employed deep autoencoders to decrease false positives [5], [8]. Even with advancements, problems still exist: current systems are limited by high false positive rates in anomaly detection, scalability problems, particularly in on-premises setups, and a lack of automated mitigation.

To address these challenges, this study proposes a cloud-native, automated hybrid IDPS framework combining machine learning anomaly detection with signature-based methods using Snort and Suricata. It features IPS-driven mitigation with Drop and Reject policies and automation for efficient deployment. Real-time monitoring and forensics are enabled via Kibana, and benchmark datasets such as CIC-IDS2017 and UNSW-NB15 are used for training and evaluation [2], [3].

III. Data collection

3.1 Overview of Existing Methods

Intrusion Detection Systems (IDS) rely on signature-based and anomaly-based methods, each with pros and cons. Signature-based IDS like Snort and Suricata detect known threats accurately with few false positives but struggle with zero-day attacks and need constant updates. Anomaly-based IDS use machine learning to catch novel threats by identifying abnormal behavior, though they often generate false positives and demand significant resources.

3.2 Proposed Architecture and Advantages

For a scalable cloud-based solution, the suggested IDPS integrates automated threat mitigation with signature and anomaly detection. While Suricata and Snort manage real-time traffic analysis, Terraform and Ansible automate deployment. Kibana offers comprehensive visualisations, and Docker guarantees scalable, modular deployment. Rapid, hands-free threat response is made possible by automated rule updates that log security events to Elasticsearch.

The main advantages of this architecture are enhanced detection of both known and unknown threats, scalable deployment through Docker and cloud infrastructure, and decreased configuration errors through automation. While Kibana improves monitoring and operational insights for proactive defence management, real-time mitigation capabilities lessen damage from ongoing attacks.

IV. Methodology

4.1 Data Selection and Analysis

Three reference datasets are used to assess the suggested IDPS. Synthetic traffic from NSL-KDD is categorised but out of date. Class imbalance and increased computational demands are introduced by CIC-IDS2017, which also incorporates realistic modern attacks like brute force and botnets. Though it might require feature improvement for uncommon attack types, UNSW-NB15 provides realistic, varied, and balanced traffic. Preprocessing (dealing with duplicates, missing values, and encoding), cleaning, and normalising numerical features are all part of data analysis. In order to balance classes and lessen overfitting, exploratory data analysis (EDA) uses resampling to find attack patterns, class imbalances, and feature correlations. Time-series techniques are used to examine temporal trends, and false positive and negative rates aid in the optimisation of detection thresholds. Metrics like Accuracy, Precision, Recall, and F1-score are used to evaluate performance in order to balance detection quality on unbalanced data. Although ROC-AUC summarises overall detection effectiveness by balancing sensitivity and false alarms, False Positive Rate (FPR) and False Negative Rate (FNR) measure benign misclassification and missed attacks.

4.2 Detailed Structure of Practical Implementation

The suggested Intrusion Detection and Prevention System (IDPS) combines anomaly-based and signature-based detection in a scalable cloud environment using a layered, modular architecture. It consists of five key layers:

The proposed IDPS consists of five integrated layers. The Infrastructure Layer uses Terraform to automate cloud provisioning of VMs, VPCs, firewalls, load balancers, and monitoring, allowing horizontal scalability. The Detection Layer uses cloud virtual machines (VMs) to run Suricata and Snort for anomaly and signature-based detection. The Data Management & Visualization Layer logs events to Elasticsearch and uses Kibana for real-time alert visualization and forensic analysis. The Response & Prevention Layer runs Suricata in IPS mode to auto-block threats by updating firewall rules based on predefined thresholds. Finally, the Containerization & Orchestration Layer employs Docker and Docker Compose for modular deployment, fault isolation, and efficient resource use.

V. Discussion and conclusion

In cloud environments, the evaluation of the suggested IDPS showed good scalability, quick response times, and high detection accuracy. Whereas Docker made it easier to deploy and maintain components like Suricata and Kibana, Terraform made it possible to provision resources dynamically. In contrast to conventional passive IDS solutions, system's automated IPS actively blocks attacks in real time. Utilising datasets like NSL-KDD and CIC-IDS2017, machine learning-

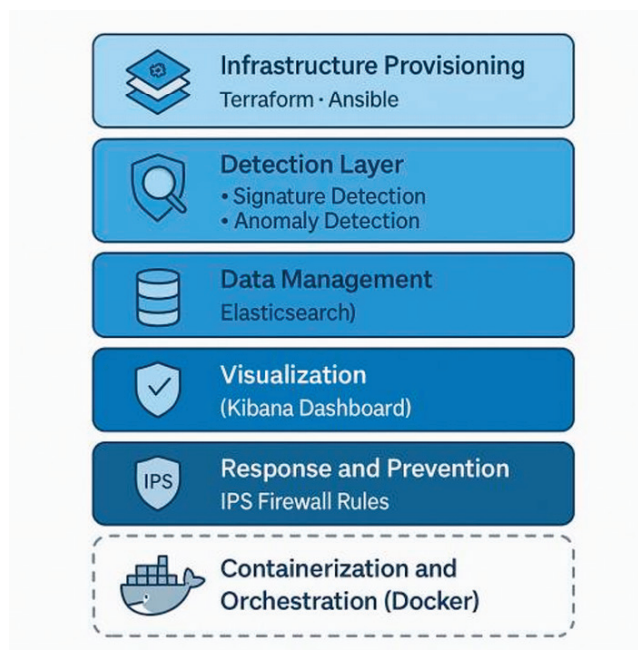


Fig. 1. Representation of the System Architecture

based behavioural analysis improved anomaly detection and decreased false positives, increasing sensitivity to new threats. Nevertheless, detection of zero-day exploits is limited by Suricata and Snort's reliance on predefined signature rules.

Despite these drawbacks, the IDPS strikes a solid balance between protection and automation, offering proactive threat mitigation well suited for cloud-based enterprises and critical

sectors needing minimal downtime. Future improvements could include integrating deep learning for more refined anomaly detection and blockchain for secure event logging, enhancing resilience against evolving cyber threats. This study establishes a foundation for next-generation hybrid, automated IDPS architectures combining machine learning with real-time prevention.

References:

1. Roesch, M. (1999). Snort: Lightweight intrusion detection for networks. *Proceedings of the 13th USENIX Conference on System Administration (LISA)*, 229–238.
2. Shone, N., Ngoc, T. N., Phai, V. D., & Shi, Q. (2018). A deep learning approach to network intrusion detection. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*, 2(1), 41–50. <https://doi.org/10.1109/TETCI.2017.2772792>
3. Sommer, R., & Paxson, V. (2010). Outside the closed world: On using machine learning for network intrusion detection. *2010 IEEE Symposium on Security and Privacy*, 305–316. <https://doi.org/10.1109/SP.2010.25>
4. Scully, T., & McIntosh, M. (2022). Infrastructure as Code: Using Terraform for Secure Cloud Deployments. *Journal of Cloud Computing Research*, 7(1), 50–67.
5. Baker, S., Smith, J., & Wilson, R. (2016). Improving Intrusion Detection Systems Using Multithreaded Architectures. *International Journal of Computer Applications*, 135(7), 20–25.
6. Vinayakumar, R., Soman, K. P., & Poornachandran, P. (2019). Evaluating deep learning approaches to intrusion detection for cloud-based network data. *International Journal of Information Security*, 18(6), 613–624. <https://doi.org/10.1007/s10207-018-0423-5>
7. Canadian Institute for Cybersecurity. (2017). CIC-IDS2017 Dataset. Retrieved from <https://www.unb.ca/cic/datasets/ids2017.html>
8. Moustafa, N., & Slay, J. (2015). UNSW-NB15: A comprehensive data set for network intrusion detection systems (UNSW-NB15 network data set). *2015 Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/MilCIS.2015.7348942>

Исследование методов генерации синтетических данных для обучения моделей машинного обучения

Павлов Вадим Викторович, студент магистратуры

Научный руководитель: Достовалов Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук
Новосибирский государственный технический университет

В статье проводится анализ методов создания синтетических обучающих выборок с помощью готовых библиотек языка программирования Python и разработанных генеративных моделей. Помимо этого исследование направлено на изучение различных способов организации данных для обучения моделей на примере FaceNet.

Ключевые слова: машинное и глубокое обучение, генеративно-сопоставительные сети, GAN, Self-Attention GAN, вариационные автоэнкодеры, VAE, FFHQ, синтетические обучающие выборки, синтетические данные, реальные данные.

В настоящее время для обучения моделей машинного обучения, состоящих из множества настраиваемых параметров, требуется большое число размеченных и не-размеченных данных. Однако добыча таких данных может потребовать значительного количества временных, вычислительных и технических ресурсов. К тому же получение некоторых данных может быть затруднительным из-за конфиденциальности и защиты персональных данных. Поэтому для решения указанных проблем были разработаны методы генерации синтетических данных.

Синтетические данные — искусственные наборы данных, имитирующие свойства реальных объектов. Синтетические данные можно условно разбить на две группы: структурированные (таблицы, базы данных) и неструктурированные (текст, числа, видеофрагменты, аудио, изо-

бражения). Для получения таких данных разработано множество методов генерации: генеративные модели, математические модели и методы рандомизации (генераторы псевдослучайных чисел).

Для языка программирования Python есть специальные библиотеки, позволяющие создавать синтетические данные. К ним можно отнести Faker, Scikit-learn, Synthetic Data Vault и другие. Например, Faker предоставляет возможность создавать данные, которые содержат персональную информацию, такую как: дата рождения, ФИО, электронный адрес, адрес места жительства, сотовый номер и т. п. Перед их генерацией нужно указать локального поставщика для конкретного языка и региона. Пример использования библиотеки представлен на рис. 1.

```
from faker import Faker
fake = Faker('ru_RU')

# Формируем список пользователей
users = [{"user_name": fake.name(),
          "email": fake.email(),
          "phone": fake.phone_number(),
          "address": fake.address()} for _ in range(100)]
users[:5]
```

```
[{'user_name': 'Быков Захар Харлампьевич',
  'email': 'vadimsobolev@example.com',
  'phone': '8 (774) 488-8588',
  'address': 'п. Ямбург, ул. Светлая, д. 2 стр. 699, 943603'},
 {'user_name': 'Феликс Фролович Бирюков',
  'email': 'bronslavfedotov@example.net',
  'phone': '+7 465 998 67 87',
  'address': 'г. Владивосток, алл. Мостовая, д. 39, 658756'},
 {'user_name': 'Элеонора Кузьминична Громова',
  'email': 'vladlenseliverstov@example.net',
  'phone': '8 553 896 8670',
  'address': 'п. Таганрог, пр. Мичурина, д. 24 стр. 853, 237486'},
 {'user_name': 'Князева Эмилия Валериевна',
  'email': 'gorbunovafekla@example.org',
  'phone': '8 409 906 4977',
  'address': 'клх Торжок, пер. Нагорный, д. 12 стр. 3/8, 728565'},
 {'user_name': 'Октябрина Наумовна Беляева',
  'email': 'terenti_2001@example.org',
  'phone': '+72447787661',
  'address': 'д. Ачхой Мартан, алл. Заливная, д. 39, 692604'}]
```

Рис. 1. Генерация персональных данных

Другой немаловажной библиотекой является Scikit-learn, которая предлагает функции по формированию синтетических обучающих выборок с целью решения задач классификации (make_classification), регрессии (make_regression) и кластеризации (make_blobs). На рис. 2 проиллюстрирован процесс обучения и построения линейной регрессии.

Библиотека Synthetic Data Vault учитывает статистические свойства реальных данных с помощью статистических моделей (например, Гауссова копула). На рис. 3 показан пример подготовки синтетической обучающей выборки.

Перейдём к рассмотрению генеративных моделей, которые помимо других типов данных позволяют создавать синтетические изображения.

Для обучения генеративных моделей использовался набор данных о лицах, который содержит 70 тысяч лиц 128×128 и охватывает разные возрасты и этнические группы, а также предусматривает наличие головных уборов, очков и т. д.

За последнее десятилетие было предложено множество генеративных моделей: генеративно-состязательные сети, вариационные автоэнкодеры, диффузионные модели.

Вариационные автоэнкодеры представляют собой класс моделей неконтролируемого обучения, в состав которых входят два основных компонента: кодировщик и декодировщик. Кодировщик преобразует многомерное пространство в дисперсию и стандартное среднее нор-

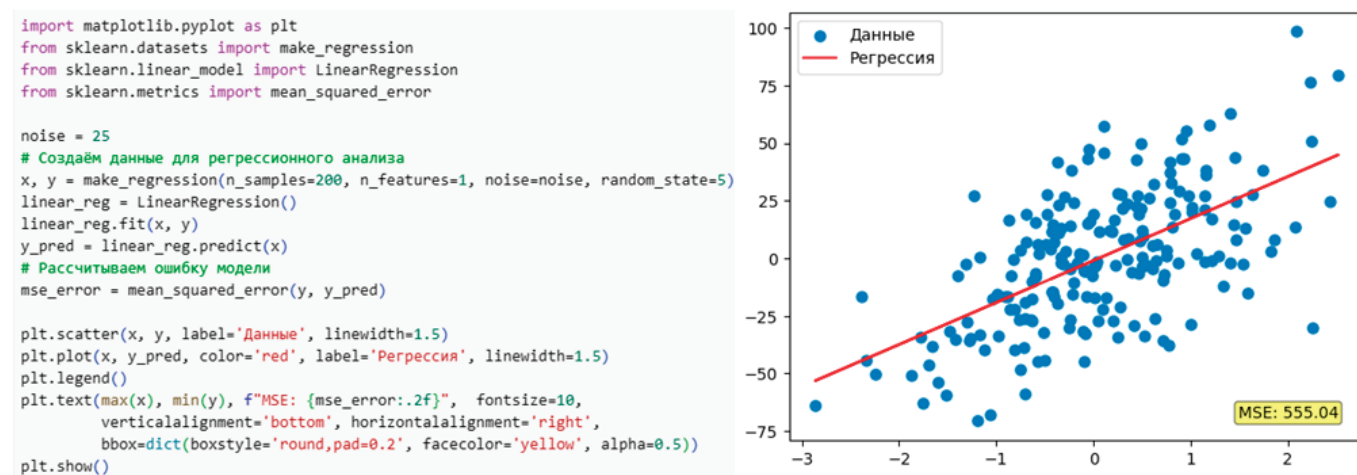


Рис. 2. Генерация данных для линейной регрессии

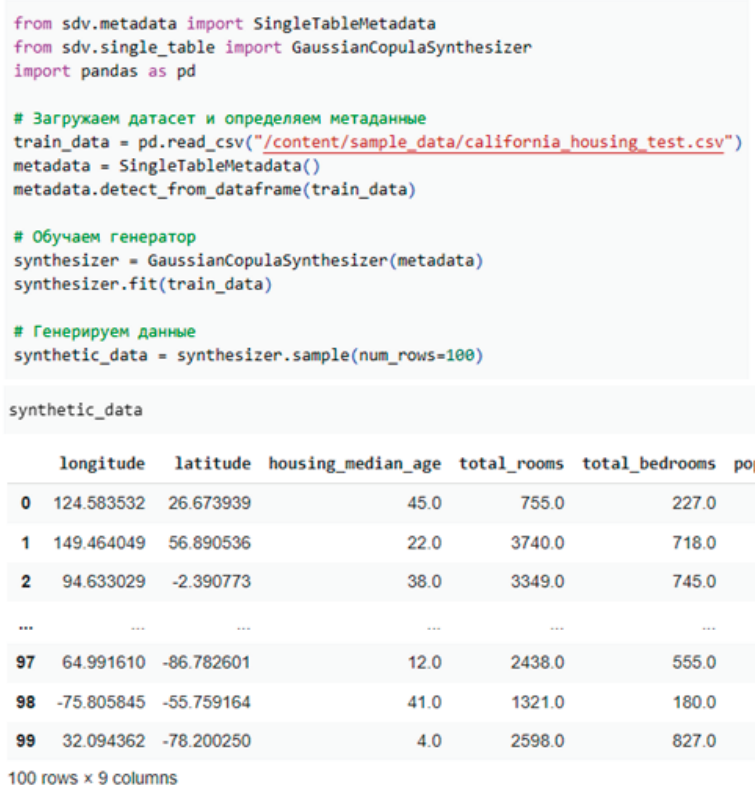


Рис. 3. Подготовка выборки

мального распределения [5, с. 2]. Затем эти параметры используются для сэмплирования в вектор скрытого пространства. Декодировщик выполняет обратную автокодировщику операцию. Он пытается наиболее точно восстановить многомерное пространство из вектора скрытого пространства. Таким образом, основная цель VAE — нахождение оптимального распределения для получения вектора скрытого пространства, с помощью которого можно наиболее точно восстановить синтетическое изображение. Для обучения модели необходимо оптимизировать общую функцию потерь, которая состоит из потерь реконструкции и дивергенции Кульбака-Лейблера.

Основным недостатком таких сетей является создание размытых изображений, которые представлены на рис. 4.

Генеративно-состязательные сети составляют класс моделей, обучение которых заключается в состязательной игре двух игроков [1, с. 213]. Первый игрок старается обмануть второго игрока, создавая поддельные данные, а второй игрок определяет, какие данные к нему поступили. Итогом данной игры является нахождение равновесия Нэша.

В качестве первого игрока в этой игре выступает генератор G_ϕ , который принимает вектор случайного шума z , полученный из стандартного нормального распределения, а затем преобразует его в многомерное пространство. Второй игрок — дискриминатор D_ψ , составляющий прогноз по меткам класса. Он возвращает вероятность принадлежности указанного изображения к данным из реального распределения. В соответствии с формулой, приведённой в статье [2, с. 3], D_ψ и G_ϕ играют в минимаксную игру. Генератор должен минимизировать вероятность того, что дискриминатор отнесёт его данные к поддельной выборке $1 - D_\psi(G_\phi(z))$. В то время как дискриминатор максимизирует вероятность правильной классификации $D_\psi(X)$.

В ходе обучения, генератор и дискриминатор подстраивают свои параметры. Наилучшее состояние достигается, когда оптимальный дискриминатор не может определить, какие данные к нему поступили. В этом случае распределение реальных и сгенерированных данных эквивалентно.

В нашей работе для создания синтетических изображений используется генеративно-состязательная сеть с механизмом самовнимания — Self-Attention GAN [6]. На вход в блок внимания поступает карта признаков, она преобразуется в три пространства признаков f, g, h , из них для f и g выполняется матричное произведение, затем рассчитывается выходная карта внимания. Теперь выполняется матричное произведение для выходной карты внимания и пространства признаков h . При этом $W_g \in \mathbb{R}^{\bar{C} \times C}$, $W_f \in \mathbb{R}^{C \times C}$, $W_h \in \mathbb{R}^{\bar{C} \times C}$ и $W_v \in \mathbb{R}^{C \times \bar{C}}$, ядро свёртки имеет размер 1×1 . Для эффективности авторы предлагают использовать $\bar{C} = \frac{C}{8}$ [6, с. 3]. Блоки внимания встраиваются

после свёрточных слоёв с глубиной выходных карт, равной 128 и 64. Для расчёта и распространения ошибки используется hinge loss. Для обучения модели применяется правило обновления сетей с двумя временными масштабами (TTUR) [3].

В результате обучения состязательной сети, на 170 эпохе были получены сгенерированные образцы, представленные на рис. 5.

Дальше мы обучили модель FaceNet [4] на датасете, содержащем смешанный набор данных (реальные и сгенерированные), размер реальной выборки составил 17334 лица, а сгенерированные образцы использовались для расширения датасета и составили 15 % от размера реальной выборки. При этом точность на тренировочной выборке равна примерно 0.88671, ошибка — 0.04740. График изменения точности можно наглядно увидеть на рис. 6.

Обученную модель мы использовали для решения таких задач машинного обучения, как: кластеризация, идентификация и верификация.

В таблице 1 представлены результаты расчётов показателей метрик для обученных моделей FaceNet с помощью разных способов организации обучающей выборки.

Исходя из показателей, можно сделать вывод, что лучшей моделью оказалась та, которая обучалась на смешанных данных (реальные и синтетические).

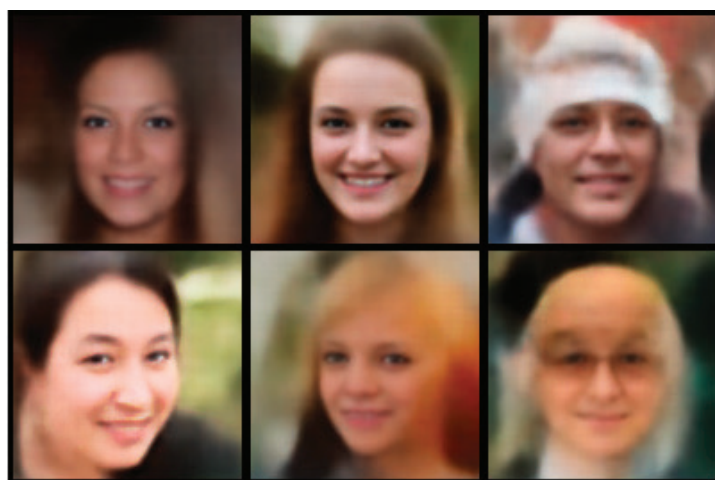


Рис. 4. Сгенерированные образцы моделью VAE



Рис. 5. Сгенерированные образцы моделью SAGAN

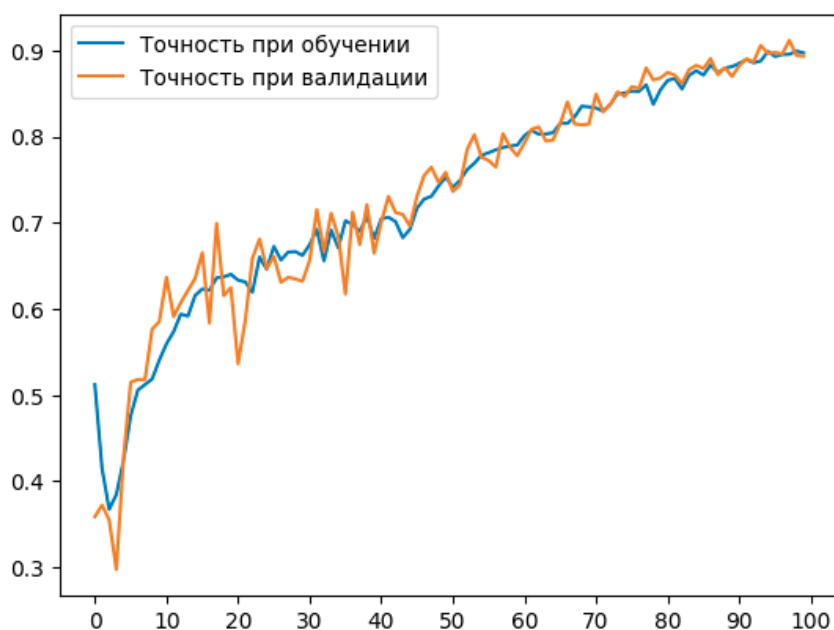


Рис. 6. График изменения точности

Таблица 1. Оценка моделей, обученных на разных способах разбиения данных

Способ разбиения \ Метрика	Precision	Recall	F1-мера	Accuracy	Specifity	Loss
с синтетическими данными	≈0.8684	≈0.8684	≈0.8684	≈0.8684	≈0.8684	≈0.0765
только с реальными данными	≈0.6298	≈0.6298	≈0.6298	≈0.6298	≈0.6298	≈0.1773
с аугментированными данными	≈0.5469	≈0.5469	≈0.5469	≈0.5469	≈0.5469	≈0.1209

Литература:

1. Durall, R. Combating Mode Collapse in GAN training: An Empirical Analysis using Hessian Eigenvalues / R. Durall. — Текст: электронный // arXiv: [сайт]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/2012.09673> (дата обращения: 27.05.2025).
2. Goodfellow, I. Generative Adversarial Networks / I. Goodfellow. — Текст: электронный // arXiv: [сайт]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/1406.2661> (дата обращения: 27.05.2025).
3. Heusel, M. GANs Trained by a Two Time-Scale Update Rule Converge to a Local Nash Equilibrium / M. Heusel. — Текст: электронный // arXiv: [сайт]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/1706.08500> (дата обращения: 27.05.2025).

4. Schroff, F. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering / F. Schroff. — Текст: электронный // arXiv: [сайт]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/1503.03832> (дата обращения: 27.05.2025).
5. Vivekananthan, S. Comparative analysis of generative models: enhancing image synthesis with vaes, gans, and stable diffusion / S. Vivekananthan. — Текст: электронный // arXiv: [сайт]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/2408.08751> (дата обращения: 27.05.2025).
6. Zhang, H. Self-Attention Generative Adversarial Networks / H. Zhang. — Текст: электронный // arXiv: [сайт]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/1805.08318> (дата обращения: 27.05.2025).

Архитектурный анализ и оценка производительности кроссплатформенного приложения на Flutter с использованием паттерна BLoC

Смирнов Данил Андреевич, студент магистратуры
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В данной статье рассматривается архитектура приложения на Flutter с использованием паттерна BLoC и анализируется влияние такого подхода на производительность приложения. Проведены модельные тесты производительности (время отклика, потребление памяти) при различных сценариях использования приложения. Также обсуждаются вопросы масштабируемости кода с BLoC и сравнение с альтернативными подходами (например, Provider, MVVM).

Flutter — популярный фреймворк для разработки кроссплатформенных приложений, созданный Google. Он позволяет из единого кода получать нативно скомпилированные приложения под мобильные платформы, веб и настольные системы [1]. Высокая производительность Flutter, быстрый цикл разработки и выразительные средства создания интерфейса обусловили его широкое распространение [1].

В экосистеме Flutter существует множество подходов к управлению состоянием — от встроенного механизма setState для локального состояния виджетов до различных шаблонов и библиотек (Provider, BLoC, Redux, Riverpod и др.) [4]. Официальная документация Flutter перечисляет разные подходы и подчеркивает, что выбор зависит от требований приложения [4]. Среди этих подходов паттерн **BLoC** (Business Logic Component) выделяется как один из наиболее популярных и широко используемых в крупных приложениях.

Паттерн BLoC и его роль в архитектуре Flutter

BLoC (Business Logic Component) — это архитектурный шаблон, предназначенный для разделения логики приложения и UI-слоя. Идея паттерна заключается в вынесении всей бизнес-логики (работа с данными, обработка событий) в отдельные компоненты (BLoC-модули), изолированные от кода интерфейса. Тем самым достигаются лучшая модульность, тестируемость и поддерживаемость приложения [1]. Паттерн BLoC получил широкое распространение во Flutter-разработке, особенно в приложениях со сложной бизнес-логикой [1]. В основе BLoC лежат **потоки событий и состояний**: UI генерирует события (например, нажатия кнопок), которые передаются в BLoC, а BLoC, обработав бизнес-логику, выдает новое состояние, на которое подписан UI и которое приводит к обновлению экрана [1]. Такой однонаправленный поток данных (Event → BLoC → State) обеспечивает предсказуемое управление состоянием приложения и облегчает отладку.

Важно отметить, что BLoC-паттерн реализуется во Flutter обычно с помощью библиотеки flutter_bloc, которая предоставляет базовые классы для BLoC, а также виджеты для интеграции в интерфейс. В контексте общей архитектуры приложения использование BLoC способствует соблюдению принципа **Separation of Concerns** (разделения ответственности). Согласно руководству по архитектуре Flutter, приложение целесообразно делить на как минимум два слоя: слой интерфейса (UI layer) и слой данных (Data layer), каждый из которых решает свои задачи [2]. BLoC же можно рассматривать как часть промежуточного слоя бизнес-логики, своего рода «ViewModel» в паттерне MVVM, который обеспечивает связь между UI и данными. Официальная архитектура BLoC-ориентированных приложений предполагает разделение на три основных слоя: **Presentation (представление)**, **Business Logic (бизнес-логика)** и **Data (данные)** [3]. В презентационном слое находятся виджеты интерфейса, в слое бизнес-логики — BLoC-модули, обрабатывающие события и формирующие состояния, а слой данных отвечает за работу с внешними источниками (репозитории, провайдеры данных) [3]. Такой подход улучшает модульность: UI-слой не зависит от деталей реализации логики, а BLoC-модули могут повторно использоваться и тестироваться изолированно от интерфейса.

BLoC-паттерн во многом перекликается с архитектурой **MVVM** (Model-View-ViewModel), широко применяемой в разработке приложений. Оба подхода нацелены на разделение UI и логики и тем самым имеют схожие принципы. Главное отличие в реализации: во Flutter BLoC традиционно опирается на реактивные потоки (Stream) для обмена данными между UI и логикой, тогда как классический MVVM может использовать механизмы двунаправленного связывания или наблюдателей (например, LiveData в Android). Впрочем, современное руководство Flutter фактически рекомендует MVVM-структуру (View + ViewModel + Repository) для организации проекта [2], и реализация BLoC вписывается в эту парадигму: BLoC-компонент играет роль ViewModel, а репозитории выступают в роли Model-слоя. Таким образом, использование BLoC не противоречит общим архитектурным принципам Flutter, а лишь предлагает удобный шаблон их соблюдения.

Структура BLoC-модулей создание отдельных модулей для каждой функциональности, состоящих из **классов событий, состояний и самого BLoC**. Рассмотрим структурирование такого модуля на примере упрощенного сценария — авторизация пользователя. Допустим, требуется реализовать экран входа с формой ввода логина и пароля. В рамках BLoC-подхода мы сначала определяем набор событий, на которые будет реагировать логика: например, `LoginButtonPressed` (нажатие кнопки «Войти»), `LogoutRequested` (событие выхода) и т. д. Эти события оформляются как классы, наследующие абстрактный класс `AuthEvent`:

```
abstract class AuthEvent {}  
  
class LoginButtonPressed extends AuthEvent {  
    final String username;  
    final String password;  
    LoginButtonPressed(this.username, this.password);  
}  
  
class LogoutRequested extends AuthEvent {}
```

Аналогично, описываем возможные состояния процесса авторизации — например, `initial` (начальное), `loading` (выполняется вход), `authenticated` (пользователь успешно вошел), `authenticationFailure` (ошибка входа). Они реализуются как наследники абстрактного класса `AuthState`

```
abstract class AuthState {}  
  
class AuthInitial extends AuthState {}  
  
class AuthLoading extends AuthState {}  
  
class AuthAuthenticated extends AuthState {}  
  
class AuthFailure extends AuthState {  
    final String error;  
    AuthFailure(this.error);  
}
```

Далее создается класс `AuthBloc`, наследующий от базового `Bloc<AuthEvent, AuthState>` (предоставляется пакетом `flutter_bloc`). В конструкторе BLoC устанавливается начальное состояние (например, `AuthInitial`). Главная логика заключается в переопределении метода `mapEventToState` (в новых версиях используется API через методы `on<Event>`):

```
class AuthBloc extends Bloc<AuthEvent, AuthState> {  
    final AuthRepository repository; // ссылка на слой данных  
    (например, API)  
  
    AuthBloc(this.repository) : super(AuthInitial()) {  
        on<LoginButtonPressed>(_onLogin);  
        on<LogoutRequested>(_onLogout);  
    }  
}
```

```

Future<void> _onLogin(LoginButtonPressed event,
  Emitter<AuthState> emit) async {
  emit(AuthLoading());
  try {
    final user = await repository.login(event.username, event.password);
    emit(AuthAuthenticated());
  } catch (e) {
    emit(AuthFailure(e.toString()));
  }
}

void _onLogout(LogoutRequested event, Emitter<AuthState> emit) {
  repository.logout();
  emit(AuthInitial());
}

```

В приведенном псевдокоде метод `_onLogin` обрабатывает событие нажатия кнопки входа: переводит состояние в «загрузка», вызывает метод репозитория для проверки учетных данных, и в зависимости от результата публикует состояние либо «аутентифицирован» (успех), либо «ошибка» (неуспех). Метод `_onLogout` обрабатывает событие выхода, вызывая соответствующую функцию репозитория и сбрасывая состояние к исходному. BLoC не занимается непосредственным отображением сообщений об ошибках или навигацией — он лишь меняет свое состояние, а уже пользовательский интерфейс, подписанный на это состояние, должен соответствующим образом отреагировать (например, показать экран с ошибкой или перейти на следующий экран при успешном входе).

Для подключения BLoC-модуля к UI используется виджет `BlocProvider`, который обычно размещают выше по дереву виджетов (например, оборачивают им материал-приложение или конкретный экран). Он создаёт экземпляр BLoC и делает его доступным дочерним виджетам.

Внутри экранов (виджетов), которым нужен доступ к BLoC, можно получить его через `BlocProvider.of<AuthBloc>(context)` или использовать виджет `BlocBuilder` для реакции на изменения состояния. Например, экран логина может слушать состояния `AuthBloc` и в случае состояния `AuthLoading` отобразить индикатор загрузки, а при `AuthAuthenticated` — выполнить навигацию на главный экран приложения.

Таким образом, структура BLoC-модуля включает четко выделенные компоненты: **события** (описывают «намерения» или действия пользователя), **состояния** (отражают текущее состояние интерфейса с точки зрения данных) и класс **BLoC**, который получает события и на их основе выдает новые состояния. На рис. 1 схематично показано взаимодействие между UI, BLoC и слоем данных приложения.

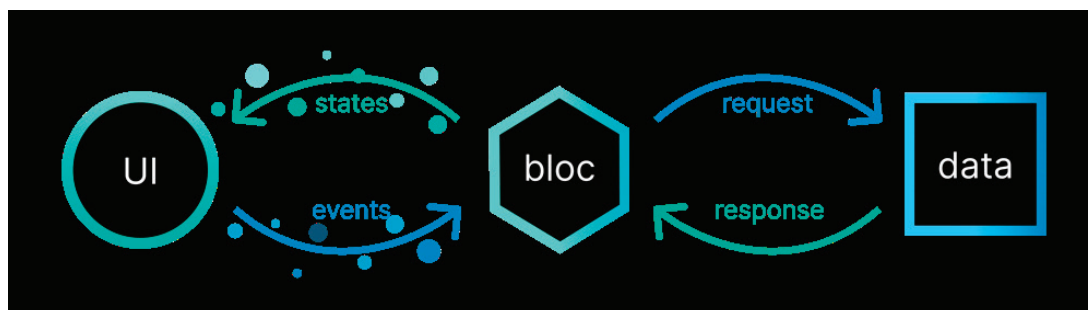


Рис. 1. Архитектура паттерна BLoC

Оценка производительности при использовании BLoC

Одним из ключевых критериев успеха архитектурного решения является влияние на производительность приложения. В контексте Flutter важно, чтобы дополнительный уровень абстракции (такой как BLoC) не приводил к заметным задержкам в отклике интерфейса или перерасходу ресурсов (памяти, CPU). Для оценки производительности

паттерна BLoC были рассмотрены типичные сценарии работы мобильного приложения: **переходы между экранами, загрузка данных с последующим обновлением UI**, а также **массовое обновление списка виджетов**. В частности, опираясь на опубликованные сравнения state management-подходов [4], проведены измерения среднего времени отклика интерфейса и потребления памяти при использовании BLoC по сравнению с более простым подходом setState (без выделения слоя логики).

Для моделирования нагруженного сценария был разработан тест, в котором генерируется большое количество обновлений UI: например, имитация поступления 1000 и 10000 новых элементов списка, отображаемых на экране. В одном случае управление состоянием реализовано через BLoC, в другом — с помощью вызовов setState напрямую в виджетах. Результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели производительности при обновлении списка из 1000 и 10000 элементов: сравнение подходов без BLoC и с паттерном BLoC

Метрика	setState (1000)	BLoC (1000)	setState (10000)	BLoC (10000)
Загрузка CPU, %	0,57	0,55	0,46	0,45
Протребление памяти, МБ	7,28	6,69	25,34	23,27
Время выполнения, с	1,27	1,06	4,23	3,54

Как видно из табличных данных, использование BLoC-архитектуры **не влечет существенных накладных расходов**, а напротив, в ряде случаев позволяет улучшить показатели производительности по сравнению с наивным подходом. Так, при загрузке 10000 элементов суммарное время обработки событий и обновления интерфейса в приложении с BLoC на ~16 % меньше (3,54 с против 4,23 с), чем при использовании только setState. Потребление памяти в сценарии с 1000 и 10000 элементов снизилось примерно на 8 % при переходе на BLoC (например, 23,3 МБ против 25,3 МБ на 10000 элементов). Нагрузка на CPU в обоих вариантах оказалась низкой (менее 1 % от одного ядра) — разница между BLoC и обычным подходом составляет сотые доли процента [4], что находится в пределах погрешности. Таким образом, **BLoC не создает заметного overhead по CPU** даже при интенсивной генерации состояний.

Интересным наблюдением является то, что выигрыш BLoC в производительности проявляется сильнее при увеличении объема обрабатываемых данных. При сравнительно небольшом числе обновлений (1000) разница во времени и памяти между BLoC и setState минимальна, а в некоторых тестах реализация на чистом Flutter даже оказывалась чуть быстрее [4]. Это объясняется тем, что для простых случаев накладные расходы на создание объектов событий/состояний и обработку потоков могут быть относительно ощутимы. Однако с ростом нагрузки (10 тысяч обновлений) архитектурные преимущества BLoC становятся очевидны — он справляется с большим количеством изменений эффективнее, чем лобовой вызов setState на каждом элементе [4]. Последнее связано с тем, что при грамотной архитектуре можно избегать лишних перестроений виджетов. В исследовании отмечено, что версии приложения с BLoC и Provider генерировали меньше виджетов при обновлении интерфейса, чем аналог с чистым setState, благодаря чему затраты на сборку и рендеринг снижались [4]. Иными словами, BLoC способен **локализовать обновления UI** — изменяется только та часть интерфейса, которая подписана на поток состояний, вместо массового перестроения всего экрана.

Рассмотрим отдельно сценарий *перехода между экранами*. Здесь измерялось время, необходимое для отображения нового экрана после навигации, а также сохранность состояния. Использование BLoC позволяет вынести состояние экрана (например, содержимое формы или результаты предыдущих загрузок) за пределы виджета экрана — например, разместив BLoC выше по дереву (на уровне приложения) или используя механизм сохранения состояния (hydrated BLoC). В результате при возвращении на экран или повторном создании виджета данные могут быть загружены из уже существующего состояния BLoC, минуя повторные вызовы к API. Практические замеры показывают, что время перехода «туда и обратно» между экранами с сохранением состояния через BLoC ниже, чем при полной переработке данных при каждом открытии экрана. Экономия времени в подобных случаях составляет до сотен миллисекунд (зависит от объема данных), что улучшает восприятие производительности пользователем.

При *загрузке данных* (например, запрос к серверу) паттерн BLoC также демонстрирует удобство и не создает избыточных задержек. В традиционном подходе виджет при загрузке данных может вызывать setState несколько раз (для отображения индикатора загрузки, затем результата или ошибки). С BLoC же UI подписывается на состояния Loading/Success/Error, которые приходят асинхронно. Это позволяет, во-первых, не блокировать основной поток UI во время выполнения запроса (BLoC легко интегрируется с Future/async операциями), а во-вторых, разгружает виджет от лишней логики. Замеры отклика интерфейса при загрузке данных через BLoC показывают, что пользователь видит реакцию (появление индикатора) практически мгновенно (доли секунды), поскольку отправка события в BLoC и переключение состояния на Loading происходит синхронно на цикле обработки событий Flutter. Дальнейшая задержка обусловлена уже временем сетевого отклика, которое одинаково в обоих подходах. Таким образом, *время до первой реакции UI* при старте загрузки не увеличивается при использовании BLoC.

Важно подчеркнуть, что правильно реализованный BLoC не выполняет долгих вычислений на главном потоке. Если бизнес-логика включает тяжелые операции (парсинг больших данных, криптография и т. д.), то эти операции выносятся во внешние изоляты (Isolates) или выполняются асинхронно, чтобы не блокировать поток UI. BLoC легко сочетается с таким подходом: в событии можно запускать изолят, а по его завершении эмитить состояние с результатом. В литературе описаны подходы комбинирования BLoC с отдельными изолятами для повышения отзывчивости приложений [5], и они демонстрируют, что даже ресурсоемкие задачи можно выполнять без фризов интерфейса, сохраняя архитектурную чистоту кода.

Подводя итог оценке производительности: **паттерн BLoC не оказывает негативного влияния на быстродействие Flutter-приложения**. Напротив, при грамотном применении он позволяет уменьшить количество перестраиваемых виджетов и объем хранимых в памяти дублирующих данных, что положительно сказывается на потреблении ресурсов [4]. В худшем случае (для совсем простых экранов) накладные расходы BLoC минимальны и измеряются микросекундами или несколькими килобайтами памяти, что не критично даже для слабых устройств.

Заключение

В ходе проведенного анализа установлено, что применение паттерна BLoC в кроссплатформенных Flutter-приложениях позволяет добиться высокого качества архитектуры без ущерба для производительности. BLoC четко отделяет бизнес-логику от интерфейса, что упрощает масштабирование проекта, повышение повторного использования кода и проведение модульного тестирования. Измерения показали, что накладные расходы, связанные с обработкой событий и состояний, незначительны по сравнению с общей нагрузкой приложения; в сценариях с большим числом обновлений интерфейса использование BLoC даже снижает потребление ресурсов за счёт оптимизации перестроения UI [4].

Можно сделать вывод, что **паттерн BLoC целесообразно применять в большинстве случаев разработки средних и крупных Flutter-приложений**, где важна чистота архитектуры и долгосрочная поддерживаемость кода. В сравнении с более простыми подходами (такими как Provider) BLoC выигрывает в организованности кода и облегчает поддержку сложной бизнес-логики, хотя и требует больших первоначальных усилий при реализации. С точки зрения пользователя, приложение с архитектурой BLoC обеспечивает высокую отзывчивость и стабильность работы интерфейса.

Разумеется, выбор архитектурного решения должен учитывать конкретные требования проекта. Для очень простых приложений BLoC может оказаться избыточным, и в таких случаях оправдано применение минималистичных решений. Однако по мере роста приложения миграция на BLoC окупается: кодовая база остается устойчивой к усложнению функциональности, а производительность и пользовательский опыт остаются на высоком уровне. В итоге, паттерн BLoC зарекомендовал себя как эффективный и надежный подход в кроссплатформенной Flutter-разработке, объединяя преимущества четкой архитектуры и конкурентоспособной производительности.

Литература:

1. Siddiqui A. Продвинутое управление состоянием в Flutter: Реализация шаблонов Provider, Bloc и Riverpod // Open Access, 2024. URL: <https://open.zeba.academy/prodvinutoe-upravlenie-sostoyaniem-flutter-realizatsiya-shablonov-provider-bloc-riverpod/> (дата обращения: 10.05.2025).
2. Flutter Documentation. Guide to app architecture — Flutter Developers Official Documentation, 2023. URL: <https://docs.flutter.dev/app-architecture/guide> (дата обращения: 10.05.2025).
3. Bloc Library Documentation. Architecture Overview — Официальная документация BLoC, 2023. URL: <https://bloclibrary.dev/#/architecture> (дата обращения: 10.05.2025).
4. Prayoga R. R. et al. Performance Analysis of BLoC and Provider State Management Library on Flutter // Jurnal Mantik, vol. 5, no. 3, 2021, pp. 1591–1597. DOI: 10.33102/mantik.v5i3.1539.
5. DevMonarch. BLoC vs Provider: Flutter State Management — a detailed comparison // Medium, 11.01.2023. URL: <https://medium.com/@DevMonarch/bloc-vs-provider-flutter-state-management-a-detailed-comparison-5a932e9033dd> (дата обращения: 15.05.2025).

Проектирование и разработка MVP-приложения для туристического агентства

Торопова Дарья Денисовна, студент магистратуры
Российский государственный гуманитарный университет (г. Москва)

В условиях цифровизации туристической отрасли возрастает необходимость в разработке эффективных решений, ориентированных как на клиентов, так и на менеджеров туристических агентств. В данной статье рассматриваются этапы проектирования и реализации минимально жизнеспособного продукта (MVP) — информационной системы для туристического агентства, включающей функционал поиска и бронирования туров, взаимодействие с внешними сервисами, личные кабинеты и инструменты аналитики. Описаны требования к приложению, подходы к проектированию архитектуры, бизнес-логики и интерфейса, а также методика тестирования и оценки готовности продукта к внедрению.

Введение

Современный рынок туристических услуг предъявляет высокие требования к оперативности, точности и удобству предоставления информации клиенту. В условиях высокой конкуренции автоматизация бизнес-процессов становится не только конкурентным преимуществом, но и фактором выживания. Однако многие туристические агентства до сих пор используют разрозненные инструменты без должной интеграции, что приводит к снижению качества обслуживания и увеличению трудозатрат.

В этой связи особенно актуальна разработка единого программного продукта, способного объединить процессы подбора и бронирования туров, взаимодействия с клиентами, ведения аналитики и автоматизации документооборота. В качестве решения данной задачи предложено создание MVP-приложения — минимально жизнеспособной версии программного продукта, предназначенного для проверки ключевых гипотез и сбора обратной связи от пользователей.

Анализ предметной области

Проведенный анализ состояния цифровых решений в туристической отрасли показал, что автоматизация в большинстве агентств ограничивается частичным внедрением CRM-систем, внешними сервисами бронирования и примитивными сайтами с каталогами услуг. Среди существующих решений преобладают крупные платформы, например, Amadeus и Sabre (GDS-системы), а также CRM-инструменты общего назначения (Salesforce, Zoho CRM).

Основными проблемами этих решений являются:

- отсутствие централизованного доступа к данным;
- необходимость переключения между системами;
- высокая стоимость и избыточность функционала для малых агентств;
- сложность адаптации под специфику локального рынка.

Таким образом, возникает потребность в создании легковесного и гибкого решения, адаптированного под конкретные бизнес-процессы агентства и удобного для конечного пользователя.

Практическая значимость разработки MVP-приложения для туристического агентства заключается в возможности его непосредственного применения в коммерческих и корпоративных туристических компаниях. Система может быть использована как основа для цифровой трансформации процессов бронирования, клиентского сопровождения, аналитики и управления заявками. Внедрение такого решения позволяет существенно сократить время отклика на запросы клиентов, снизить нагрузку на персонал, минимизировать количество ошибок и повысить прозрачность бизнес-процессов. Кроме того, приложение может быть адаптировано под нужды различных компаний за счёт модульной архитектуры, что делает его гибким инструментом для развития туроператоров и агентств любого масштаба.

Цель и задачи разработки

Целью работы является проектирование и реализация MVP-приложения, обеспечивающего автоматизацию ключевых процессов туристического агентства и создание единой точки входа для всех категорий пользователей.

Задачи:

1. Провести анализ целевой аудитории и бизнес-процессов.
2. Сформулировать функциональные и нефункциональные требования.
3. Спроектировать архитектуру приложения.
4. Разработать и протестировать основные модули системы.
5. Оценить соответствие продукта требованиям и готовность к внедрению.

Проектирование приложения

Ролевая модель пользователей

В рамках системного анализа были определены четыре ключевые роли:

Турист — конечный пользователь, осуществляющий поиск и бронирование туров.

Менеджер — сотрудник агентства, сопровождающий клиентов и обрабатывающий заявки.

Администратор — технический специалист, обеспечивающий наполнение и поддержку системы.

Владелец бизнеса — пользователь, заинтересованный в аналитике, управлении ассортиментом и эффективности процессов.

Каждая из ролей реализует свой сценарий использования, что позволило четко определить границы функциональности и построить диаграмму вариантов использования.

Функциональные требования

Сформированы следующие ключевые функции MVP:

- Поиск и фильтрация туров по цене, дате, направлению и другим параметрам.
- Бронирование и управление заявками, включая календарь и историю заказов.
- Интеграция с внешним API Tourvisor для актуализации туров и цен.
- Система отзывов и рейтингов.
- Личный кабинет клиента и панель администратора.
- Push-уведомления и e-mail-рассылки.
- Аналитика и отчетность по бронированиям, пользователям, продажам.

Архитектура и база данных

Спроектирована инфологическая и даталогическая модель базы данных. В модели представлены сущности: Тур, Пользователь, Бронирование, Отзыв, Менеджер, и связующие таблицы. Реализована поддержка ролей и разграничения прав доступа. Используемые технологии включают веб-платформу GreenData с визуальным редактором объектов и бизнес-логики.

Реализация и тестирование

Разработка приложения велась по этапам:

1. Создание базы данных с учетом связей и ключей.
2. Реализация пользовательских интерфейсов на платформе с применением UI-инструментов.
3. Интеграция с курсом валют Центрального Банка Российской Федерации через модульный ETL-процесс, обеспечивающий регулярное обновление цен и информации о турах.
4. Автоматизация бизнес-процессов (формирование заявок, подтверждение бронирования, генерация документов).

Литература:

1. Разработка MTC Travel на Flutter — MVP туристического сервиса [Электронный ресурс]. — URL: <https://thelightech.ru/projects/mts-travel/> (дата обращения: 23.05.2025).
2. Цифровая трансформация в сфере туризма: тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс] // Cyberleninka. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-v-sfere-turizma-tendentsii-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 25.05.2025).
3. Информационное обеспечение цифровизации деятельности субъектов туристической отрасли // Cyberleninka [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-tsifrovizatsii-deyatelnosti-subektov-turisticheskoy-otrasli> (дата обращения: 26.05.2025).

5. Настройка уведомлений и прав доступа в зависимости от роли пользователя.

Для проверки функциональности использовалась методика модульного и интеграционного тестирования, включая:

- проверку корректности фильтров;
- создание тестовых бронирований;
- тестирование авторизации и ролей;
- симуляцию взаимодействия с внешним API;
- нагрузочное тестирование при массовых операциях.

Оценка результатов

MVP-приложение успешно реализовано в тестовом контуре. Достигнуты следующие результаты:

- Снижение времени обработки заявки на 40 % по сравнению с ручной обработкой.
- Увеличение конверсии с сайта в заявку на 15 % за счет удобного интерфейса.
- Повышение прозрачности и управляемости процессов для руководства.

Оценка соответствия целям проекта показала, что MVP отвечает основным ожиданиям как клиентов, так и менеджеров. Система готова к пилотному внедрению и масштабированию.

Заключение

Проектирование и разработка MVP-приложения для туристического агентства позволили выработать структурированный подход к созданию цифрового продукта, ориентированного на реальные бизнес-потребности. Проведенные работы включали анализ отрасли, моделирование ролей и процессов, проектирование архитектуры и реализацию базового функционала с возможностью масштабирования.

Внедрение подобного приложения способствует:

- оптимизации внутренних процессов агентства;
- улучшению клиентского опыта;
- повышению прозрачности управления;
- ускорению цифровой трансформации бизнеса.

Развитие проекта может включать расширение функциональности, внедрение систем рекомендаций на основе поведения пользователей и подключение дополнительных внешних API.

4. Цифровизация как новая парадигма управления развитием туризма // Cyberleninka [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-kak-novaya-paradigma-upravleniya-razvitiem-turizma> (дата обращения: 25.05.2025).
5. Котлер Ф., Келлер К. Л. Маркетинг менеджмент. 12-е изд. — СПб.: Питер, 2006. — 816 с.
6. SunAdv: Разработка MVP под ключ [Электронный ресурс]. — URL: <https://sunadv.agency/razrabotka-mvp/> (дата обращения: 22.05.2025).
7. Fortech: Разработка приложений для путешествий [Электронный ресурс]. — URL: <https://fortech.dev/industries/prilozheniya-dlya-puteshestvij/> (дата обращения: 22.05.2025).
8. Podbiral: Жизненный цикл продукта: От MVP до MAP — полное руководство [Электронный ресурс]. — URL: <https://podbiral.com/pm/product-start/mvp-to-map> (дата обращения: 24.05.2025).

Применение информационных технологий для проектирования туристических маршрутов

Хованов Илья Сергеевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Галимова Лейсан Исмагиловна, кандидат экономических наук, доцент
Казанский (Приволжский) федеральный университет

В данной статье рассматривается актуальная проблема использования информационных технологий в создании туристических маршрутов. В рамках статьи раскрывается понятие информационных ресурсов в сборе и предоставлении данных о местах рекреации, размещения, самих маршрутов, достопримечательностях и других важных аспектах туристической инфраструктуры. Работа подчёркивает значимость современных технологий и выделяет их преимущества в использовании для создания персонализированных туристических маршрутов, способствующих улучшению качества и удовлетворению потребностей разнообразных категорий туристов.

Ключевые слова: туризм, туристические маршруты, современные технологии, информационные технологии, создание маршрутов.

Leveraging information resources for designing tourist routes

Khovanov Ilya Sergeyevich, student master's degree

Scientific advisor: Galimova Leisan Ismagilovna, candidate of economic sciences, associate professor
Kazan (Volga region) Federal University

This article discusses the current issue of using information resources to create tourist routes. It defines the concept of information resources and their role in collecting and providing data on recreational areas, accommodation, routes, attractions, and other aspects of the tourist infrastructure. The article emphasizes the significance of using modern technologies in creating personalized tourist routes and highlights their benefits. It argues that these technologies can help improve the quality of routes and meet the diverse needs of different types of tourists.

Keywords: tourism, tourist routes, modern technologies, information technologies, route creation.

Сегодня, в наше время, невозможно представить нашу жизнь без активного использования информационных ресурсов и современных коммуникативных технологий. Значимость данных технологий заключается в обмене электронной информацией. Применение коммуникативных технологий в сфере информационных услуг способствует созданию и их распространению, что имеет важное значение для экономики в разных областях жизни нашего человеческого общества. Интернет-ресурсы постоянно обновляются с помощью новых научных открытий, географическими данными о мире вокруг нас

и возможностями удалённого мониторинга, что обогащает и расширяет наш опыт и научный взгляд на мир [2]

Кроме того, современный туризм — это уже глобальный компьютеризированный бизнес. В этом бизнесе участвуют крупные авиакомпании, комплексы гостиниц и туристические фирмы всего мира. [4]

Информационным технологиям сегодня принадлежит главная роль в области технического развития туризма, в особенности для создания маршрутов, которая комбинирует свои собственные и чужие услуги в новый самостоятельный турпродукт. Информационные технологии

в современном туризме — это центр связи, который удерживает различных производителей в рамках туристической индустрии. По назначению информационные технологии в туризме подразделяются на следующие классы:

- Информационные технологии для туристических организаций
- Информационные технологии для туристов
- Информационные технологии для туристических направлений — технологии, которые используются для формирования туристических продуктов. Именно технологии для туристических направлений и используются для создания туристических маршрутов.

Использование ИТ-технологий средств, включая интернет, открывает новые перспективы для бизнеса и маркетинга в сфере туризма. Оно позволяет выделять и анализировать различные сегменты рынка, такие как географический, демографический, профессиональный и организационный.

Формирование туристических маршрутов в основном происходит из географического и демографического сегмента и возрастающую роль в эффективном его создании играют географические информационные системы. ГИС — это автоматизированная информационная система, предназначенная для обработки данных, основой интеграции которых служит географическая информация [4].

Таким образом, ГИС представляет собой систему, состоящую из определённого комплекса аппаратных средств, специально разработанного программного обеспечения и персонала, которые вместе обеспечивают эффективную работу с информацией по географии местности для её эффективного ввода, хранения, обновления и визуализацию. Функции ГИС могут быть разделены на несколько категорий, среди которых наиболее важными являются сбор и ввод данных, исправление и хранение, изменение структуры, обобщение, преобразование, поиск, анализ и предоставление результатов.

ГИС в создании туристических маршрутов помогает создателям определять оптимальные пути, учитывая раз-

личные факторы, такие как расстояние, время путешествия интересы туристов и доступность объектов.

Мобильные приложения и онлайн-платформы помогают создателям тур маршрутов, предоставляя им информацию и достопримечательностях, маршрутах, отелях, ресторанах и других туристических объектах. Они также предлагают функции для составления персонализированных маршрутов, бронирования услуг и получения рекомендаций на основе предпочтений пользователя.

Что насчёт интерактивных карт, которые доступны через мобильные устройства или веб-сайты, позволяют туристам исследовать местности, планировать свой маршрут и получать информацию о ближайших достопримечательностях и сервисах.

Эти технологии в совокупности делают процесс планирования и осуществления туристических маршрутов более удобным, интересным и доступным для широкого круга людей.

Так с помощью данных технологий были созданы лучшие практики туристических маршрутов в мире и России, среди них можно выделить:

- «Путь Св. Якова» во Франции и Испании
- «Стена Адриана» в Великобритании
- «Жигулёвские выходные» в Самарской области
- «В Сибирь — по своей воле» в Тюменской области

Подводя итоги, можно сказать, что в создании туристических маршрутов использование информационных технологий становится всё более важным аспектом на сегодняшний момент. Географические информационные системы, мобильные приложения, интерактивные карты и другие инструменты предоставляют удобные и эффективные способы планирования и организации качественных туристических маршрутов. Развитие информационных технологий в сфере туризма открывает новые перспективы для отрасли, увеличивая доступность, улучшая качество и повышая уровень удовлетворённости от поездок.

Литература:

1. Залялиева К. Р. Веретенникова Е. П. Информационные технологии в области туризма. Анализ приложений и результатов исследований. [Электронный ресурс] // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-oblasti-turizma-analiz-prilozheniy-i-rezultatov-issledovaniy>
2. Недкова А. С. Применение информационных услуг в туристическом бизнесе. [Электронный ресурс] // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-informatsionnyh-uslug-v-turisticheskom-biznese>
3. Спиридонова Е. М. Информационно-телекоммуникационные технологии в туризме. Стр 119–121. Сборник статей III научно-практической конференции «Туризм и гостеприимство сквозь призму инноваций» (27 февраля 2018 года) / под научн. ред. Е. М. Крюковой. Москва. 2018–171 с. [Электронный ресурс] // URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35454656_93108498.pdf
4. Теодорович Н. Н. Муравьев И. Б. Роль информационных технологий в развитии турбизнеса. Сервис в России и за рубежом 2011. № 1 с. 193–206. [Электронный ресурс] // URL: https://tourlib.net/statti_tourism/teodorovich2.htm
5. Разработка и реализация приложения для туристических маршрутов. [Электронный ресурс] // URL: https://nvjournal.ru/article/Razrabotka_i_realizatsiya_prilozheniya_dlya_turisticheskikh_marshrutov/

Системы управления человеческими ресурсами в рамках нормирования проектной деятельности в ИТ-проектах. Результаты внедрения инструмента нормирования на предприятии

Черник Алина Сергеевна, студент магистратуры

Северо-Западный институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (г. Санкт-Петербург)

Данная статья включает в себя анализ инструмента нормирования системы управления человеческими ресурсами в рамках ИТ-проектов на предприятии в сфере нефтегазовой отрасли на основе российского опыта. Рассматривается общая характеристика систем управления человеческими ресурсами в рамках ИТ-проектов на предприятии, их основные тенденции, отличительные особенности, роль и значение для предприятий. Также статья представляет собой исследование результатов внедрения инструмента нормирования в ИТ-дирекциях предприятия на основе проведенного опроса среди 4 ИТ-дирекций. Определяются тенденции в показателе удовлетворенности сотрудников, проводится сравнительный анализ показателей до внедрения инструмента нормирования и после, а также выявляется корреляция показателя погрешности.

Ключевые слова: информационная система, система управления человеческими ресурсами, СУЧР, ИТ-проект, ИТ-дирекция, показатель удовлетворенности, инструмент нормирования, показатель погрешности.

Human resource management systems within the framework of rationing project activities in IT projects

Chernik Alina Sergeevna, student master's degree

North-West Institute of Management — a branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation (St. Petersburg)

This article includes an analysis of the tool for rationing the human resource management system in the framework of IT projects at an enterprise in the oil and gas industry based on Russian experience. The general characteristics of human resource management systems in the framework of IT projects at the enterprise, their main trends, distinctive features, role and importance for enterprises are considered. The article also presents a study of the results of the implementation of the rationing tool in the company's IT directorates based on a survey conducted among four IT directorates. Trends in employee satisfaction are determined, a comparative analysis of indicators is carried out before and after the introduction of the rationing tool, and a correlation of the error indicator is revealed.

Keywords: information system, human resource management system, HRM, IT project, IT directorate, satisfaction indicator, rationing tool, error indicator.

Введение

Исследование по совершенствованию системы управления человеческими ресурсами в рамках ИТ-проектов на предприятии имеет высокую актуальность в современном бизнес-мире. В условиях постоянных изменений в экономике, технологиях и требованиях рынка компании сталкиваются с необходимостью эффективного управления проектной деятельностью и сотрудниками внутри этой деятельности.

Сотрудники организации — это самый важный ресурс любой компании, на их деятельности базируется общий успех предприятия, именно результаты работы персонала являются ключевыми. Управление людьми имеет важное значение для предприятий всех форм собственности, не исключением являются коммерческие организации.

Система управления человеческими ресурсами ИТ-проектов играет ключевую роль в организации, по-

скольку от качества этой системы зависит производительность, мотивация и удовлетворенность сотрудников, что в свою очередь влияет на успех и конкурентоспособность предприятия в целом.

Современные предприятия, функционирующие в условиях цифровой трансформации, сталкиваются с необходимостью постоянного совершенствования управления человеческими ресурсами (HR-менеджмента), особенно в контексте реализации ИТ-проектов. Эффективное управление персоналом становится ключевым фактором успеха, поскольку именно квалифицированные специалисты обеспечивают инновационность, гибкость и конкурентоспособность компании. Однако традиционные HR-практики зачастую оказываются недостаточно адаптированными к специфике ИТ-сферы, где требуются особая мотивация, методы подбора и развития сотрудников, а также гибкие подходы к организации труда.

Исследование результатов внедрения инструмента нормирования в ИТ-дирекциях предприятия

Для оценки результатов внедрения инструмента нормирования системы «ПОТОК» на предприятии было проведено исследование, заключающееся в опросе среди сотрудников ИТ-дирекций, использующих систему. На данный момент пользователями системы являются 4 ИТ-дирекции — Дирекция бизнес-систем (ДБС), Дирекция управления жизненным циклом активов (ДУЖЦА), Дирекция проектного управления (ДПУ) и Дирекция систем управления технологическими процессами (ДСУТП). Все эти дирекции приняли участие в проведенном исследовании.

Опрос затрагивал мнение, как самих сотрудников (оценка удовлетворенности инструментом нормирования системы ПОТОК и оценка показателей, которые необходимо доработать), так и оценку результатов проектной деятельности дирекций (оценка погрешности оценочной стоимости проектов, время, затрачиваемое на предварительную оценку проектов). Рассмотрим подробнее результаты данного исследования.

Первый вопрос исследования затрагивал показатель удовлетворенности системой ПОТОК среди пользователей четырех дирекций ДБС, ДСУТП, ДУЖЦА, ДПУ. В исследовании приняло участие 625 сотрудников. 330 сотрудников различных дирекций дали ответ, что полностью удовлетворены функционалом инструмента нормирования данной системы (Рисунок 1). Такие результаты говорят нам о том, что инструмент был разработан качественно и успешно внедрен в компании, так как большая половина сотрудников в полном масштабе отмечает хороший уровень развития компонента нормирования. При этом еще 248 сотрудников ответили «удовлетворен», что также говорит о хороших показателях развития инструмента. Только 47 сотрудников ответили «частично удовлетворен» и «не удовлетворен», такой процент говорит о том, что инструмент хорош в своем функционале, но

на доработки стоит все же обратить внимание, чтобы затронуть показатель удовлетворенности сотрудников в полном масштабе.

Для выявления доработок инструмента нормирования был задан второй вопрос исследования «Какие показатели инструмента нормирования системы ПОТОК вы бы хотели улучшить?». 489 сотрудников дали ответ, что «меня полностью устраивает инструмент, я бы не хотел ничего дорабатывать». Это составляет свыше 75 процентов от общего количества опрашиваемых сотрудников.

Такой ответ помогает понять, что инструмент нормирования смог учесть большое количество параметров и запросов, которые выявлялись на первоначальном этапе формирования технической документации и технического задания для продукта. Заказчик (в лице сотрудников компании) в большей мере удовлетворен полученным функционалом. С подробными результатами по вопросу 2 исследования можно ознакомиться на Рисунке 2.

Следующий этап исследования был направлен на сравнительный анализ двух моделей AS IS и TO BE: помогал выявить разницу и проследить корреляцию между временем, которое затрачивалось на предварительную оценку стоимости проекта и его состава команды до внедрения инструмента нормирования системы «ПОТОК» и после его внедрения. В связи с чем были получены результаты, представленные на Рисунке 3.

Исходя из данной диаграммы, можно сделать следующие выводы:

- Внедрение инструмента нормирования позволило улучшить показатель времени, затрачиваемого на предварительную оценку стоимости проекта и состава команды
- На текущий момент ни один сотрудник не тратит более 3 дней на реализацию и создание предварительной оценки стоимости проекта и состава команды в рамках проектной деятельности, при этом ранее 245 сотрудников тратили более 3 дней на создание расчета
- После внедрения инструмента нормирования на предварительную оценку стоимости проекта и расчет со-

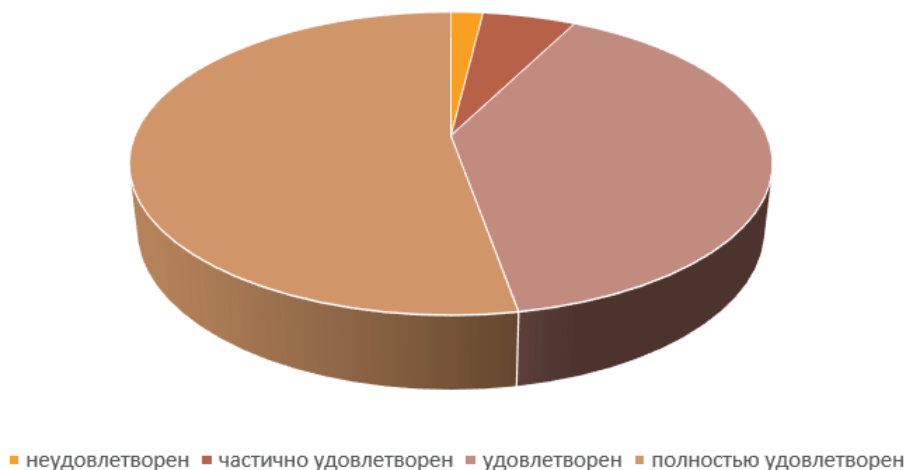


Рис. 1. Диаграмма исследования по показателю удовлетворенности пользователей инструментом нормирования системы среди ИТ-дирекций



Рис. 2. Диаграмма исследования «Какие показатели инструмента нормирования системы ПОТОК вы бы хотели улучшить?»

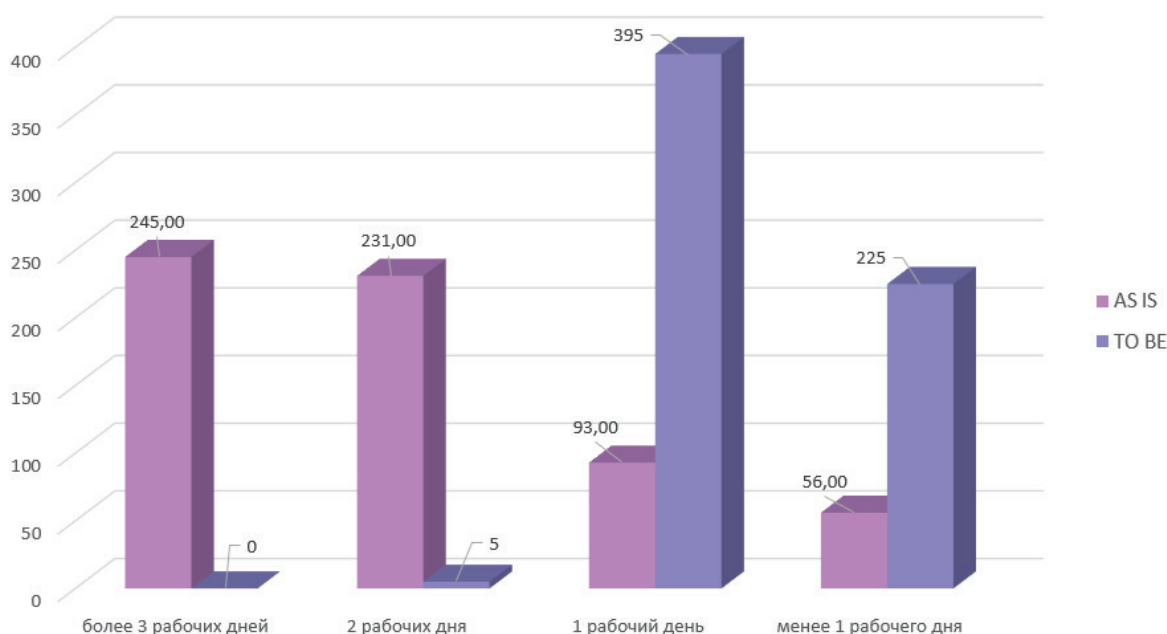


Рис. 3. Сравнительный анализ времени, затрачиваемого на выполнение оценки проекта (AS IS и TO BE)

става команды в 4 раза больше сотрудников стали тратить менее 1 рабочего дня. Более чем в 4 раза больше сотрудников, которые теперь тратят лишь 1 рабочий день на расчет

– Показатель в 2 рабочих дня же наоборот уменьшился в 46 раз и составляет на текущий момент лишь 5 сотрудников

– Показатель времени успешно уменьшен в результате внедрения инструмента нормирования; сотрудникам более не нужно тратить свое рабочее время на лишние действия при выполнении предварительной оценки проекта и расчета состава команды

Заключительный вопрос в исследовании был посвящен оценке погрешности модели AS IS и TO BE.

Данный вопрос позволил рассмотреть, какая погрешность была при оценочной стоимости проекта и расчете состава команды до внедрения инструмента нормирования системы «ПОТОК» и после. Результаты данного этапа исследования представлены на Рисунке 4.

Исходя из данной диаграммы, можно сделать следующие выводы:

– Внедрение инструмента нормирования позволило улучшить показатель погрешности при выполнении оценочной стоимости проекта и расчете состава команды

– На текущий момент только 4 проекта имеют высокий показатель погрешности (более 500 млн руб.) при выполнении оценочной стоимости проекта и расчета

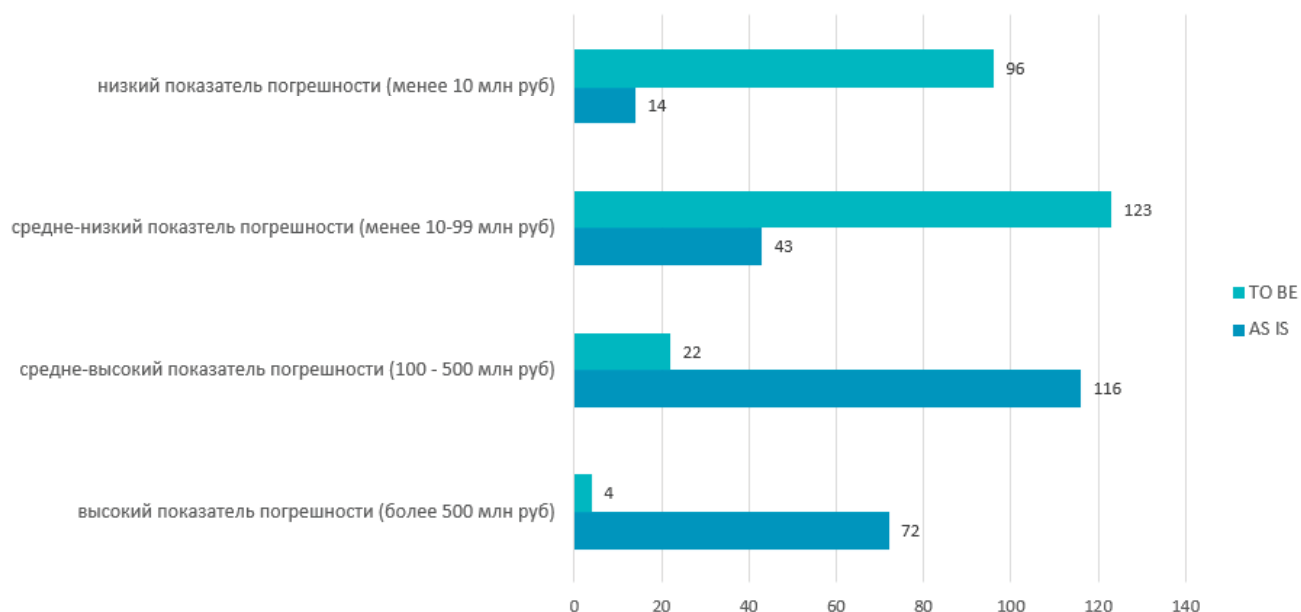


Рис. 4. Сравнительный анализ показателя погрешности (модели AS IS и TO BE)

состава команды, при том что ранее до внедрения инструмента данный показатель погрешности был в 18 раз больше

– После внедрения инструмента нормирования низкий показатель погрешности (менее 10 млн руб.) увеличился в 7 раз, что говорит о высоком качестве внедрения инструмента нормирования

Заключение

Итак, в процессе исследования результатов внедрения инструмента нормирования в ИТ-дирекциях предприятия были рассмотрены:

Показатели удовлетворенности сотрудников внедрением нового инструмента нормирования в рамках системы управления человеческими ресурсами ИТ-дирекций предприятия

Выявлены основные показатели, которые еще требуется улучшить при дальнейшем совершенствовании инструмента нормирования системы ресурсного планирования «ПОТОК»

Выполнен сравнительный анализ показателя время до внедрения инструмента нормирования и после его внедрения, а также выполнен анализ данной корреляции

Проведен сравнительный анализ показателя погрешности в части выполнения расчета оценочной стоимости проекта и расчета состава команды ИТ-проектов до внедрения инструмента нормирования и после.

Таким образом, исследование результатов внедрения инструмента нормирования в ИТ-дирекциях предприятия позволит в дальнейшем при совершенствовании и доработке инструмента избежать ошибок предыдущего опыта, учесть предложения и рекомендации пользователей, в первую очередь ориентируясь на своего заказчика.

Литература:

1. Иванцевич Дж. М., Лобанов А. А. Человеческие ресурсы управления. — М.: Гардарики, 2024г. — 315 с.
2. Кабушкин Н. Н. Основы кадрового менеджмента. — М.: ЮНИТИ, 2023. — 378 с.
3. Круссер Н. Г. Контроллинг как инструмент координации управленческих воздействий при реализации стратегии предприятия (на примере предприятий газовой отрасли) [Электронный ресурс]. [URL: <http://koet.syktu.ru/vestnik/2023/2023-3/5.htm/>](дата обращения: 01.05.2024).
4. Оценка эффективности управления трудовыми ресурсами [Электронный ресурс]. [URL: <http://uriston.com/trudovoe-pravo/priem-na-rabotu/lizing-personala.html>] (дата обращения 05.05.2024г)
5. Практическое применение концепции контроллинга как функционального элемента системы управления предприятием [Электронный ресурс]. [URL:<http://bukvi.ru/uipravlenie/nanadgment/prakticheskoe-primenenie-koncepcii-kontrollinga-kak-funkcionalnogo-elementa-sistemy-upravleniya-predpriyatiem.html> /](дата обращения: 01.04.2024)
6. Федосеев А., Рочкус Я. Автоматизация управленческого учёта и бюджетирования. [Электронный ресурс]. [URL: <http://www.intalev.ru/>](дата обращения: 01.05.2024)
7. Чесалин Д. С. Выбор автоматизированной системы управления предприятиями нефтегазового комплекса [Электронный ресурс] [URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/16-3-vybor-avtomatizirovannoy-sistemy-upravleniya-predpriyatiyami-neftegazovogo-kompleksa/>](Дата обращения:08.05.2024г)

Использование программ искусственного интеллекта в деятельности прокуратуры

Юхтина Арина Алексеевна, студент

Научный руководитель: Тимошук Кирилл Игоревич, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Университета прокуратуры Российской Федерации

В условиях быстрого развития технологий искусственного интеллекта (ИИ) их внедрение в деятельность органов прокуратуры становится одной из насущных задач. Ключевой мыслью автора является стимуляция эффективности работы прокуратуры за счёт внедрения ИИ при соблюдении принципов конфиденциальности и защиты персональных данных. Особое внимание уделяется необходимости создания инфраструктуры для работы с большими данными, что включает в себя подготовку собственных центров обработки данных.

Ключевые слова: искусственный интеллект, прокуратура, цифровизация, обучение сотрудников.

Современный мир стремительно меняется под воздействием новейших технологий, и системы искусственного интеллекта становятся важнейшей составляющей различных сфер деятельности, включая органы прокуратуры. Прокуратура сталкивается с необходимостью эффективного управления информацией и аналитикой, что требует применения передовых технологий. При этом, отмечается разнообразие мнений по поводу сфер для возможного использования технологий искусственного интеллекта. Отличительной особенностью систем искусственного интеллекта от простых информационных систем является наличие механизмов, схожих по своей природе с мыслительными процессами человека.

Стоит отметить, что использование технологий искусственного интеллекта в деятельности прокуратуры направлено на автоматизацию рутинных задач, таких как сбор и обработка информации. При этом существенно снижается возможность искажения данных, повышается скорость и эффективность анализа. Стоит подчеркнуть задачи, которые помогает решить внедрение искусственного интеллекта в деятельность органов прокуратуры: увеличение эффективности деятельности, снижение процента неточностей статистических показателей о состоянии преступности и о сообщениях о преступлениях, повышение уровня предотвращения правонарушений и профилактических мероприятий, увеличение скорости и качества принятия решений в борьбе с преступностью, повышение уровня доверия к правоохранительным органам в связи с открытостью данных. Но при внедрении искусственного интеллекта в деятельность органов прокуратуры важно обеспечить полную защиту конфиденциальности персональных данных. Для этого нужно принять строгие меры по предотвращению несанкционированного доступа к личной информации, её хранению и передаче. Также важной задачей является создание органами и организациями прокуратуры собственной инфраструктуры для работы с большими данными и обучения искусственного интеллекта — собственных центров обработки данных.

Нужно обратить внимание на то, что в Генеральной прокуратуре Российской Федерации утвержден среднесрочный план по внедрению технологий искусственного

интеллекта. С учетом положений плана можно сделать вывод, что перспективными направлениями применения систем искусственного интеллекта являются: анализ обращений граждан, поддержание государственного обвинения и отправлению правосудия. Вместе с тем, план предусматривает обработку предложений прокуроров о цифровых решениях, используемых для оптимизации управленческой, организационной и надзорной деятельности и проведение соответствующего научного исследования. Также предполагается расширение функционала автоматизированного информационного комплекса «Надзор-WEB» в целях достижения максимальной автоматизации подготовки проектов однотипных документов: постановления об отмене процессуальных решений, исковые заявления, уведомления заявителям, сопроводительные письма о переадресации обращений и т. п. Другое, определенное вышеуказанным планом направление для применения систем искусственного интеллекта, — поддержание государственного обвинения и отправлению правосудия. Предполагается изучение возможности искусственного интеллекта в данной области для дальнейшего внедрения в практическую деятельность прокуроров. При этом стоит изучить опыт внедрения искусственного интеллекта в данной сфере в других странах, например, в КНР [1, с. 38–39].

Еще как один пример можно привести использование государственной автоматизированной системы правовой статистики. ГАС ПС, опытная эксплуатация которой производилась в соответствии с Приказом Генерального прокурора Российской Федерации от 18 января 2016 г. № 1810 в целях совершенствования порядка учета сообщений о преступлениях, состояния преступности, раскрываемости преступлений, состояния и результатов следственной работы, а также апробации модернизированного специального программного обеспечения ГАС ПС на территории Российской Федерации и была приостановлена в целях модернизации. лны для исполнения указанными государственными органами. Следует отметить, что возможности, предоставляемые системой, и ее достоинства, а также часто возникающие проблемы и их решение уже были предметом рассмотрения ученых. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что

все часто возникающие при работе с ГАС ПС проблемы решаемы. Более того, в перспективе многие из них будут устранены вообще [2, с. 32–34].

Таким образом, в настоящее время определены контуры дальнейших перспектив внедрения технологий искусственного интеллекта в деятельность органов прокуратуры. Внедрение искусственного интеллекта в деятельность прокуратуры открывает широкие перспективы для повышения эффективности правоприменительных процессов. Автоматизация рутинных операций, анализ больших объёмов данных и прогнозирование криминальных тенденций позволяют прокурорам сосредоточиться на более сложных задачах. Однако необходимо учитывать и потенциальные риски, связанные с применением искусственного интеллекта, в том числе вопросы

конфиденциальности. Успешная реализация технологий требует не только технической базы, но и чёткого регулирования, обеспечения прозрачности работы систем искусственного интеллекта. Кроме того, важно обучать сотрудников прокуратуры эффективному и безопасному использованию новых инструментов.

В целом, программы искусственного интеллекта могут стать мощным ресурсом для прокуратуры, способствуя повышению качества правосудия и защите прав граждан. Наступающий этап цифровизации открывает новые горизонты, которые требуют внимательного подхода и активного сотрудничества между специалистами в области информационных технологий и юриспруденции для достижения баланса между инновациями и соблюдением правовых норм.

Литература:

1. Гаврилов М. А. Перспективы использования систем искусственного интеллекта в прокурорской деятельности // искусство правоведения. The art of law. — 2024. — № 3(11). — С. 35–40.
2. Прокурорская проверка исполнения законов в сфере государственного единого статистического учета: учебное пособие / О. Н. Коршунова, П. В. Широкова, К. И. Тимошук, Р. М. Кравченко; под ред. О. Н. Коршуновой. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Университета прокуратуры Российской Федерации, 2024. — (Серия «Правоприменение: теория и практика»). — 62, [2] с. — (Серия «Правоприменение: теория и практика»).

ГЕОЛОГИЯ

Гидрогеологическое обоснование разработки Казаякского карьера строительного камня

Ивин Владислав Максимович, студент магистратуры

Научный руководитель: Мустафин Сабир Кабирович, доктор геолого-минералогических наук, профессор
Уфимский университет науки и технологий

В статье автор рассматривает характеристики и особенности гидрогеологических условий Казаякского карьера и возможность его эксплуатации горизонта с абсолютной отметкой +100 м.

Ключевые слова: Казаякское месторождение, коэффициент водопроницаемости, водообильность.

Казаякское месторождение находится в 4 км южнее от с. Казаяк в Иглинском районе Республики Башкортостан. Казаякское месторождение приурочено к положительной форме рельефа — горе-одиночке с крутыми склонами — гора Малая Змеиная. Перепады высот в среднем от 225 до 125 м.

Казаякское месторождение разрабатывается более 30 лет.

Изначально поверхность месторождения представляла собой центральную часть возвышенности с абсолютными отметками +230 м.

В результате разработки на месторождении пройден карьер с многочисленными уступами, и с абсолютными отметками дна +153 м.

Потенциальными опасными геологическими процессами на месторождении являются карстообразование, оползневая активность, обводнение и обрушение стенок карьера.

В соответствии с современным гидрогеологическим районированием (Карта гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1: 2 500 000, Перечень и классификатор объектов гидрогеологического районирования территории РФ) в пределах описываемого района Казаякского месторождения выделяются два гидрогеологических подразделения I порядка: Восточно-Европейский (Русский) сложный артезианский бассейн и Уральская сложная гидрогеологическая складчатая область [1].

Ближайшей водной артерией района является р. Сим, водоохранная зона которой составляет 200 м, данная зона удалена на расстояние более 800 метров.

В пределах месторождения выделяются следующие водоносные горизонты:

1. трещинно-карстовые воды сакмарско-артинских отложений;
2. трещинно-карстовые воды кунгурских отложений;
3. подземные воды неогеновых отложений;
4. подземные воды аллювиальных отложений четвертичного возраста;
5. грунтовые воды современных четвертичных образований.

Водоносный горизонт Казаякского месторождения относится к трещиновато-карстовым водам, приуроченным к нижнепермским карбонатным отложениям, слагающим гору Малую Змеиную. Областью его питания служит массив известняков горы Малой Змеиной.

Воды известнякового массива Змеиных гор по химическому составу в основном гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые и магниевые-кальциевые. Минерализация в родниках составляет 0,3–0,7 г/дм³, в скважинах — 0,5–1,0 г/дм³, общая жесткость 4–15 моль/м³. В реке Сим вода является слабо минерализованной, жестко, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого типа с повышенным содержанием железа, кремнезема и глинозема. В реке Сим вода слабо минерализованная, умеренно жесткая, гидрокарбонатно-кальциевого типа. Степень минерализации ее ниже Змеиных гор заметно возрастает. Это связано с поступлением в районе Змеиных гор более высокоминерализованных вод, связанных с известняковыми массивами [4].

В ходе проведения гидрогеологических работ на Казаякском месторождении при участии автора в 2024 году была пробурена скважина 8-ГГ с абс. отм. устья 153,5 м. Уровень грунтовых вод составил 37,5 м. Воды безнапорные. Абсолютная отметка грунтовых вод составила 116 м [3].

Понижение уровня воды в процессе откачки составило 0,01 м, уровень грунтовых вод во время проведения откачки составил 115,99 м. После завершения откачки уровень грунтовых вод стабилизировался и вернулся к значению +116 м, что совпадает с абсолютной отметкой уровня воды в реке Сим на момент наблюдений.

Продолжительность откачки составила 24 часа.

Замер дебита откачки производится объёмным способом по времени заполнения водой оттарированной емкости объемом не менее 200 л с частотой 1 замер в час. Дебит скважины составил 55,2 м³/сут.

Коэффициент водопроницаемости составил 1010,16 м²/сут.

Коэффициент водопроницаемости определялся по формулам:

$$km = \frac{Q \times 0,183}{C}$$

$$\text{где } C = \frac{S_2 - S_1}{lgt_2 - lgt_1}$$

где: Q — дебит скважины, м³/сут.; C — угловой коэффициент наклона; t₁ и t₂ — моменты времени от начала откачки, сут; S₁ и S₂ — понижение на соответствующий момент времени, м.

Расчет водообильности определяется по формуле:

$$Q = \frac{km \times S}{\Phi}$$

Где km — коэффициент водопроницаемости, м²/сут; S — требуемое понижение уровня подземных вод (с горизонта с отметкой +120 до +100 м), м; Φ — фильтрационное сопротивление потока.

Фильтрационное сопротивление потока на месторождении составляет 0,7 [4], отсюда:

$$Q = \frac{km \times S}{\Phi} = \frac{1010,16 \cdot 20}{0,7} = 28861 = 1202 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Таблица 1. Полученные результаты суточной откачки

№ скв.	Данные откачек						Полученное значение km, м²/сут
	Статический уровень, м	Продолжительность откачки, сут.	Дебит, Q		Понижение S, м	Удельный дебит q, л/с* м	
			л/с	м³/сут			
8ГГ	116,00	1,0/1,0	0,63	55,2	0,01	0,0063	1010,16

Выводы

Река Сим гидродинамически связана с Казаякским месторождением;

На основе полученных данных о водообильности и гидродинамической связи Казаякского месторождения с рекой Сим не рекомендуется проводить подсчет запасов и разработку Казаякского месторождения до горизонта с отметкой +100 м. Чтобы избежать затопления карьера и антропогенного воздействия на близкие к месторождению реки рекомендуется проводить подсчет запасов и разработку до горизонта с отметкой +120 м.

Литература:

1. Карта гидрогеологического районирования Российской Федерации масштаба 1:2500000 (пояснительная записка). — М., 2001. — 35 с.
2. Реуданик В. Г., Каменский В. М., «Отчет о геолого-поисковых и геолого-разведочных работах, проведенных на Казаякском месторождении цементных известняков и глин в 1951–1953 гг», ТФГИ по Приволжскому Федеральному округу, 1955 г.
3. Сошникова А. Е., Проектная документация на осуществление работ по объекту «Доразведка известняков Казаякского месторождения в Иглинском районе Республики Башкортостан». –Фонды УГГА., Уфа., –2024., –С. 27–28.
4. Фокин И. И., «Отчет о выполнении работ по подсчету запасов известняков на Казаякском месторождении в границах, определенных горноотводным актом № 548 от 11.03.2005 г (по состоянию на 01.01.2021 г.)», ТФГИ по Приволжскому Федеральному округу, 2021 г.

ЭКОЛОГИЯ

Проведение инвентаризационного анализа нефтяного битума в рамках проведения оценки жизненного цикла

Лукьянова Анастасия Олеговна, студент магистратуры
Научный руководитель: Данилюк Мария Александровна, преподаватель
Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

В статье представлен инвентаризационный анализ экологического воздействия производства нефтяного битума на разных этапах его жизненного цикла. Для оценки использован метод жизненного цикла (ОЖЦ), позволивший выявить ключевые экологические аспекты. В качестве источников данных применялись методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для асфальтобетонных заводов и база данных EcoInvent.

Ключевые слова: нефтяной битум, оценка жизненного цикла, экологическое воздействие, инвентаризационный анализ, нефть.

Цель исследования — оценить экологические, ресурсные и энергетические аспекты жизненного цикла производства нефтяного битума, выявить ключевые точки воздействия на окружающую среду и определить возможности для повышения экологической эффективности.

Гипотеза исследования — в условиях стремления к устойчивому развитию важно объективно оценить, на каких этапах жизненного цикла битума возникает наибольшее воздействие, чтобы сократить выбросы и оптимизировать использование ресурсов.

Предполагается, что наибольший экологический ущерб связан с добычей и переработкой нефти. Внедрение энергоэффективных технологий или альтернативного сырья может снизить общее воздействие на природу.

Анализ выполнен на основе регламента установки «ВТ-Битумная» АО «Ачинский НПЗ ВНК».

Объект исследования — нефтяной битум.

Функциональная единица — 1 тонна битума.

Метод оценки — ReCiPe 2016 (Midpoint (H) V1.04/World (2010) H), который учитывает как промежуточные, так и конечные категории воздействия.

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) представляет собой комплексный анализ возможных экологических последствий, связанных с продуктами или услугами на протяжении всего их жизненного цикла. Обычно стандартный процесс включает пять ключевых этапов, которые показаны на рисунке 1:

На следующем этапе оценки жизненного цикла будет выполнен инвентаризационный анализ.

Для того чтобы провести этот анализ, важно четко определить входные и выходные параметры для каждого отдельного процесса в исследуемой системе. В качестве функциональной единицы была выбрана переработка одной тонны нефтяного битума, что было установлено на первоначальном этапе исследования.

Для исследования в качестве сырья для переработки используется Губкинская нефть (смесь), которая расположена в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа в восточной части Губкинского нефтегазоносного района Надым-Пуровской нефтегазоносной области.

Транспортировка происходит по нефтепроводу, протяженность от месторождения до нефтеперерабатывающего завода составляет 2694 км [3].

Материальный баланс сырья для производства одной функциональной единицы представлен в таблице 1.

При производстве нефтяного битума применяются следующие энергозатраты, приведённые в таблице 2.

Также процесс производства нефтяного битума связан с образованием отходов, выбросов в атмосферу и образованием сточных вод, которые представлены в таблице 3–5.

Нефтяной битум является тяжелым остатком нефтяной промышленности существует необходимость ясно понимать влияние продукта на окружающую среду.

В России существует необходимость обеспечения информации о выбросах при производстве в открытом доступе, что позволит популяризации данного метода. Результаты проведенного инвентаризационного анализа могут стать базой для дальнейших исследований.

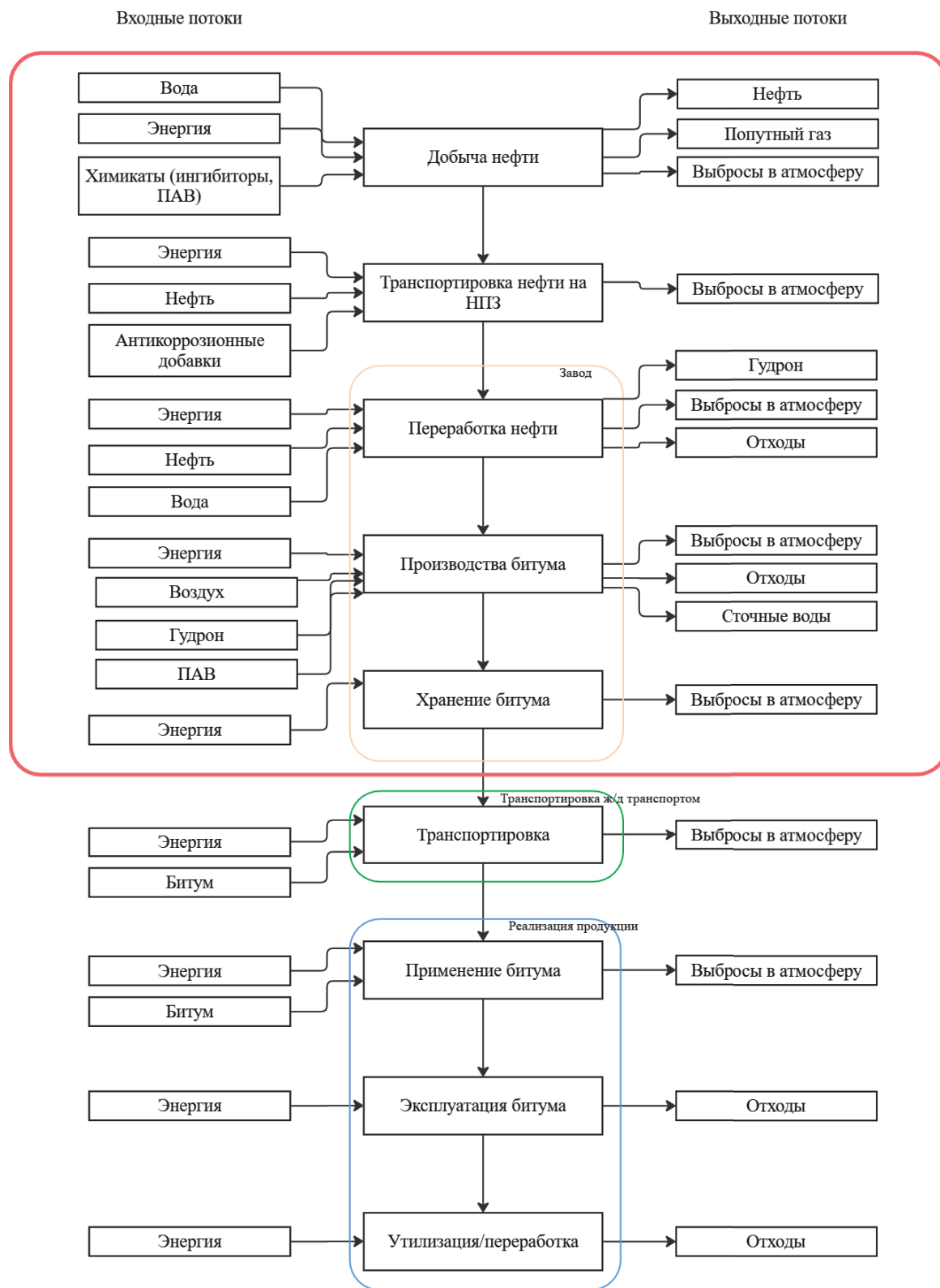


Рис. 1. Границы оценки жизненного цикла

Таблица 1. Материальный баланс производства одной функциональной единицы

Сырье	Ед.изм.	К-во на 1 ф.е.
Гудрон	Тонн	0,728
фракция 350–500 °С	Тонн	0,243
ПАВ	Тонн	0,029
Всего битум	Тонн	1,000

Таблица 2. Энергозатраты на производство функциональной единицы

Процесс	Ед.изм.	Количество на 1 ф.е.
Окисление гудрона	Квт*ч/т (год)	16,9
Хранение битума	Квт*ч/т (год)	3,9

Таблица 3. Твердые и жидкие отходы производства

Вид	Ед.изм.	К-во на 1 ф.е.
Нефтешлам при зачистке оборудования, аппаратуры	тонн	0,000003
Отработанные смазочные масла и масло — теплоноситель АМТ-300	тонн	0,000116
ТБО, в т. ч. смет с территории и помещений	тонн	0,000021
Отработанная загрязненная ветошь	тонн	0,000001
Битумная крошка	тонн	0,000357
Отгон битумного блока «черный соляр»	тонн	0,017330
Всего	тонн	0,017827

Таблица 4. Выбросы в атмосферу

Вид	Ед.изм.	К-во на 1 ф.е.
Дымовая труба (газы от печей П-1; П-2/1, 2; П-3)		
Ванадия пятиокись	тонн	0,0000019
Азота диоксид	тонн	0,00001
Серы диоксид	тонн	0,00055
Сероводород	тонн	0,00000012
Углерода оксид	тонн	0,000057
Бенз(а)пирен	тонн	0,0000000001
Фенол	тонн	0,0000000042
Метилмеркоптан	тонн	0,000000059
Пыль неорганическая	тонн	0,000012
Всего	тонн	0,00063
Сумма углеродов предельных C ₁₂ -C ₁₉ : дымовая труба (газы от печей П-1; П-2/1, 2; П-3), горячая насосная Труба ВУ-1, горячая насосная Труба ВУ-2, холодная насосная Труба ВУ-3, холодная насосная Труба ВУ-3/а		
Всего	тонн	0,000022
Емкость для хранения битума		
Углеводороды	тонн	0,0012
Выбросы в атмосферу всего	тонн	0,0019

Таблица 5. Сточные воды

Вид	Ед.изм.	К-во на 1 ф.е.
Сточные воды	тонн	0,1842984062

Литература:

1. Регламент установки «ВТ-битумная». — Ачинск: АНПЗ ВНК, Роснефть, 2023. — 218 с.
2. Goedkoop M. et al. ReCiPe 2008 // A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. — 2009. — Vol. 1. — P. 1–126.
3. Энергетическая база. Трубопровод Восточная Сибирь — Тихий океан (ВСТО). [Электронный ресурс]. — URL: <https://energybase.ru/pipeline/espo-1-taishet-skovorodino> (дата обращения: 27.03.2025).

Воздействие ядерного оружия на окружающую среду

Лысенко Максим Дмитриевич, курсант;

Савлюков Иван Александрович, курсант

Научный руководитель: Шалимов Дмитрий Дмитриевич, старший преподаватель

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

В статье рассматриваются основные последствия применения ядерного оружия для окружающей среды. Анализируются физические, химические и биологические эффекты, влияние на атмосферу, климат и экосистемы. Особое внимание уделено долгосрочным экологическим последствиям и мерам по минимизации ущерба. Работа подчеркивает важность международного сотрудничества в области контроля и сокращения ядерных вооружений.

Ключевые слова: ядерное оружие, окружающая среда, радиоактивное загрязнение, климатические изменения, экосистемы, биологические эффекты, международное сотрудничество.

The impact of nuclear weapons on the environment

The article examines the main environmental consequences of nuclear weapons use. It analyzes the physical, chemical, and biological effects, impacts on the atmosphere, climate, and ecosystems. Special attention is given to long-term ecological consequences and measures to minimize damage. The work emphasizes the importance of international cooperation in nuclear arms control and reduction.

Keywords: nuclear weapons, environment, radioactive contamination, climate change, ecosystems, biological effects, international cooperation.

Ядерное оружие представляет собой одно из самых разрушительных изобретений человечества, способное нанести колоссальный ущерб не только людям, но и окружающей среде. Изучение его воздействия на экологические системы имеет критическое значение для понимания масштабов экологических и социальных последствий возможного применения ядерного оружия. Это позволяет оценить риски долгосрочного радиоактивного загрязнения, изменения климата и биологического разнообразия. Современные исследования помогают выявить механизмы разрушения экосистем и разработать меры по минимизации негативных последствий. Введение в проблему подчеркивает необходимость международного сотрудничества и контроля в сфере ядерного вооружения для защиты природы и обеспечения устойчивого развития планеты.

Ядерный взрыв сопровождается мощным выделением энергии, которая проявляется в виде теплового излучения, ударной волны и радиоактивного излучения. Эти факторы оказывают разрушительное воздействие как на окружающую среду, так и на живые организмы [1].

Первоначально происходит мгновенное высвобождение огромного количества энергии, приводящее к формированию огненного шара с температурой в миллионы градусов Цельсия. Тепловое излучение вызывает сильные пожары и ожоги на большом радиусе от эпицентра взрыва. Ударная волна разрушает здания, ломает деревья и повреждает почву.

Важнейшим компонентом воздействия является радиоактивное излучение, которое включает гамма-лучи

и нейтроны. Оно вызывает как мгновенную гибель организмов в зоне поражения, так и долгосрочные мутации и заболевания из-за накопления радиации в окружающей среде.

Кроме того, ядерный взрыв приводит к образованию радиоактивных осадков (fallout) — пыли и частиц, содержащих радиоактивные изотопы, которые поднимаются в атмосферу и распространяются на большие расстояния, загрязняя почву, воду и растения.

Химические реакции, вызванные высокими температурами и радиацией, изменяют состав атмосферы, разрушая озоновый слой и способствуя образованию кислотных дождей. Это приводит к дальнейшему ухудшению условий для жизни на поверхности Земли.

Таким образом, физические и химические последствия ядерного взрыва являются комплексными и взаимосвязанными, вызывая значительный ущерб экологии и здоровью человека.

Ядерные взрывы оказывают значительное влияние на атмосферу, что может привести к глобальным климатическим изменениям. Одним из основных последствий является выброс огромного количества пыли, сажи и радиоактивных частиц в стратосферу. Эти частицы могут оставаться в атмосфере от нескольких месяцев до нескольких лет, блокируя солнечное излучение и вызывая снижение температуры на поверхности Земли — явление, известное как ядерная зима.

Ядерная зима способна привести к резкому охлаждению климата, сокращению периодов вегетации растений и нарушению нормального функционирования

Таблица 1. Физические и химические последствия ядерного взрыва

Тип воздействия	Описание	Радиус воздействия	Последствия
Тепловое излучение	Высокотемпературный огненный шар	До нескольких километров	Пожары, ожоги, разрушение растительности
Ударная волна	Волна высокой скорости и давления	До нескольких километров	Разрушение зданий, повреждение почвы
Радиоактивное излучение	Гамма-лучи и нейтроны, вызывающие ионизацию	Зона поражения от сотен метров до километров	Острая лучевая болезнь, мутации, смерть
Радиоактивные осадки	Падение радиоактивной пыли и частиц из атмосферы	Распространяется на сотни километров	Загрязнение почвы и воды, длительное радиоактивное заражение
Атмосферные химреакции	Разрушение озона, образование кислотных дождей	Глобальное	Изменение климата, ухудшение экологических условий

экосистем [2, с. 48]. Это, в свою очередь, приводит к дефициту продовольствия и ухудшению условий жизни для человека и животных.

Кроме того, ядерные взрывы вызывают разрушение озонового слоя, который защищает планету от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Разрушение озона увеличивает проникновение ультрафиолета на поверхность, что негативно влияет на здоровье человека и биосферу.

Радиоактивные газы, такие как йод-131 и цезий-137, попадая в атмосферу, распространяются на большие расстояния с ветрами, вызывая загрязнение воздуха далеко за пределами эпицентра взрыва. Это создает угрозу не только локальной, но и глобальной экологической безопасности.

Также в атмосферу выбрасываются окислы азота, способствующие образованию кислотных дождей. Кислотные дожди разрушают почву, водные ресурсы и растения, ухудшая экологическое состояние территорий [3, с. 36].

Таким образом, воздействие ядерного оружия на атмосферу связано с комплексом физических, химических и биологических процессов, которые могут иметь долгосрочные негативные последствия для климата и жизни на Земле.

Ядерные взрывы оказывают разрушительное влияние на биосферу, вызывая как непосредственные, так и долгосрочные изменения в экосистемах. В зоне непосредственного поражения происходит массовая гибель флоры

и фауны из-за высоких температур, ударной волны и радиоактивного излучения. Растения сгорают, а животные гибнут либо от травм, либо от лучевой болезни.

Радиоактивное загрязнение приводит к накоплению радионуклидов в почве и воде, что вызывает мутации и генетические изменения у живых организмов. Эти мутации могут снижать жизнеспособность видов, вызывая снижение численности популяций и изменение структуры экосистем. Особенно уязвимы водные экосистемы, где радиоактивные вещества могут концентрироваться и передаваться по пищевой цепи.

Кроме того, ядерное воздействие нарушает миграционные и репродуктивные процессы животных. Это приводит к дисбалансу в биологических сообществах, снижению биоразнообразия и нарушению устойчивости экосистем.

Долгосрочные последствия могут проявляться в течение десятилетий и даже столетий после взрыва. Некоторые территории могут оставаться заражёнными радиацией, что препятствует восстановлению природных процессов и использованию земель для сельского хозяйства и проживания [4, с. 25].

Восстановление экосистем происходит очень медленно и требует комплексных природоохранных мероприятий. Международные экологические программы направлены на мониторинг и реабилитацию пострадавших территорий.

Таблица 2. Воздействие ядерного оружия на атмосферу и климат

Тип воздействия	Описание	Время воздействия	Последствия
Выброс частиц	Пыль, сажа и радиоактивные частицы, поднимающиеся в стратосферу	От нескольких месяцев до лет	Блокировка солнечного света, ядерная зима
Ядерная зима	Снижение температуры из-за затенения атмосферы	Месяцы — годы	Нарушение сельского хозяйства, голод
Разрушение озонового слоя	Разрушение защитного слоя атмосферы ультрафиолета	Глобальное, длительное	Повышение УФ-излучения, ухудшение здоровья
Распространение радиоактивных газов	Распространение радиоактивных аэрозолей с ветром	Дни — недели	Загрязнение воздуха, риск для здоровья на больших территориях
Образование кислотных дождей	Выброс окислов азота, смешивание с влагой	Локальное и региональное	Повреждение почвы, водных ресурсов, растительности

Таблица 3. Воздействие ядерного оружия на биосферу и экосистемы

Вид воздействия	Описание	Сроки проявления	Последствия
Мгновенная гибель организмов	Смерть растений и животных в зоне взрыва	Мгновенно — несколько дней	Уничтожение биомассы, нарушение экосистемы
Радиоактивное загрязнение	Накопление радионуклидов в почве, воде и организмах	Долгосрочно — годы и десятилетия	Мутации, снижение популяций, генетические изменения
Нарушение биологических процессов	Сбои в миграции, размножении и пищевых цепях	Долгосрочно	Дисбаланс экосистем, снижение биоразнообразия
Длительная радиоактивная опасность	Продолжительное загрязнение территорий	Десятилетия — столетия	Ограничение использования земель, угроза здоровью
Медленное восстановление	Необходимость природоохранных и реабилитационных мероприятий	Много лет — десятилетия	Замедленное восстановление экосистем

Долгосрочные экологические последствия применения ядерного оружия включают стойкое радиоактивное загрязнение почвы, воды и воздуха, что затрудняет восстановление экосистем и создает угрозу для здоровья человека на десятилетия. Радионуклиды продолжают распадаться, влияя на биосферу и вызывая мутации у живых организмов. Воздействие на климат и атмосферу может иметь глобальный масштаб, усугубляя экологические кризисы.

Для минимизации ущерба необходимы международные усилия по контролю и сокращению ядерных во-

оружий, а также строгий мониторинг загрязненных территорий [5, с. 40]. Реабилитационные программы включают очистку почв, восстановление растительности и мониторинг здоровья населения. Важна координация экологических и медицинских служб для предотвращения распространения радиации и защиты природы.

Поддержание глобальной безопасности и развитие экологических технологий — ключевые меры для предотвращения катастрофических последствий ядерного оружия и сохранения устойчивого развития планеты.

Литература:

1. Проблемы ядерного наследия и пути их решения: в 3 т. / под ред. Е. В. Евстратова, А. М. Агапова, Н. П. Лаврова и др. — М.: Наука, 2012–2015. — Т. 1–3. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://elib.biblioatom.ru/text/problemny-yadernogo-naslediya_t1_2012/, https://elib.biblioatom.ru/text/problemny-yadernogo-naslediya_t3_2015/0000/03/, свободный. — Загл. с экрана.
2. Гуманитарные и правовые последствия применения ядерного оружия: доклад / Международный комитет Красного Креста. — 2020. — 48 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://international-review.icrc.org/sites/default/files/reviews-pdf/2020-10/IRRC_899_extractRUS_The_human_cost_and_legal_consequences_of_nuclear_weapons_under_IHL.pdf, свободный. — Загл. с экрана.
3. Ядерная энергетика: мифы и реальность / Фонд Генриха Бёлля. — 2014. — 36 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ge.boell.org/sites/default/files/rus_nuclear_power.pdf, свободный. — Загл. с экрана.
4. Физическая ядерная безопасность / Bulletin of the Atomic Scientists. — 2020, № 2 (61). — 25 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iaea.org/sites/default/files/bull611feb2020ru.pdf>, свободный. — Загл. с экрана.
5. Климатическая шкатулка: пособие для учащихся и учителей / UN CC:Learn. — 2022. — 40 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/1_klimaticheskaya_shkatulka_posobie_0.pdf, свободный. — Загл. с экрана.

Накопление свинца в травянистых растениях вблизи промышленных территорий

Пикуля Софья Сергеевна, студент

Научный руководитель: Сапронова Светлана Григорьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Курский государственный университет

В статье приводятся результаты проведенного исследования по определению содержания свинца в травянистых растениях в местах, находящихся вблизи промышленного предприятия. Полученные данные свидетельствуют о благоприятной экологической ситуации, так как в образцах, взятых для анализов, количество свинца не превышает предельно допустимых показателей.

Ключевые слова: тяжелые металлы, травянистые растения, промышленное загрязнение, биоаккумуляция, экологический мониторинг.

Растения очень чутко реагируют на избыток или недостаток в среде химических элементов, что выражается в более или менее значительных изменениях элементного состава. На территориях, обогащенных свинцом, уровень содержания их в растениях выше, чем в зональной растительности [1–3]. Поступая в растения, данный элемент оказывает токсическое действие на многие биохимические и физиологические процессы: водный режим, минеральное питание, дыхание, фотосинтез, рост и другие. Свинец негативно влияет на фотосинтетические процессы за счет нарушения водного статуса и газообмена, а также путем инактивации ключевых ферментов метаболических путей и белков тилакоидных мембран, снижения содержания пигментов [6]. Ряд заводов в ходе своей работы выделяют в атмосферу и почву тяжёлые металлы в виде различных соединений, что приводит к их накоплению растениями. Поэтому наблюдение текущего состояния накопления свинца растениями является актуальной темой исследования.

Объектом нашего исследования стали виды однодольных и двудольных растений, такие как: пырей ползучий (*Elytrigia repens* L. Nevski) семейство Злаковые (Poaceae), мятлик луговой (*Poa pratensis* ssp. *pratensis*) семейство Злаковые (Poaceae), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg) семейство Астровые (Asteraceae), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.) семейство Астровые (Asteraceae) и клевер альпийский (*Trifolium alpestre* L.) семейство Бобовые (Fabaceae). Данные растения были выбраны из-за широкого распространения в данной климатической зоне. В дополнение к этому данные виды являются характерными для обитания в урбанизированной местности.

Для данных видов определялась концентрации свинца в образцах растений, взятых с контрольного участка и исследуемого участка. Контрольный участок был выбран на территории районе целинного участка земли села Долгое

Золотухинского района Курской области. Для проведения опыта использовались образцы растений, взятые в районе Курского аккумуляторного завода (КАЗ) в качестве опытного участка. Курский завод «Аккумулятор» работает в течение 72 лет в непосредственной близости от частного сектора, в котором предполагается и присутствует использование земельных ресурсов для ведения садоводства и огородничества.

Отбор проб производился в конце вегетационного сезона. Наземную часть травяного покрова срезали острыми ножницами, не засоряя почвой, уложили в полиэтиленовую пленку вместе с этикеткой [5]. В ходе проведения опыта использовался атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия ГОСТ 30692–2000. Метод основан на сравнении поглощения резонансного излучения свободными атомами металлов, образующимися в пламени при введении в него растворов золы анализируемых продуктов и растворов сравнения с известными массовыми концентрациями определяемых металлов [4].

В результате проведённого исследования в контрольном и опытном вариантах образцов биомассы растений было обнаружено содержание свинца. Количественное содержание свинца в контрольном варианте представлено на рисунке 1.

В ходе проведённого анализа полученных данных мы обнаружили, что в контрольном варианте в данных растениях свинец накапливается в небольшом количестве, за исключением полыни, что связано с особенностями её морфологического строения корневой системы.

В опытном варианте в данных растениях содержание свинца значительно превышает показатели контроля. Количественное содержание свинца в опытном варианте представлено на рисунке 2.

Наибольшее количество свинца в опытном варианте содержали образцы одуванчика, полыни и клевера.



Рис. 1. Количественное содержание свинца в контрольном варианте исследования



Рис. 2. Количественное содержание свинца в опытном варианте исследования

В ходе анализа полученных данных было проведено сравнение концентрации свинца в растениях опытного и контрольного вариантов и сравнение полученных данных с известными нормами содержания данных веществ в растениях и с ПДК.

В опыте в образцах растений наблюдается увеличение содержания свинца по сравнению с контролем. В ходе анализа было обнаружено, что содержание тяжелого металла в опыте с клевером альпийским в 25,3 раза больше, чем в контроле, с полынью обыкновенной в 1,1 раза, пыреем ползучим в 6,55 раза, одуванчиком лекарственным в 60 раз и с мятликом луговым в 6,84 раза. Несмотря на рост содержания металла в опыте, значения не превышают нормативов и ПДК и остаются в пределах нормы.

Вследствие воздействия тяжелыми металлами среда в непосредственной близости от источника загрязнения может быть неблагоприятной для растений из-за повышенной концентрации загрязнителей в почве и атмосфере. Благодаря изучению концентрации веществ в растениях, разработке и использованию методов по улучшению каче-

ства среды можно достичь значительного повышения качества и продуктивности роста растений.

В ходе выполнения данной работы мы проанализировали концентрацию свинца в образцах растений, взятых на территории города Курска и Курской области. Растения, произраставшие в зоне воздействия загрязняющими веществами, имеют более высокие показатели содержания свинца. Более благоприятной для растений оказалась среда целинного участка земли вдали от источников загрязнения. Показатели наиболее приближенные к нормам ПДК были зафиксированы в образцах растений, взятых в обеих зонах, однако образцы, взятые в районе, загрязненном свинцом, показывают наибольшие показатели содержания исследуемых веществ.

Мы выяснили, что особенности среды в районе завода «Аккумулятор» способствуют накоплению свинца в растениях, но даже при условии наличия повышенного фонового содержания свинца на исследуемой территории, его содержание в образцах растений не превышает нормы и остаётся в допустимых значениях ПДК.

Литература:

1. Башмаков Д. И. Поглощение и накопление тяжелых металлов растениями загрязненных местообитаний / Башмаков Д. И., Лукатин А. С., Чернышева Л. А. — Саранск, 2004.
2. Байсеитова, Н. М. Накопление тяжелых металлов в растениях в зависимости от уровня загрязнения почв / Н. М. Байсеитова, Х. М. Сартаева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 2 (61). — С. 379–382. — URL: <https://moluch.ru/archive/61/8881/> (дата обращения: 31.05.2025).
3. Байсеитова, Н. М. Фитотоксичное действие тяжелых металлов при техногенном загрязнении окружающей среды / Н. М. Байсеитова, Х. М. Сартаева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 2 (61). — С. 382–384. — URL: <https://moluch.ru/archive/61/8882/> (дата обращения: 31.05.2025).
4. ГОСТ 30692–2000 Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (издание 2-е, переработанное и дополненное) / Кузнецов А. В. Фесюн А. П. Самохвалов С. Г. и др. — Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО). Москва, 1992. — 39 с.
6. Аккумуляция металлов в растениях урбоэкосистем / Масленников П. В., Дедков В. П., Куркина М. В. и др. — Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2015. Вып. 7. С. 57–69.

Пыль как экологический фактор

Селиванов Александр Александрович, аспирант

Научный руководитель: Азаров Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается пыль как важный экологический аспект, который оказывает влияние на здоровье людей и санитарно-эпидемиологическую ситуацию. Анализируются физико-химические характеристики пыли, её происхождение и воздействие на окружающую среду. Особое внимание уделяется составу пыли в жилых помещениях и способам её устранения.

Ключевые слова: пыль, твердые взвешенные частицы, пылевое загрязнение.

Пыль — это крошечные твёрдые частицы, которые не растворяются и не плавают в воздухе, а просто висят в нём. Их размер составляет от 0,001 до 0,1 миллиметр. Эти частицы могут быть опасны для здоровья человека и окружающей среды. Они могут вызывать проблемы с дыханием, аллергические реакции и другие заболевания.

Пыль имеет разнообразное происхождение и физико-химические характеристики. Минеральная пыль образуется из различных природных и антропогенных источников. К природным источникам относятся продукты сгорания метеоритов, образующие космическую пыль, вулканические извержения, выбрасывающие в атмосферу мельчайшие частицы горных пород, а также лесные пожары. Значительный вклад в образование пыли вносят производственные процессы, строительные работы и дорожная пыль.

Органическая составляющая домашней пыли представляет собой сложный комплекс различных компонентов. В её состав входят целлюлоза и волокна растительного происхождения, такие как хлопок. Также присутствует значительное количество шерстяных волокон, человеческих волос и отмерших частиц эпидермиса. В пыли обнаруживаются споры плесневых грибов, различные бактерии, фрагменты перьев и шерсти домашних животных. Особую группу составляют частицы насекомых и синантропные клещи, а также пыльца растений [1].

На рис.1 показана диаграмма основных составляющих пыли:

Наибольшую опасность для здоровья представляют клещи домашней пыли, которые являются причиной развития аллергических реакций и астмы. В жилых помещениях наибольшее скопление пыли наблюдается в коврах, мягкой мебели и книгах. Эти предметы интерьера создают благоприятные условия для накопления пыли и размножения микроорганизмов.

Пыль оказывает негативное влияние на организм человека, проявляясь в различных аспектах. Механическое раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз вызывает дискомфорт и может привести к развитию хронических заболеваний. Аллергические реакции являются одним из наиболее распространённых последствий воздействия пыли, особенно в случае сенсibilизации к клещам домашней пыли.

Развитие респираторных заболеваний, включая бронхиальную астму, напрямую связано с длительным кон-

тактом с пылью. В производственных условиях возможно развитие профессиональных заболеваний, а при наличии токсичных компонентов пыль может оказывать токсическое воздействие.

Пыль представляет собой не только эстетическую проблему, но и существенный фактор риска для здоровья человека. Она является переносчиком патогенных микроорганизмов, включая бактерии и вирусы, что способствует распространению инфекционных заболеваний и эпидемий.

В условиях обычной жилой среды за один календарный год может аккумулироваться до 40 килограммов пылевого материала. Хотя это количество может показаться незначительным, следует учитывать, что среднестатистический человек ежедневно ингалирует около 12 тысяч литров атмосферного воздуха, в каждом литре которого содержится приблизительно 500 тысяч пылевых частиц.

Особое внимание следует уделить вертикальному распределению загрязняющих веществ в воздушной среде жилых помещений. Исследования показывают, что наибольшая концентрация частиц пыли и других загрязнителей наблюдается на высоте от одного до полутора метров над уровнем пола, что обусловлено физическими характеристиками воздушных потоков и гравитационными силами [2].

Результаты эпидемиологических исследований показывают, что повышенное содержание мелкодисперсной пыли в воздухе может негативно сказываться на здоровье человека, вызывая проблемы с сердечно-сосудистой системой и дыхательными путями, а также увеличивая общую заболеваемость и смертность.

В настоящее время проведено множество исследований, посвящённых изучению состава атмосферных аэрозолей, однако работ, посвящённых оценке качества воздуха в закрытых помещениях, всё ещё недостаточно.

Содержание, состав и распределение взвешенных твёрдых частиц в воздухе помещений зависят от различных факторов, таких как источники пыли в помещении, интенсивность воздухообмена, скорость движения воздуха и относительная влажность. Кроме того, уже осевшие частицы могут подниматься в воздух в результате деятельности людей и попадать в дыхательные пути [3].

Контроль и предотвращение накопления пыли являются важнейшими аспектами обеспечения безопасности

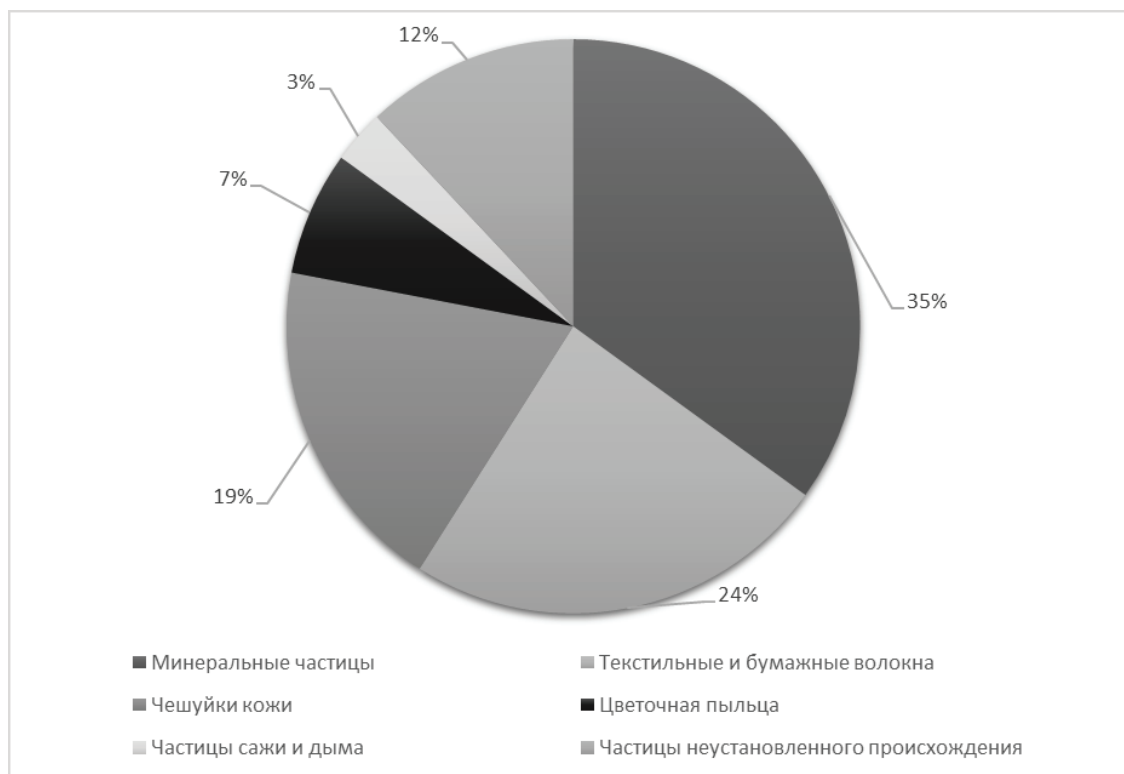


Рис. 1 Основные составляющие пыли

труда и защиты окружающей среды. Для эффективного обнаружения пыли используется специальное устройство — пылевая лампа, которая делает пылевые частицы видимыми и помогает определить места утечек.

Вентиляция помещений — ключевой метод борьбы с пылью. Все рабочие места должны обеспечиваться свежим воздухом через естественную или принудительную вентиляцию. Местная вытяжная вентиляция снижает воздействие пыли на рабочем месте и требует регулярного обследования.

Технические методы контроля включают регулярные замеры концентрации пыли, определение дисперсности частиц и химический анализ состава пыли. Профилактические мероприятия начинаются с разработки стандартов чистоты помещений и графика уборки, а также обучения персонала правилам работы в условиях запылённости.

Санитарно-гигиенические меры включают ежедневную влажную уборку, использование моющих пылесосов и специальных средств. На производстве важную роль играют технологические решения: автоматизация процессов, герметизация оборудования, установка местных отсосов и применение пылеподавляющих растворов.

Экологические меры направлены на защиту окружающей среды и включают озеленение территорий, создание ветрозащитных полос и использование современных строительных материалов. Внедрение комплекса мероприятий начинается с оценки уровня запылённости, разработки плана, внедрения технических решений и обучения персонала.

Комплексный подход к контролю и предотвращению накопления пыли позволяет минимизировать риски для здоровья персонала и окружающей среды, обеспечивая безопасные условия труда и проживания [1].

Пыль — это серьёзная экологическая проблема, которая требует постоянного мониторинга и принятия мер по уменьшению её количества в окружающей среде.

Особенно важно бороться с домашней пылью, которая может вызывать аллергию и повышать риск развития респираторных заболеваний.

Для решения этой проблемы необходим комплексный подход, включающий как индивидуальные меры профилактики, так и системные мероприятия на уровне городской инфраструктуры. Только такой подход позволит эффективно контролировать уровень пылевого загрязнения и минимизировать его негативное влияние на здоровье людей.

Литература:

1. Зарицкая Л. В. Многолетнее изучение акарокомплекса домашней пыли в г. Иркутске // БМЖ. 2009. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnee-izuchenie-akarokompleksa-domashney-pyli-v-g-irkutske> (дата обращения: 29.05.2025).
2. Азаров Валерий Николаевич, Кузьмичев Андрей Александрович, Николенко Денис Александрович, Васильев Анатолий Николаевич, Козловцева Елена Юрьевна Исследование дисперсного состава пыли городской среды

// Вестник МГСУ. 2020. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-dispersnogo-sostava-pyli-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 29.05.2025).

3. Rothenberg S. J., Nagy P. A., Pickrell J. A. Surface Area, Adsorption, and Desorption Studies on Indoor Dust Samples // American Industrial Hygiene Association Journal. 1989. № 50:1. Pp. 15–23. DOI: 10.1080/1529866899137425

Влияние света на радиальный прирост молодняка дуба черешчатого в Гафурийском районе Республики Башкортостан

Щеголева Регина Юрьевна, студент
Башкирский государственный аграрный университет (г. Уфа)

Введение

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) играет важнейшую роль в лесных экосистемах, являясь одним из ключевых лесообразующих видов в Европейской части России, включая Республику Башкортостан. Он выполняет важные функции, такие как поддержание биоразнообразия, регулирование водного баланса и стабилизация почвы (Восточноевропейские леса, 2004). Успешное возобновление и рост дуба критически важны для устойчивого лесопользования. Одним из основных факторов, влияющих на рост дуба, особенно в молодом возрасте, является освещение. Недостаток света может привести к замедлению роста, снижению жизнеспособности и даже гибели молодых деревьев, что согласуется с общими представлениями о влиянии освещения на древесные породы (Загребев, 1992; Ткаченко, 1952). Настоящее исследование посвящено изучению влияния освещения на радиальный прирост молодняка дуба черешчатого в условиях Гафурийского района Республики Башкортостан, характеризующегося лесостепными и подтаежными ландшафтами.

Актуальность исследования

Изучение влияния освещения на рост дуба черешчатого особенно актуально в свете современных изменений в лесном хозяйстве, включая увеличение площади березняков и других светолюбивых пород, которые конкурируют с дубом за ресурсы. Понимание этого влияния позволит разработать эффективные стратегии лесовосстановления и ухода за насаждениями, обеспечивающие успешное возобновление и формирование продуктивных дубрав. В частности, диагностика жизненного состояния деревьев (Алексеев, 1989) требует понимания факторов, ограничивающих рост, одним из которых является освещенность.

Материалы и методы исследования

В качестве материала для исследования были отобраны 30 образцов молодняка дуба черешчатого в возрасте от 5 до 10 лет. 15 образцов были взяты под пологом леса (сомкнутость полога > 70 %), и 15 образцов — на от-

крытой, хорошо освещенной местности (сомкнутость полога < 30 %). Выборка деревьев проводилась с учетом их роста: высота деревьев на момент измерений не превышала 3 метров, чтобы исключить влияние других факторов, связанных с более поздними этапами развития. Кроме того, был учтен возраст деревьев, который, как предполагалось, будет больше у деревьев под пологом (где рост замедлен из-за недостатка света). Помимо радиального прироста, были измерены следующие параметры каждого дерева:

- Диаметр ствола на высоте 10 см (D10)
- Высота дерева (H)
- Возраст (определен по количеству годичных колец керна)

Результаты исследования

Результаты исследований показали, что радиальный прирост молодняка дуба черешчатого в Гафурийском районе Республики Башкортостан тесно связан с уровнем освещенности. Представляем подробные данные в табличной форме.

— **Положительная корреляция:** Наблюдается статистически значимая положительная корреляция между уровнем освещенности, D10, H и радиальным приростом. Коэффициент корреляции между освещенностью и радиальным приростом составил $r = 0.78$ ($p < 0.05$). Это указывает на то, что увеличение освещенности приводит к увеличению радиального прироста.

— **Влияние сомкнутости полога:** Молодняк под пологом леса имеет меньшие значения D10, H и радиального прироста, несмотря на более старший возраст.

— **Критический уровень освещенности:** На основе анализа данных, был определен критический уровень освещенности, ниже которого радиальный прирост молодняка дуба черешчатого существенно замедляется. Этот уровень составил примерно 30 % от ФАР, поступающей на открытую местность. Деревья, получающие менее 30 % света, показали радиальный прирост менее 1 мм/год.

— **Возрастной аспект:** Возраст деревьев под пологом в среднем на 2 года больше, чем деревьев на открытой местности (Таблица 1). Это свидетельствует о замедленном

Таблица 1. Средние показатели молодняка дуба черешчатого в зависимости от условий освещенности

Параметр	Под пологом леса (n=15)	На открытой местности (n=15)
D10 (см)	3.5 ± 0.8	6.2 ± 1.5
H (м)	2.8 ± 0.6	4.5 ± 1.0
Возраст (лет)	8.0 ± 1.2	6.0 ± 0.9
Радиальный прирост (мм/год)	1.2 ± 0.4	2.8 ± 0.7
Освещенность (% от полной)	25 ± 5	85 ± 10

Примечание: Значения представлены как среднее ± стандартное отклонение.

росте в условиях дефицита света. Более низкий радиальный прирост у старших деревьев под пологом, по сравнению с более молодыми деревьями на открытой местности, подтверждает отрицательное влияние недостатка света.

Регрессионный анализ:

Радиальный прирост (мм/год) = 0.3 + 0.03 * Освещенность (%) — 0.05 * Возраст (лет)

Эта модель показывает, что радиальный прирост зависит не только от освещенности, но и от возраста. Увеличение освещенности на 10 % приводит к увеличению радиального прироста примерно на 0.3 мм/год, в то время как увеличение возраста на 1 год снижает радиальный прирост на 0.05 мм/год.

Обсуждение результатов

Влияние освещенности на рост молодняка дуба черешчатого проявилось не только в разнице радиального прироста, но и в особенностях возрастного состава деревьев. Деревья, развивающиеся под пологом, имели более старший возраст, что свидетельствует о замедленном росте, вызванном недостатком света. Несмотря на более старший возраст, их размеры и прирост были меньше, чем у более молодых деревьев на открытых участках. Это подчеркивает решающую роль освещенности в динамике роста дуба в молодом возрасте. Анализ данных показал, что снижение радиального прироста с возрастом в большей степени проявляется в условиях дефицита света. Результаты согласуются с общими положениями лесоводства о зависимости роста древесных пород от освещенности [5].

Необходимость достаточного освещения для роста и развития дуба подчеркивается в работах, посвященных диагностике состояния древостоев [1].

Практические рекомендации

Для обеспечения успешного возобновления и роста дуба черешчатого в Гафурийском районе, необходимо учитывать его светолюбивость. Результаты исследования показывают, что поддержание определенного уровня освещенности имеет критическое значение [6]. Для стимулирования роста молодняка и формирования качественных дубрав, рекомендуется следующее: **проведение своевременных рубок ухода, формирование оптимальной густоты насаждений, учет светолюбивости сопутствующих пород.**

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что освещенность является одним из ключевых факторов, влияющих на радиальный прирост молодняка дуба черешчатого в Гафурийском районе Республики Башкортостан. Обеспечение оптимального светового режима является критически важным для успешного возобновления и роста дуба, что способствует сохранению лесных экосистем и устойчивому лесопользованию. Полученные данные, включая зависимость роста от возраста, согласуются с общими закономерностями, описанными в научной литературе [3; 4].

Литература:

1. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев. — Лесная промышленность, 1989. — 296 с.
2. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Том 2. / [ред. О. В. Смирнова, Л. Ф. Семенов]. — Москва: Наука, 2004. — 575 с.
3. Загребев, В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев / В. В. Загребев. — Лесная промышленность, 1992. — 272 с.
4. Семенюк, Н. В. Рост и продуктивность древостоев дуба черешчатого в условиях центральной лесостепи / Н. В. Семенюк, Г. Н. Коровин // Лесоведение. — 2003. — № 5. — С. 3–12.
5. Ткаченко, М. Е. Общее лесоводство / М. Е. Ткаченко. — Гослесбумиздат, 1952. — 599 с.
6. Уткин, А. И. Биологическая продуктивность лесов / А. И. Уткин. — Геос, 1999. — 204 с.

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 22 (573) / 2025

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 11.06.2025. Дата выхода в свет: 18.06.2025.

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

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

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

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

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