

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



**48** 2023  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 48 (495) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

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

---

---

**Н**а обложке изображен Александр Александрович Андронов (старший) (1901–1952), советский физик, механик и математик, создатель нового направления в теории колебаний и динамике систем, талантливый деятель высшей школы.

Семья Андроновых распалась, когда дети (Саша — старший и Нина — младшая) были ещё маленькими. Все трое жили на средства деда, купца Александра Петровича Калинина. В 1907 году дед умер, и через два года Лидия Александровна вышла замуж за известного в Москве врача-гинеколога Корнелия Адамовича Липского, который хорошо относился к детям и помог дать им хорошее образование.

В детстве Саша решил, что будет врачом. Медицина ему виделась как наука, широко использующая достижения математики и физики. Поэтому, готовя себя к медицинскому поприщу, он ещё в школьные годы занялся изучением высшей математики.

В 1918 году Александр окончил в Москве трудовую школу II ступени (среднюю школу).

В 1918–1920 годах трудился рабочим-браковщиком на заводе «Пулемёт», монтером на электростанции, затем вступил добровольцем в Красную Армию, работал в военно-продовольственном отряде Латвийской Советской республики, был лектором Троицкого укрепленного района. Осенью 1920 года перенёс плеврит в тяжелой форме, был признан негодным к военной службе и в этом же году поступил в Московское высшее техническое училище (МВТУ) на электротехнический факультет, где была специализация по радиотехнике. С 1921 года одновременно с занятиями в МВТУ стал посещать лекции на физико-математическом факультете Московского университета (МГУ). Интерес к физике оказался настолько сильным, что в 1923 году он перевёлся в МГУ и окончил его в 1925 году по специальности «теоретическая физика».

В годы аспирантуры (1926–1929 гг.) под руководством выдающегося физика Л. И. Мандельштама занимался сначала статистической физикой и некоторыми вопросами квантовой механики. Затем его творческие силы сосредоточились на вопросах генерации колебаний, решение которых определило направление его дальнейшей научной деятельности.

Фундаментальная работа А. А. Андропова «Пределные циклы Пуанкаре и теория колебаний», которую он представил в качестве кандидатской диссертации, была в 1929 году опубликована в докладах Парижской академии наук. Александр Александрович заложил фундамент теории нелинейных колебаний, основным методом которой стал разработанный им метод точечных отображений.

Еще до окончания университета (с 1924 года) А. А. Андронов начал вести педагогическую работу в качестве ассистента в Московском государственном педагогическом институте, где преподавал механику и теоретическую физику. Таким образом он стал преподавателем будучи сам студентом. Эту же работу А. А. Андронов вёл и во время аспирантуры, и после её окончания, но уже как доцент. С 1929

года Александр Александрович стал научным сотрудником Всесоюзного электротехнического института, а в 1930 году был зачислен в НИИ физики при Московском университете.

Во время Великой Отечественной войны (в 1941–1944 гг.) по заданиям конструкторских бюро А. А. Андронов занимался работами оборонного характера (магнитная защита кораблей, траление магнитных мин и др.). За эти работы 4 ноября 1944 года он был награждён Президиумом Верховного Совета СССР орденом Красной Звезды.

В послевоенные годы А. А. Андронов активно участвовал в работе Института автоматики и телемеханики (ИАТ) Академии наук СССР (теперь Институт проблем управления РАН).

Однако наиболее интенсивная и плодотворная деятельность А. А. Андропова как учёного, педагога и организатора развернулась в городе Горьком, куда он в 1931 году вместе с группой талантливых молодых учёных (М. Т. Грехова, В. И. Гапонов, Е. А. Леонтович, А. Г. Любина) переехал на постоянное местожительство. Руководствуясь патриотической заботой о росте отечественной науки и развитии высшего образования, А. А. Андронов рассматривал создание крупных центров науки в провинции как важнейшую государственную задачу. Ради выполнения этой задачи он и приехал работать в Горьковский исследовательский физико-технический институт (ГИФТИ) и в Горьковский государственный университет (ГГУ), профессором которого он оставался до конца жизни.

По его инициативе в ГИФТИ началась работа по созданию цифровой вычислительной машины (т. н. машина ГИФТИ), одной из первых в СССР. Хотя эта работа и не была доведена до конца, она позволила создать впоследствии в Горьковском университете первый в стране факультет вычислительной математики и кибернетики для подготовки высококвалифицированных математиков-вычислителей. Первого декабря 2023 года исполняется 60 лет со дня создания ВМК.

Александр Александрович был одним из организаторов радиофизического факультета ГГУ (1945 г.) — первого в стране факультета этого профиля.

По инициативе и под руководством А. А. Андропова в последние годы его жизни была проведена большая работа по изучению жизни и деятельности гениального русского математика Н. И. Лобачевского. Изучение, поиски многочисленных документов с несомненностью доказали, что Лобачевский родился в Нижнем Новгороде. Эти изыскания в значительной степени способствовали тому, что Нижегородский университет носит теперь имя Н. И. Лобачевского.

31 октября 1952 года А. А. Андропова не стало. Похоронен ученый на Бугровском кладбище Нижнего Новгорода. В память о нем на доме № 10 по улице Ульянова, где он работал, установлена мемориальная доска.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ХИМИЯ

- Мингажева А. А., Салимова И. И.**  
Метод оценки высокоэнергетической активации при азотировании .....1

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Алтемирова Х. С.**  
Искусственный интеллект и возможности его применения в разных сферах жизни ..... 5
- Gonchar D. O.**  
AI-Enhanced Multimodal Learning: Integrating YouTube and ChatGPT for Improved Educational Efficiency .....7
- Иламанов Б. Б., Бахадирова Д. Б.**  
Машинное обучение в биоинформатике ..... 13
- Иламанов Б. Б., Мурриков Ч. Г.**  
Анализ и моделирование социальных сетей..... 15
- Иламанов Б. Б., Хайдарова О. А.**  
Компьютерное моделирование экологических и климатических систем: инновационные методы и стратегии ..... 16
- Иноземцев А. С., Николаев А. А.**  
Искусственный интеллект: двигатель прогресса или балласт?..... 19
- Ли Цзымин**  
Анализ нескольких рисков безопасности в промышленных сетях .....20
- Селезнёв А. И., Селезнёв И. Л.**  
Актуальность применения микросервисной архитектуры в системах обработки данных ..... 22

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Варламов А. С., Байрамгалин Д. Р., Кокшаров Д. А.**  
Перспективы совершенствования автоматизированных систем, контролирующих полеты, навигацию, посадку и связь в государственной авиации ..... 32
- Варламов А. С., Байрамгалин Д. Р., Хакимов Т. И.**  
Актуальность реактивных систем залпового огня в современной войне, слабые места и способы борьбы с M142 HIMARS ..... 35
- Варламов А. С., Кокшаров Д. А., Хакимов Т. И.**  
Анализ боевых возможностей самолётов оперативно-тактической авиации для выполнения боевых задач в оперативно-тактической глубине..... 37
- Загртдинов Р. Л.**  
Обнаружение беспилотных летательных аппаратов .....39
- Ковалев Ю. В., Хаметов Р. С.**  
Построение множеств перспективных изделий на примере высокоточного оружия тактической зоны.....40
- Пешехонова М. А.**  
Моделирование и расчет пожара в помещениях общественных зданий. Опасные факторы пожара ..... 43

### АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Борлаков М. Ш.**  
Каркасное домостроение: перспективы и преимущества ..... 47

**Борлаков М. Ш.**  
Каркасное домостроение в Карачаево-  
Черкесской Республике .....48

**Дмитриева Ю. О.**  
Методы армирования грунта с использованием  
геотекстильных материалов .....50

## ГЕОЛОГИЯ

**Ахметгалеева И. И.**  
Проявления карстовых процессов на территории  
Уфы .....55

**Дойников М. О.**  
Геохимические особенности подземных вод  
Республики Башкортостан ..... 57

**Ивин В. М.**  
Гидрогеологические условия локализации  
залежей полевошпатового сырья месторождения  
Успенка .....58

**Мурзаков Р. Р.**  
Проблема обеспечения водами питьевого  
качества населённых пунктов восточной  
части Кармаскалинского района Республики  
Башкортостан ..... 61

**Фаезов Р. Р.**  
Концепция создания мониторинга криолитозоны  
как государственной системы ..... 63

## ЭКОЛОГИЯ

**Момынкул Н. М., Тажекова А. Д.**  
Изменения экосистем в условиях климатических  
факторов: анализ, причины и пути решения.....66

# ХИМИЯ

## Метод оценки высокоэнергетической активации при азотировании

Мингажева Алиса Аскарровна, ассистент;  
Салимова Илина Ильдаровна, студент магистратуры  
Уфимский государственный нефтяной технический университет

*В статье посвящена новой методике подбора оптимальной дозы ионно-имплантационной активации поверхностного слоя деталей из легированных сталей перед ионным азотированием. Предложен критерий оптимизации величины дозы облучения ионами, связанный с величиной предела прочности азотированного слоя. Представлены результаты испытаний пластинчатых образцов со сквозным азотированным слоем. Показано, что использование методики подбора дозы облучения ионами азота при высокоэнергетической активации поверхности образцов из легированных сталей 40X и 40XH, позволяет определить ее оптимальное значение.*

**Ключевые слова:** доза облучения, активация, азотированный слой, износостойкость, конструкционные стали, ионная имплантация, дефекты кристаллической структуры металла, интенсивность диффузии, нитридная сетка.

## Method for assessing high-energy activation during nitriding

*The article is devoted to a new technique for selecting the optimal dose of ion-implantation activation of the surface layer of alloy steel parts before ion nitriding. A criterion for optimizing the ion irradiation dose associated with the strength limit of the nitrided layer is proposed. The results of testing of plate samples with a through nitrided layer are presented. It is shown that the use of the method of selecting the dose of nitrogen ion irradiation with high-energy activation of the surface of samples made of alloy steels 40X and 40XH, allows us to determine its optimal value.*

**Keywords:** radiation dose, activation, nitrided layer, wear resistance, structural steels, ion implantation, defects in the crystal structure of the metal, diffusion intensity, nitride mesh.

К одному из наиболее эффективных технологических методов повышения ресурса и надежности деталей машин и механизмов, работающих в условиях трения изнашивания, является формирование износостойких поверхностей. Широкое распространение в указанной области получили химико-термические технологии обработки поверхностей деталей, в частности азотирование. Общеизвестно, что азотирование относится к распространенному виду обеспечения ряда эксплуатационных характеристик деталей, таких как повышение износостойкости, усталостной и коррозионной стойкости, задиристости деталей. Износостойкость деталей с азотированным слоем зависит от химического состава, структуры и ряда других характеристик материала поверхностного слоя (ПС), формирующимся на этапах механической, термической и финишной обработки. Применяемые в производстве технологии азотирования, основаны на использовании либо жидкого, газообразного и иони-

зированного состояния азота. При этом совершенствование технологии азотирования в последние годы связано с использованием высокоэнергетических методов воздействия на материал ПС детали как для активации поверхности, так и непосредственно в процессе формирования азотированного слоя (АС), а также при обработке сформированного АС.

### Постановка задачи

Практика эксплуатации деталей с АС показала на явное преимущество ионного метода азотирования [1,2]. Однако, несмотря на развитие технологий азотирования деталей из конструкционных сталей, одним из основных ее недостатков является образование АС нитридной сетки [3], которая способствует существенному снижению износостойкости АС [1, 2].

Для снижения негативного влияния нитридной сетки (НС) разрабатываются различные методы воздействия на материал ПС. Применяются такие методы,

как поверхностное пластическое деформирование (ППД), особенно при использовании технологий, основанных на многократном малоочаговом воздействии на материал ПС, таких, например, как обработка микрошариками, ультразвуковое воздействие упрочняющим инструментом, интенсивная пластическая деформация [4].

Методы ППД, особенно варианты высокоинтенсивного воздействия на материал ПС позволяют уменьшить размеры зерен материала и повысить содержание в ПС дефектов кристаллической решетки, что обеспечивает эффект активации материала ПС перед азотированием, но не приводят к устранению НС [4, 5]. Активации материала ПС методом сильноточной ионной имплантации при энергии порядка 1–3 кэВ, позволяет повысить интенсивность насыщения ПС азотом, однако также не приводит к устранению причин образования в АС нитридной сетки [7]. В то же время использование среднеэнергетической ионной имплантации (20–30 кэВ) позволяет устранить причины образования нитридной сетки, что приводит к значительному повышению износостойкости АС легированных сталей [8].

Известно, что различные методы упрочняющей обработки ПС деталей, при чрезмерном воздействии на материал ПС приводят к его разупрочнению [4]. Ионная имплантация, как метод упрочняющего воздействия на материал ПС также не является исключением и, при превышении дозы имплантируемых ионов, также приводит к снижению прочностных характеристик детали. В этой связи, совершенствование технологии ионно-имплантационной активации ПС перед азотированием требует разработки методики оценки оптимальной дозы ионов. В этой связи данная работа посвящена разработке методики оценки дозы ионно-имплантационной обработки материала ПС с целью определения ее оптимального значения.

#### **Подбор оптимальной дозы облучения ионами при ионно-имплантационной активации поверхностного слоя детали перед азотированием**

Широко известно, что для всех процессов изнашивания при различных вариантах трения общим является усталостный механизм изнашивания [2,9,10]. Наиболее слабым звеном АС при этом являются границы зерен, образующих НС [1,2]. Поэтому определение прочностных характеристик границ зерен позволяет оценить способность АС сопротивляться его разрушению в условиях воздействия внешних нагрузок [2,9].

Суть рассматриваемого способа подбора дозы ионной имплантации для активации поверхности детали из легированной стали перед азотированием [11] заключается в следующем. Осуществляют подготовку образцов из испытываемой легированной стали под ионную имплантацию, проводят ионную имплантацию образцов по заданным значениям энергии и дозы имплантации, осуществляют ионное азотирование образцов и выбор дозы имплантации ионов по результатам испытаний азотиро-

ванных образцов. При этом используют одинаковые по форме и размерам плоские образцы для испытания на разрыв толщиной равной толщине заданного азотированного слоя, выбирают энергию ионов в диапазоне от 18 до 30 кэВ, выбирают вид и род имплантируемого иона, производят ионно-имплантационную обработку группы образцов, при увеличении для каждого последующего образца дозы ионной имплантации  $D_{i \text{ III}}$ . Исследуемый диапазон доз облучения ионами выбирая от минимально возможной дозы  $D_{\min \text{ III}}$  до дозы, вызывающей разупрочнение образца  $D_{\max \text{ III}}$ .

Шагом изменения доз выбирают из условия возможности построения зависимости предела прочности азотированного образца с предварительной активацией ионной имплантацией  $\sigma_{\text{в}}^{\text{аз III}}$  от дозы ионной имплантации  $D_{i \text{ III}}$ :  $\sigma_{\text{в}}^{\text{аз III}} = f(D_{i \text{ III}})$ , где  $D_{i \text{ III}}$  — текущее значение исследуемой дозы ионной имплантации. После этого производят сквозное азотирование всех имплантированных образцов, определяют предел прочности каждого образца  $\sigma_{\text{в}}^{\text{аз III+A}}$  и по полученному максимальному значению предела прочности  $\sigma_{\text{в max}}^{\text{аз III+A}}$  выбирают дозу ионной имплантации  $D_{\text{опт III}}$ .

Результаты эксперимента и их обсуждение

Согласно вышеизложенной методики, была произведена оценка износостойкости деталей, полученных при активации ионной имплантацией образцов из легированных сталей 40X, 40XH.

Активация высокоэнергетической ионной имплантацией указанных образцов перед ионным азотированием проводилась по следующим режимам: имплантируемые ионы — ионы азота; энергия имплантации: 25 кэВ; дозы имплантации — в соответствии с подбором согласно предложенной методики.

Подбор доз осуществлялся следующим образом. Приготавливались образцы из испытываемых сталей 40X и 40XH толщиной 0,5 мм. Выбиралась минимальная доза имплантации (из условий обеспечения начала деформации тестового образца толщиной 0,5 мм из испытываемой стали при его односторонней обработки потоками ионов). Для стали 40X минимальная доза  $D_{\min \text{ III } 40X}$  составила приблизительно  $0,20 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ , а для стали 40XH  $D_{\min \text{ III } 40XH} = 0,22 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ .

По два образца из каждой из испытываемых сталей 40X и 40XH обрабатывались методом ионной имплантации при энергии 25 кэВ, с увеличением дозы имплантации кратной минимальной дозе (для 40X —  $0,20 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ , для 40XH —  $0,22 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ ). Затем все образцы подвергались ионному азотированию (ИА) при одинаковых условиях, при обеспечении АС по всей толщине каждого образца. Затем на разрывной машине определялся величина предела прочности  $\sigma_{\text{в}}^{\text{аз III+A}}$  каждого образца и строилась зависимость  $\sigma_{\text{в}}^{\text{аз III}} = f(D_{i \text{ III}})$  (рис. 1).

Максимальное значение предела прочности  $\sigma_{\text{в}}^{\text{аз III+A}}$  для каждого из сталей соответствовало оптимальному значению дозы имплантации ионов азота для проведения ионного азотирования. Согласно данным, полученным

в результате исследований (рис. 1) оптимальная доза ионной имплантации  $D_{\text{опт ИИ}}$  составила: при энергии имплантации  $E = 25$  кэВ для 40X —  $D_{\text{опт ИИ 40X}} = 1,98 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ ,

а для 40XH —  $D_{\text{опт ИИ 40XH}} = 1,82 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ ; при энергии имплантации  $E = 30$  кэВ для 40X —  $D_{\text{опт ИИ 40X}} = 1,84 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ , а для 40XH —  $D_{\text{опт ИИ 40XH}} = 1,56 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ .

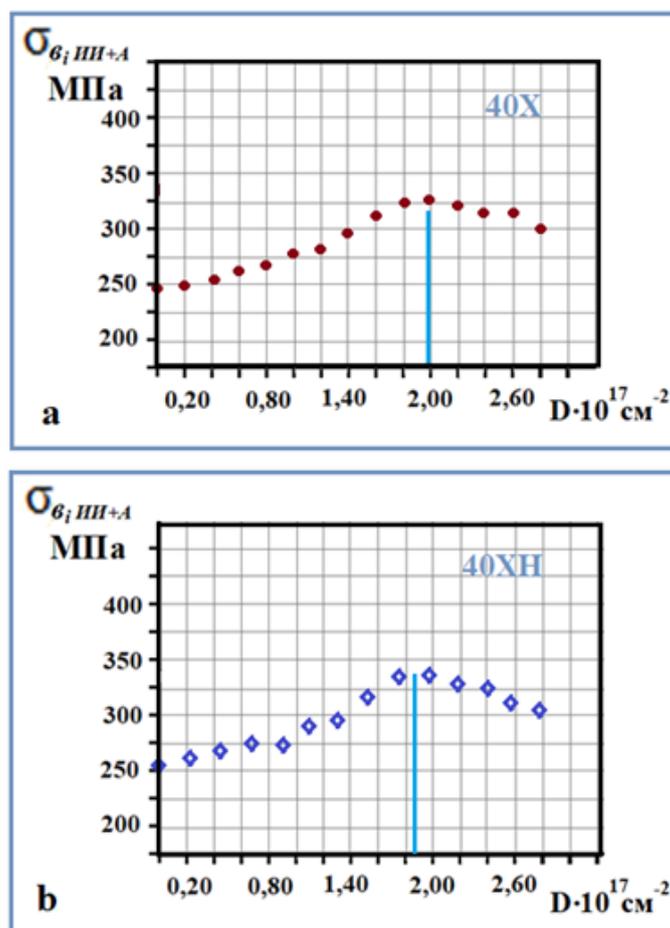


Рис. 1. Изменение предел прочности азотированных образцов ( $\sigma_{6i \text{ ИИ+А}}$ ) в зависимости от дозы ИИ перед ИА (а — для стали 40X, б — для стали 40XH)

### Выводы

1. Использование метода ионной имплантации (порядка 25 кэВ) для активации ПС перед азотированием, позволяет устранить процесс образования в азотированном слое нитридной сетки.
2. Усталостный механизм изнашивания проявляется при всех видах трения, при этом в азотированном слое

наиболее податливыми элементами являются границы зерен, поэтому оценка их прочностных характеристик позволяет оценить способность АС противостоять его разрушению в процессе трения.

3. Методика подбора дозы облучения ионами при активации поверхностного слоя детали перед азотированием позволяет определить оптимальную дозу облучения ионами.

### Литература:

1. Лахтин, Ю. М., Коган Я. Д., Шпис Г. И. и др. Теория и технология азотирования. — М.: Металлургия, 1991. — 320 с.
2. Герасимов, С. А. Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов. / С. А. Герасимов, Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева. — 2-е изд., испр. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2014. — 518 С.
3. Технологические особенности азотирования резьбовых поверхностей ответственных деталей электромеханического привода/ А. О. Иваненко, И. А. Тулькова, М. М. Уваров. Изв. вузов. приборостроение. 2018. т. 61, № 4. с. 360–367.
4. Тиняев, В. Г., Назаренко В. Д., Лахник А. М. Особенности формирования диффузионных слоев на сплавах железа после предварительной пластической деформации // Металлофизика и новейшие технологии. — 1996. — Т. 18. — № 2. — с. 45–51.

5. Белый, А. В., Кукареко В. А., Рубцов В. Е., Колубаев А. В. Сдвиговая пластическая деформация и износостойкость ионно-модифицированных материалов с твердыми слоями / Физическая мезомеханика 5 1 (2002 с. 51–57)
6. Клименов, В. А., Ковалевская Ж. Г., Первалова О. Б. и др. Влияние ультразвуковой обработки поверхности стали 40Х13 на микроструктуру азотированного слоя, сформированного при высокоинтенсивной низкоэнергетической имплантации ионами азота // Физика металлов и металловедение. — 2006. — Т. 102. — № 6. — с. 621–629.
7. Ковалевская, Ж. Г., Кукареко В. А. Особенности формирования азотированных слоев в пластически деформированной стали 40х, обработанной интенсивными потоками ионов азота. Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 324. № 2.
8. Криони, Н. К., Мингажева А. А., Мингажев А. Д. Повышение износостойкости деталей машин азотированием при подавлении процесса образования нитридной сетки. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2022. Том 18 № 12 (216) с. 571–574.
9. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп./ А. В. Чичинадзе, Э. Д. Браун, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе. — М.: Машиностроения, 2001. — 664 с.
10. Крагельский, И. В. Трение и износ. Изд. 2-е перераб и доп. М.Машиностроение 1968. 480 с.
11. Патент РФ № 2794640. «Способ подбора дозы ионной имплантации для активации поверхности детали из легированной стали перед азотированием» // Мингажев А. Д., Криони Н. К., Мингажева А. А., 2023 г.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Искусственный интеллект и возможности его применения в разных сферах жизни

Алтемирова Хава Суламбековна, студент  
Научный руководитель: Фаргиева Зульфия Султангиреевна, старший преподаватель  
Ингушский государственный университет (г. Магас)

*Искусственный интеллект стал неотъемлемой частью современного мира, существенно влияя на информационные системы в различных областях. Эта научная статья рассматривает ключевые аспекты и роль искусственного интеллекта в развитии информационных систем, а также его влияние на бизнес, здравоохранение, образование и другие сферы человеческой жизни.*

*Ключевые слова: информатизация общества, информационные технологии, цифровые технологии, цифровая эпоха, информационные системы, искусственный интеллект, нейронные сети, поведение людей, влияние, общество, анализ.*

## Artificial intelligence and the possibilities of its application in different areas of life

Altemirova Hava Sulambekovna, student  
Scientific advisor: Fargieva Zulfiya Sultangireevna, senior teacher  
Ingush State University (Magas)

*Artificial intelligence has become an integral part of the modern world, significantly influencing information systems in various fields. This scientific article examines the key aspects and role of artificial intelligence in the development of information systems, as well as its impact on business, healthcare, education and other spheres of human life.*

*Keywords: informatization of society, information technologies, digital technologies, digital age, information systems, artificial intelligence, neural networks, human behavior, influence, society, analysis.*

Искусственный интеллект, или ИИ, представляет собой область компьютерных наук, посвященную созданию умственных машин, способных выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта. С развитием ИИ он стал ключевым элементом информационных систем, обогащая их функциональность и эффективность.

ИИ нашел широкое применение в информационных системах, обогащая их возможности. Алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения позволяют системам распознавать образы, обрабатывать естественный язык и прогнозировать тренды на основе данных. Эти технологии революционизировали способ анализа и использования больших данных, делая информационные системы более интеллектуальными и адаптивными.

Одним из главных способов, которыми ИИ трансформирует информационные системы, является анализ больших данных. Благодаря алгоритмам машинного обучения и глубокого обучения, ИИ способен обрабатывать и анализировать огромные объемы данных, выявляя

в них закономерности и тенденции, которые человек может упустить. Это позволяет бизнесу принимать более обоснованные стратегические решения и предсказывать рыночные тенденции.

ИИ дает информационным системам возможность создавать персонализированные пользовательские опыты. Алгоритмы ИИ могут анализировать поведение пользователей и их предпочтения, предоставляя более релевантный контент и рекомендации. В электронной коммерции, например, ИИ используется для предложения товаров, которые, вероятно, заинтересуют каждого конкретного покупателя, увеличивая вероятность успешных продаж.

Автоматизация процессов — еще одна из ключевых областей применения ИИ в информационных системах. ИИ обучается выполнять задачи, которые раньше требовали участия человека. Это включает в себя автоматическую обработку текста, роботизацию производственных процессов и даже создание искусственных ассистентов,

способных общаться с пользователями на естественном языке.

ИИ не только оптимизирует существующие информационные системы, но и открывает новые горизонты для инноваций. В медицине, он помогает ускорить процесс исследований и находить новые лекарства. В автопроме, он ведет к разработке автономных транспортных средств. Технологии ИИ содействуют созданию умных городов, где информационные системы контролируют и оптимизируют инфраструктуру, делая города более устойчивыми и эффективными.

Роль Искусственного Интеллекта в Различных Сферах.

#### 1. Бизнес и Экономика:

Искусственные нейронные сети нашли широкое применение в ритейле и бизнесе, особенно в компаниях как Walmart и Lowes. В Walmart нейросети используются для автоматизации системы оплаты, учета товаров и оперативной доставки дронами. Роботы Bossa Nova в магазинах Walmart инспектируют отделения, сканируют товары и передают данные в отдел логистики, используя ИИ и систему безопасности, чтобы избежать столкновений с объектами.

В магазинах электроники Lowes работают роботы LoweBot, которые помогают клиентам находить товары, задают вопросы, чтобы понять их потребности, и запоминают покупательскую активность для более точных рекомендаций. Кроме того, роботы мониторят ассортимент продукции и уведомляют сотрудников магазина о необходимости выкладывать недостающие товары.

ИИ в бизнесе используется для оптимизации бизнес-процессов и принятия управленческих решений. Алгоритмы машинного обучения анализируют большие объемы данных, выявляют закономерности и тренды, что помогает компаниям прогнозировать спрос, улучшать стратегии маркетинга и повышать эффективность производства. В банковской сфере ИИ используется для обнаружения мошенничества, кредитного скоринга и автоматизации клиентского обслуживания.

#### 2. Здравоохранение:

ИИ в медицине сейчас активно применяется для распознавания патологий на медицинских изображениях, таких как рентгеновские снимки, маммография, МРТ и КТ. Используя ИИ, врачи могут выявлять заболевания легких, болезнь Альцгеймера и другие состояния гораздо быстрее, чем традиционными методами.

ИИ применяется для анализа медицинских изображений, диагностики заболеваний и разработки индивидуализированных планов лечения. Алгоритмы машинного обучения могут выделять паттерны на рентгеновских снимках, помогая врачам более точно диагностировать рак и другие заболевания. Также ИИ используется для

разработки лекарств и вакцин, ускоряя процесс исследований и разработок в медицине.

#### 3. Образование:

Внедрение ИИ в образовательные системы будет двигаться в двух основных направлениях. Первое — адаптивное обучение, направленное на решение проблемы различной успеваемости учеников. ИИ будет анализировать результаты обучающихся и адаптировать курсы в соответствии с их уровнем знаний, также предоставляя информацию преподавателям для более эффективного обучения.

Второе направление — прокторинг, ориентированное на обеспечение контроля за учениками во время тестов и экзаменов. Система будет отслеживать разговоры между учениками, их взгляды, использование мобильных устройств и другие нарушения. При обнаружении нарушений ИИ моментально уведомляет проктора, ответственного за мониторинг тестирования.

ИИ усовершенствует образовательные процессы, делая их более доступными и адаптивными. Автоматизированные системы могут анализировать успеваемость студентов и предлагать индивидуализированные учебные материалы. Технологии ИИ также применяются в разработке образовательных программ и онлайн-курсов, делая обучение более интерактивным и увлекательным.

#### 4. Производство и Промышленность:

В сфере применения ИИ сейчас востребована возможность автоматизации рабочих процессов. Компании, такие как LG, планируют открыть завод, где все функции будут доверены ИИ: от снабжения материалами до контроля за работой станков, качеством продукции и управлением складом. В результате таких инноваций количество работников на заводах и фабриках будет минимальным.

Крупные промышленные предприятия в Японии, Китае, США, Германии и Швейцарии инвестируют значительные средства в переоборудование своих производств. Множество профессий, включая интеллектуальный труд, становятся устаревшими из-за автоматизации и увеличения компьютеризации.

ИИ применяется в производстве для управления производственными процессами, мониторинга оборудования и предотвращения отказов. Технологии ИИ позволяют предсказывать сбои в оборудовании и предпринимать меры по их предотвращению, что экономит время и ресурсы предприятия.

Искусственный интеллект становится неотъемлемым элементом информационных систем, преобразуя способ, которым они функционируют и каким образом взаимодействуют с миром. Внедрение ИИ в информационные системы открывает новые горизонты для бизнеса, медицины, образования и других отраслей, делая их более эффективными, точными и инновационными.

#### Литература:

1. Второй разум: как развивается искусственный интеллект и что его ждёт в будущем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-iskusstvennyi-intellekt/> дата обращения 21.11.2023).

2. Искусственный интеллект [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kp.ru/expert/elektronika/iskusstvennyj-intellekt/> дата обращения 21.11.2023).
3. Сферы применения систем искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://maff.io/media/sfery-primeneniya-sistem-iskusstvennogo-intellekta/#Искусственный\\_интеллект\\_в\\_медицине](https://maff.io/media/sfery-primeneniya-sistem-iskusstvennogo-intellekta/#Искусственный_интеллект_в_медицине) (дата обращения 21.11.2023).
4. Сферы применения искусственного интеллекта: от медицины до сельского хозяйства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vc.ru/geekbrains/636983-sfery-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-ot-mediciny-do-selskogo-hozyaystva> (дата обращения 21.11.2023).
5. Что представляет собой искусственный интеллект (ИИ)? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/710350/> (дата обращения 21.11.2023).

## AI-Enhanced Multimodal Learning: Integrating YouTube and ChatGPT for Improved Educational Efficiency

Gonchar Denis Olegovich, specialist, software engineer  
DealRoom Inc. (Ufa)

*In the rapidly evolving landscape of educational technology, the integration of artificial intelligence (AI) with multimodal learning presents a promising avenue for enhancing educational efficiency and engagement. This paper explores the synergistic potential of combining AI, specifically through the use of OpenAI's ChatGPT, with the rich educational content available on YouTube. Our approach focuses on addressing the challenge of efficiently processing and comprehending long-form scientific content, which, while informative, often exceeds optimal lengths for sustained attention and retention in learners.*

*The core of this integration lies in utilizing the advanced natural language processing capabilities of ChatGPT to distill, summarize, and contextualize the extensive information presented in YouTube videos. This process leverages the availability of subtitles in YouTube videos for accurate text extraction, which is then processed by ChatGPT. The resulting summaries and interactive content are tailored to enhance comprehension and retention, making them particularly suitable for educational purposes.*

*We delve into the methodology of this integration, outlining the processes of subtitle extraction from YouTube, text processing through ChatGPT, and the generation of concise, informative summaries. An example implementation is presented to demonstrate the practical application of this method, showcasing how AI can transform a lengthy educational video into an engaging and efficient learning module.*

*This paper aims to contribute to the field of educational technology by showcasing how AI, particularly language models like ChatGPT, can be harnessed to complement and enhance traditional and digital learning modalities. It opens up avenues for future research, particularly in the empirical evaluation of such AI-enhanced multimodal learning approaches in diverse educational settings.*

**Keywords:** *Multimodal Learning, Educational Technology, YouTube Subtitles, Content Summarization, ChatGPT, Language Learning Models (LLMs), AI in Education, Cognitive Efficiency, Learning Engagement, Video Content Analysis, Interactive Learning Tools, Digital Learning Platforms, Content Accessibility, Educational Content Compression, Personalized Learning*

### Background on Multimodal Learning

The concept of multimodal learning has gained significant traction in the field of education, driven by the understanding that learning is not a one-dimensional process. Multimodal learning encompasses the use of multiple sensory modalities in teaching and learning processes, aiming to engage a broader range of cognitive skills and learning styles.

At its core, multimodal learning recognizes the diverse ways in which information can be presented and processed. This includes visual, auditory, kinesthetic, and digital forms of communication. The underlying premise is that learners benefit from being exposed to information in multiple forms, as it caters to varied learning preferences and reinforces understanding through different sensory channels [1].

A plethora of studies underline the efficacy of multimodal approaches in enhancing learning outcomes. Traditional language-based teaching in science is often complemented by various other modes, such as visual and practical experiences, to facilitate a deeper understanding of scientific concepts [2].

Multimodal training significantly improves learning compared to singular, computer-based training. This study emphasizes the benefit of incorporating multiple cognitive domains, including executive functions, working memory, and problem-solving skills [3].

Other studies discuss how advances in consumer-level educational technologies have greatly enhanced learning experiences, especially when teaching complex concepts in health sciences and medicine [4].

The rapid development of digital technologies has further propelled the effectiveness of multimodal learning. Integration of various sensory stimuli, including visual, audio, verbal, tactile, and olfactory inputs, into the learning process is increasingly facilitated by technological advances [5].

From a neuroscientific perspective, the integration of multiple modalities in learning aligns with how our brain processes information. The brain's ability to process and integrate diverse modal and temporal information underscores the benefits of multimodal learning [6].

In summary, the body of research on multimodal learning supports its efficacy in enhancing educational experiences across various disciplines. This foundational understanding sets the stage for exploring how new technologies, particularly AI tools like ChatGPT, can be integrated into multimodal learning environments to further enrich and streamline the educational process.

### The Challenge of Long-Form Scientific Content on YouTube

The proliferation of educational content on YouTube has revolutionized access to knowledge, particularly in the realm of scientific education. However, a significant challenge arises with the format of this content, particularly when it comes to scientific lectures and discussions that are often presented in long-form videos.

One of the primary issues with long-form scientific content on YouTube is the duration of these videos. They often extend beyond an hour, which poses a challenge for maintaining viewer engagement and attention. Human attention span, particularly in digital learning environments, is limited, and prolonged videos can lead to decreased retention and comprehension. [7]

The complexity of the content presented in these videos is another concern. Scientific topics, by their nature, can be dense and packed with jargon, making them difficult for a broader audience to understand. This complexity, combined with the lengthy format, can hinder the accessibility and approachability of these resources for many learners.

Given these challenges, there is a growing need for tools and methods that can effectively summarize and distill the core concepts from these lengthy videos. Such tools would not only make the content more accessible but also cater to the diverse learning needs and preferences of a global audience, aligning with the principles of multimodal learning.

This is where the potential of AI, particularly advanced language models like ChatGPT, becomes evident. AI-driven tools can play a crucial role in breaking down these long-form videos into manageable, concise segments without losing the

essence of the content. This approach can significantly enhance the utility and reach of educational content on platforms like YouTube.

In conclusion, while YouTube has emerged as a valuable resource for scientific learning, the challenge of long-form content necessitates innovative solutions. AI-driven text processing and summarization offer promising avenues to overcome these challenges, making scientific knowledge more accessible and engaging for a wider audience. This sets the stage for exploring the integration of YouTube content with AI tools like ChatGPT, which we will discuss in subsequent sections.

### Potential of ChatGPT in Enhancing Learning

ChatGPT, developed by OpenAI, stands out for its ability to transform educational content into more accessible and engaging formats. Its proficiency in natural language processing enables it to summarize lengthy and complex YouTube videos, providing concise, clear summaries that maintain the essence of the original content.

Beyond summarization, ChatGPT can create interactive and personalized learning experiences. It can generate quizzes, facilitate discussions, and provide detailed explanations, making learning more engaging and adaptable to various learning styles.

By converting extensive scientific lectures into manageable and comprehensible segments, ChatGPT enhances both the accessibility and appeal of learning materials. This approach not only benefits diverse learners but also increases engagement, offering a more efficient and enjoyable learning experience.

In essence, ChatGPT's role in processing and enriching educational content presents a significant advancement in making learning more effective and accessible, especially for content derived from digital platforms like YouTube.

### Implementation

Integrating ChatGPT with YouTube for educational purposes involves extracting subtitles from YouTube videos and processing them with ChatGPT. This section outlines the code required for this integration, focusing on subtitle extraction.

YouTube stores metadata about videos in an object named `ytInitialPlayerResponse` within the page's code. This object contains a nested object `captions`, which in turn houses `playerCaptionsTracklistRenderer`. This renderer leads to the array `captionTracks`, where subtitle tracks are listed.

Given that many educational videos are lengthy, authors often rely on YouTube's automatic subtitle generation, marked by the `kind` field with the value `asr` (Automatic Speech Recognition). The following JavaScript code snippet identifies the ASR subtitle track:

```
const captions = ytInitialPlayerResponse.captions;
const renderer = captions.playerCaptionsTracklistRenderer;
const tracks = renderer.captionTracks;
const asrTrack = tracks.find((t) => t.kind === 'asr');
```

This snippet locates the ASR track, which is crucial for processing videos that don't have manually added subtitles.

The ASR track object contains a `baseUrl` field, which is the key to downloading the subtitle text from YouTube's servers.

To download the subtitles in JSON format, we append the `fmt` parameter with the value `json3` to the `baseUrl`. This is done using the `URL` class in JavaScript [8]:

```
const asrTrackUrl = new URL(asrTrack.baseUrl);
asrTrackUrl.searchParams.append('fmt', 'json3');
```

The final step involves downloading the subtitles using the `fetch` API and processing them to extract the text. The code below demonstrates this process:

```
fetch(asrTrackUrl.toString())
.then((response) => response.json())
.then((json) => {
  const text = json.events
  .filter((e) => e.segs)
  .map((e) => e.segs.map((s) => s.utf8).join(««))
  .filter((t) => t!==(«\n»))
  .join(« «);

  console.log(text);
});
```

This code fetches the subtitles in JSON format, filters and maps through the events to extract text segments, and then joins them to form a coherent text. This text can then be processed by ChatGPT for summarization, analysis, or conversion into interactive learning modules.

Through this integration, the potential of ChatGPT to enhance learning by making long-form educational content more accessible and engaging is fully realized. This implementation

paves the way for a new realm of AI-assisted education, particularly in utilizing the vast resources available on platforms like YouTube.

Accompanying this section is a schematic representation that delineates the overarching process, visually encapsulating the stages of downloading and transforming YouTube subtitles into text, subsequently processed by ChatGPT for analytical and educational purposes (see fig. 1).

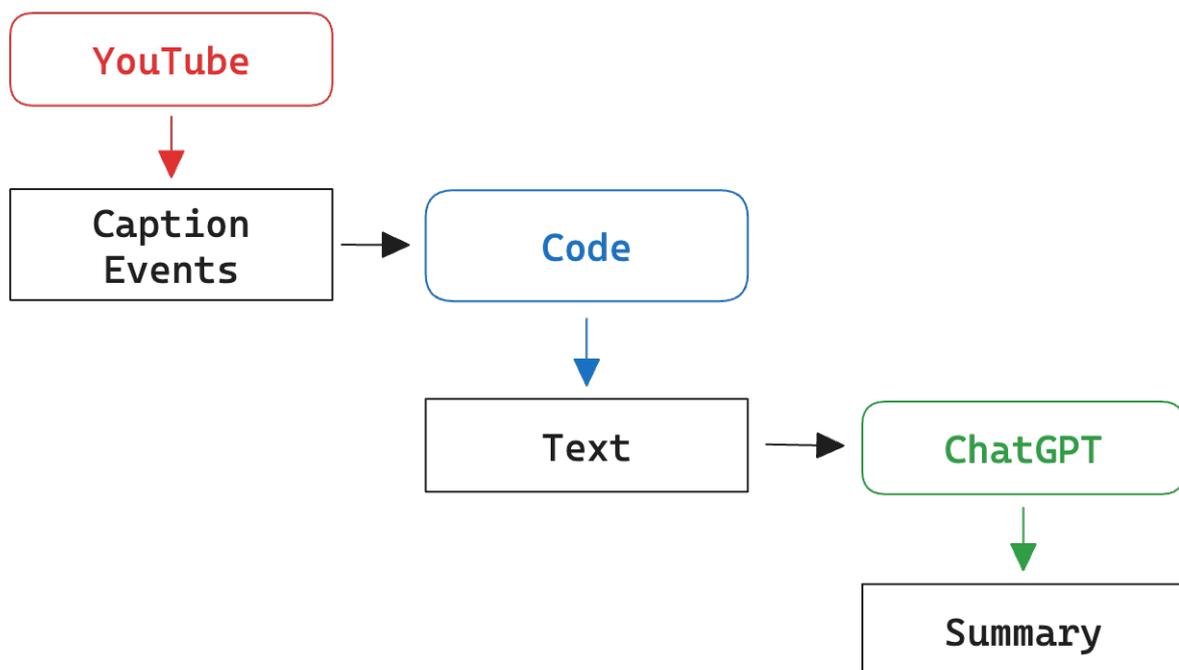


Fig. 1. Workflow from YouTube Video to ChatGPT-Generated Summary

**Example Use Case**

In this example, we demonstrate the practical application of our integration method using a specific YouTube video ti-

tled «A Science-Supported Journaling Protocol to Improve Mental & Physical Health» by Andrew Huberman. This video, with a duration of 1 hour and 38 minutes, presents a substan-

tial amount of content, making it a challenge for viewers to quickly grasp the key points without watching the entire video.

Despite the informative nature of the video, its length poses a significant barrier to efficient learning and overview. While the video includes a description, it does not provide a detailed or structured summary of the content, limiting its utility for those seeking a quick understanding of the video's topics.

welcome to the huberman Lab podcast where we discuss science and science-based tools for everyday [Music]life I'm Andrew huberman and I'm a professor of neurobiology and Ophthalmology at Stanford school of medicine today we are discussing journaling for mental and physical health I want to emphasize that today's discussion is not a general discussion about the value of journaling rather it is a discussion about a particular form of journaling that the scientific peerreview data says is especially powerful for improving our mental and physical health..

To address this issue, we inputted the raw subtitle text into ChatGPT with a specific prompt designed to generate an informative summary. The prompt was as follows:

Develop an informative summary of a YouTube video using the provided subtitles as your source. Focus on identifying and highlighting the central themes, key arguments or messages, and any significant insights or conclusions presented in the video. Additionally, mention notable examples used by the speaker to illustrate their points. Ensure the summary captures the essence of the video's content, offering a clear and engaging overview for someone who hasn't watched the video

ChatGPT processed this input, effectively condensing the lengthy and unstructured content into a coherent and succinct summary. This summary highlighted the main themes and sig-

Utilizing the previously discussed code, we extracted the subtitle text from this video. The resulting text format appeared as a continuous stream without punctuation, paragraphs, or segmentation, exemplifying the raw and unrefined nature of automatic subtitles. For instance, the initial segment of the subtitles reads:

nificant insights of the video, providing a clear and accessible overview for individuals who have not watched the full video.

This episode of the Huberman Lab Podcast, hosted by Dr. Andrew Huberman, a professor of neurobiology and ophthalmology at Stanford School of Medicine, focuses on a specific form of journaling proven beneficial for mental and physical health. This method, backed by over 200 peer-reviewed studies, helps in reducing anxiety, improving sleep enhancing immunity, and alleviating symptoms of autoimmune disorders like arthritis, lupus, and fibromyalgia. It also improves memory and decision-making. Huberman introduces the method developed by Dr. James Pennebaker, initially aimed at recording one's deepest emotions and thoughts related to traumatic or stressful experiences. The method involves writing continuously for 15–30 minutes about such experiences, focusing on expressing feelings and thoughts freely without concern for grammar or readability. Participants are encouraged to connect these experiences with their past, present, and future, including relationships and personal development...

The summary effectively encapsulates the central themes of the Huberman Lab Podcast episode focused on a specialized journaling method. It outlines Dr. Huberman's deep dive into this scientifically supported technique aimed at enhancing mental and physical health. The summary emphasizes the importance of this unique approach, setting it apart from conventional journaling practices. Key practical aspects, such as the method's procedure, its flexibility in scheduling, and the emotional considerations involved, are highlighted. This allows for a clear understanding of how the method functions and its potential impact on health, providing valuable insights for listeners seeking science-based tools for personal well-being improvement.

Let us illustrate the condensation process of the educational content from its original form to its distilled essence. The following diagram provides an abstract visualization of the workflow, delineating the reduction from the extensive duration

of the video and its verbose, unstructured Automatic Speech Recognition (ASR) captions to a concise, structured summary. This schematic encapsulates the efficiency of the method, highlighting the significant contraction in content volume while preserving the informational core (see fig. 2).

Let's construct a chart to compare the word counts between the original transcript and the ChatGPT-summarized content from the Huberman Lab Podcast episode. This chart will visually demonstrate the degree of content compression, where the summarized word count is 315 compared to the original 17,824 words, yielding a compression rate of 1.77 %. This stark contrast underscores the summarization process's effectiveness in distilling extensive discussions into their most salient points.

Now, to further illustrate the capabilities of this integrated approach, let's make an additional query to ChatGPT to extract a list of key moments from the video. We use the following prompt to guide the AI:

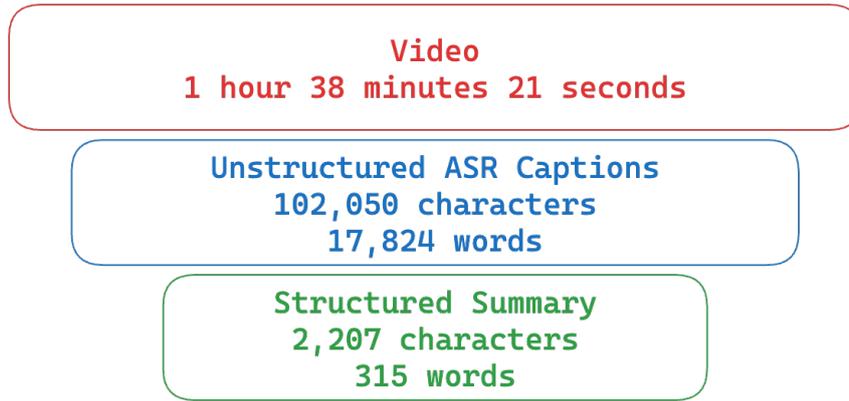


Fig. 2. Abstract representation of content distillation from video to summary

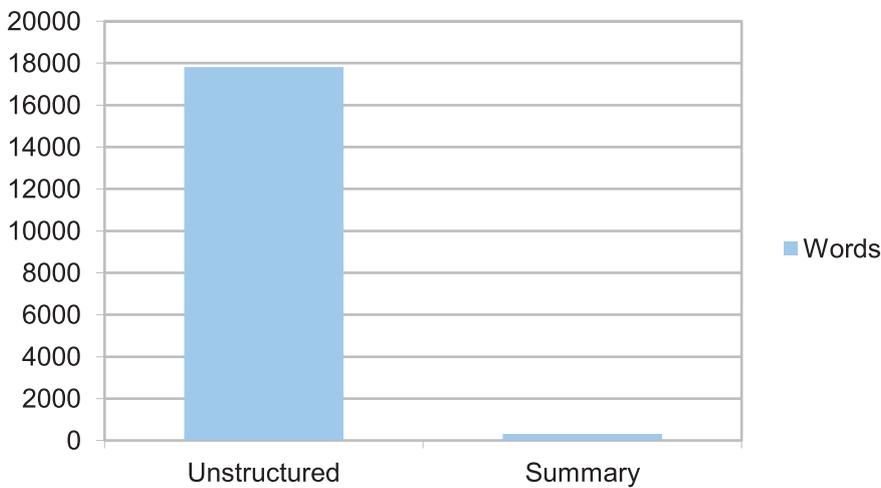


Fig. 3. Comparative chart of word counts: Unstructured vs. Summarized Content

Provide me with a list of key points from the video

In response to this request, ChatGPT compiled a numbered list of topics covered in the video. Such an organized list of key points provides an at-a-glance understanding of the video’s

content, further enhancing the utility of the summarized material for quick reference and study.

Here’s a summary of key points from the Huberman Lab Podcast episode discussing the journaling method for mental and physical health:

- Focus of Discussion: The podcast emphasizes a specific form of journaling that is scientifically proven to improve mental and physical health, distinct from general journaling practices.
- Scientific Backing: This journaling method is supported by over 200 peer-reviewed studies, highlighting its effectiveness.
- Health Benefits: The method is linked to numerous health benefits, including lower anxiety, improved sleep enhanced immunity, and reduced symptoms in various autoimmune disorders like arthritis and lupus.
- Journaling Method: Introduced by Dr. James Pennebaker, the method involves writing for 15–30 minutes about the most traumatic or stressful experiences of one’s life, focusing on deepest emotions and thoughts.

**Discussion**

The integration of YouTube’s extensive educational resources with advanced Language Learning Models (LLMs) like ChatGPT heralds a significant advancement in the realm of digital education. This synergistic approach combines the depth and diversity of YouTube’s content with the sophisti-

cated text processing and summarization capabilities of LLMs, yielding numerous benefits.

*Enhanced Engagement and Accessibility*

One of the primary advantages of this integrated approach is the marked improvement in engagement and accessibility. YouTube, with its vast array of educational content, offers a rich

resource for learning. [9] However, the length and complexity of this content can be daunting for many learners. By summarizing and structuring this content, LLMs like ChatGPT make it more digestible and easier to engage with. This not only aids in retaining attention but also ensures that the knowledge is accessible to a broader audience, including those who may have limited time or prefer learning in bite-sized formats.

#### *Efficiency in Learning*

The efficiency of the learning process is significantly enhanced through this integration. Learners no longer need to sift through hours of video content to extract key information. Instead, they can quickly access summarized versions, retaining the core essence of the original material. This efficiency is particularly beneficial in educational settings where time is a critical factor.

#### *Interactive Learning Experience*

Another notable benefit is the interactive learning experience afforded by LLMs. After processing and summarizing a video, learners can engage with the content more interactively by asking questions about the video's content. ChatGPT, with its conversational capabilities, can respond to queries, clarify doubts, and provide deeper insights, thus enriching the learning experience. This interactive element not only enhances understanding but also encourages active learning, a key aspect of effective education. [10]

#### *Adaptability and Personalization*

The integration is inherently adaptable and can be personalized to cater to individual learning styles and needs. LLMs can adjust the level of detail in summaries, focus on specific aspects of a video, or even create tailored learning paths based on the user's queries and interactions. This level of personalization ensures that each learner receives the most relevant and effective educational experience.

#### **Limitations and Challenges**

While the integration of YouTube's content with advanced LLMs like ChatGPT presents numerous advantages, it is also important to acknowledge and address the inherent limitations and challenges that accompany this approach.

#### *Dependency on Accurate Subtitles*

A significant limitation lies in the dependency on the accuracy of YouTube's automatically generated subtitles. These subtitles, while convenient, can sometimes be erroneous or lack contextual accuracy, which could lead to misinterpretations or incomplete summaries when processed by LLMs. The quality of the output is directly tied to the quality of the input subtitles.

#### *Commercial Interests and Platform Restrictions*

Another potential challenge stems from the commercial interests of companies. YouTube, a subsidiary of Alphabet, Inc, may have reservations about its content, such as subtitles, being used in conjunction with products from competing companies. This could lead to restrictions or barriers in accessing or utilizing YouTube's resources for such integrative purposes, potentially limiting the scope of this approach.

#### *Technical Knowledge Requirements*

Implementing the described method requires a certain level of technical expertise, particularly in programming and the use of Developer Tools in web browsers. This requirement

could be a significant barrier for individuals who lack this technical background, limiting the accessibility of this approach to a wider audience.

#### *Data Privacy and Ethical Considerations*

The use of AI in processing educational content also raises questions regarding data privacy and ethical considerations. Ensuring the confidentiality and appropriate use of the data extracted from videos is crucial, especially in an era where data privacy is a major concern.

#### *Adaptability to Diverse Content*

The variability in the type of content available on YouTube also poses a challenge. The effectiveness of the LLM in processing and summarizing content may vary depending on the subject matter, the complexity of the content, and the presentation style of the video. This variability requires the LLM to be highly adaptable and sophisticated in handling a wide range of educational materials.

#### **Future Research Directions**

The integration of YouTube's vast educational content with advanced language learning models (LLMs) like ChatGPT opens numerous avenues for future research, particularly in the field of digital education. While the current implementation has shown promising results, ongoing exploration and development are crucial to fully realize the potential of this approach.

Future research should include empirical studies to assess the learning outcomes of using LLM-processed YouTube content. These studies could evaluate factors such as retention rates, comprehension levels, and overall learner engagement compared to traditional learning methods.

For platforms like Google's YouTube, incorporating advanced text and multimodal video analysis would be a significant enhancement. Such features would allow for more sophisticated extraction and summarization of video content, potentially including visual and auditory elements along with text. This development could lead to richer, more comprehensive educational resources.

Investigating automated methods for customizing and personalizing content to individual learner's needs and preferences is another important research direction. AI algorithms could potentially analyze user interactions and learning patterns to tailor content, thereby optimizing the educational experience for each learner.

Research should also focus on overcoming the technical barriers associated with using these tools. Developing more user-friendly interfaces and simplifying the process of extracting and processing content would make this technology accessible to a broader audience, including those with limited technical skills.

Finally, ongoing research must address the ethical implications and privacy concerns related to using AI in education. Ensuring data security, maintaining user privacy, and adhering to ethical standards are paramount for the responsible use of AI in educational contexts.

#### **Conclusion**

This exploration into the integration of YouTube's extensive educational content with advanced Language Learning

Models (LLMs), such as ChatGPT, illuminates a promising pathway in the realm of digital education. The approach we have discussed and demonstrated harnesses the depth and breadth of YouTube’s resources and the sophisticated text processing capabilities of LLMs. This synergy significantly enhances the accessibility, efficiency, and engagement of learning experiences.

Our analysis highlighted the advantages of this integration, including improved engagement through concise and structured content, increased efficiency in learning by condensing extensive materials, and the provision of interactive and personalized learning experiences. We also acknowledged the inherent limitations and challenges, such as the accuracy of subtitles, technical expertise requirements, and potential commercial and ethical considerations.

#### References:

1. Sankey, Michael & Gardiner, Michael. (2010). Engaging students through multimodal learning environments: The journey continues. ASCILITE 2010 — The Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education.
2. Jennifer Yeo & Wendy Nielsen (2020) Multimodal science teaching and learning, *Learning: Research and Practice*, 6:1, 1–4, doi: 10.1080/23735082.2020.1752043
3. Ward N, Paul E, Watson P, et al. Enhanced Learning through Multimodal Training: Evidence from a Comprehensive Cognitive, Physical Fitness, and Neuroscience Intervention. *Sci Rep*. 2017;7(1):5808. Published 2017 Jul 19. doi:10.1038/s41598-017-06237-5
4. Moro C, Smith J, Stromberga Z. Multimodal Learning in Health Sciences and Medicine: Merging Technologies to Enhance Student Learning and Communication. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1205:71–78. doi:10.1007/978-3-030-31904-5\_5
5. Luo H (2023) Editorial: Advances in multimodal learning: pedagogies, technologies, and analytics. *Front. Psychol*. 14:1286092. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1286092
6. Liu C, Sun F, Zhang B. Brain-inspired Multimodal Learning Based on Neural Networks. *Brain Science Advances*. 2018;4(1):61–72. doi:10.26599/BSA.2018.9050004
7. Skulmowski, A., Xu, K. M. Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: a New Perspective on Extraneous Cognitive Load. *Educ Psychol Rev* 34, 171–196 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
8. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/URL>
9. Maziriri, Eugene & Gapa, Parson & Chuchu, Tinashe. (2020). Student Perceptions Towards the use of YouTube as An Educational Tool for Learning and Tutorials. *International Journal of Instruction*. 13. 119–138. 10.29333/iji.2020.1329a.
10. Prince, M. (2004), Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93: 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

Looking forward, the potential for further research in this area is vast and multifaceted. It spans from empirical studies assessing the effectiveness of LLM-processed educational content to the development of more advanced multimodal video analysis features by platforms like YouTube. The goal is to enrich the learning experience while ensuring it is accessible, ethical, and tailored to diverse educational needs.

In summary, the integration of AI-driven language models with digital educational platforms represents a significant stride forward in educational technology. It opens up new avenues for making learning more engaging, efficient, and adaptable, catering to the evolving needs of learners in our increasingly digital world. As we continue to navigate and shape the future of education, the role of AI in enhancing learning experiences remains a compelling and vital area of exploration and development.

## Машинное обучение в биоинформатике

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель;  
Бахадирова Дилфуза Бахадировна, студент  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

### Введение

С развитием технологий в области искусственного интеллекта, машинное обучение (МО) стало ключевым элементом в множестве научных дисциплин, включая биоинформатику. Благодаря способности обрабатывать большие объемы данных и выявлять сложные закономерности, МО открывает новые перспективы в изучении биологических систем и медицинских приложений.

Биоинформатика, занимающаяся анализом генетических данных, столкнулась с беспрецедентным ростом объемов информации из-за развития технологий секвенирования. Машинное обучение предлагает мощные инструменты для анализа этой информации, позволяя идентифицировать генетические маркеры заболеваний, понимать генетические вариации и разрабатывать персонализированные терапевтические подходы.

В сфере медицинских изображений МО также демонстрирует значительный потенциал, особенно в диагностике и интерпретации изображений. Использование алгоритмов глубокого обучения, например, сверточных нейронных сетей, позволяет автоматизировать процесс анализа медицинских изображений, таких как МРТ или рентгеновские снимки, повышая точность диагностических выводов.

Целью данной статьи является исследование применения машинного обучения в биоинформатике, с акцентом на анализ генетических данных и медицинских изображений. Мы рассмотрим текущее состояние исследований в этой области, выделим ключевые вызовы и возможности, а также представим практический пример применения этих технологий.

#### **Применение машинного обучения в генетических исследованиях**

Применение машинного обучения в анализе генетических данных открывает новые возможности для понимания сложных биологических процессов и разработки персонализированных медицинских решений.

Идентификация генетических маркеров

— Машинное обучение способствует идентификации генетических маркеров, связанных с определенными заболеваниями. Алгоритмы, такие как случайный лес или градиентный бустинг, анализируют генетические последовательности, выявляя ключевые вариации, которые могут указывать на риск развития заболеваний.

Анализ экспрессии генов

— Инструменты машинного обучения используются для анализа данных экспрессии генов, что позволяет устанавливать связи между генетическими вариациями и конкретными фенотипами. Это имеет важное значение для понимания механизмов различных заболеваний на молекулярном уровне.

Разработка лекарственных препаратов

— Методы машинного обучения применяются для предсказания взаимодействия между молекулами и белками, что имеет решающее значение в процессе разработки новых лекарственных препаратов. Анализ больших наборов данных о молекулярных взаимодействиях позволяет предсказывать потенциальную эффективность и побочные эффекты препаратов.

#### **Применение машинного обучения в анализе медицинских изображений**

Машинное обучение, особенно алгоритмы глубокого обучения, преобразовали подходы к анализу медицинских изображений, предлагая более точные и эффективные методы для диагностики и исследований.

Глубокое обучение в диагностике

— Сверточные нейронные сети (CNN) широко используются для анализа медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки, МРТ и КТ. Эти модели эффективно распознают и классифицируют патологические изменения, например, опухоли, переломы или воспалительные процессы.

— Примером является использование CNN для автоматического обнаружения признаков рака молочной железы на маммограммах, что значительно повышает точность и скорость диагностики.

Анализ временных серий и 3D-изображений

— Машинное обучение также применяется для анализа 3D-изображений, получаемых в результате МРТ и КТ, обеспечивая более глубокое понимание структуры и функционирования органов.

— Анализ временных серий, например, в кардиологии или нейроимиджинге, позволяет отслеживать изменения в органах и тканях во времени, что критически важно для диагностики и мониторинга лечения.

Обучение с подкреплением в хирургической навигации

— Методы обучения с подкреплением используются для создания систем хирургической навигации, которые помогают врачам во время сложных операций, предоставляя точные данные о расположении тканей и органов в реальном времени.

#### **Практический пример: использование машинного обучения для диагностики и лечения рака**

Машинное обучение имеет революционное значение в области онкологии, особенно в диагностике и разработке лечебных стратегий для рака. Примером этого может служить использование алгоритмов машинного обучения для анализа генетических данных и медицинских изображений в диагностике рака.

#### **Анализ генетических данных для предсказания риска рака**

— Методы машинного обучения анализируют генетические маркеры, позволяя идентифицировать повышенный риск развития определенных видов рака. Это помогает в принятии решений о профилактических мерах и раннем вмешательстве.

— Применение алгоритмов, таких как обучение на основе генетических алгоритмов, способствует выявлению связей между определенными генетическими вариациями и риском развития рака.

#### **Использование медицинских изображений для определения стадии рака**

— Алгоритмы машинного обучения, анализирующие медицинские изображения, такие как МРТ или КТ, помогают в точном определении стадии рака, что критически важно для выбора стратегии лечения.

— Примером является использование сверточных нейронных сетей для определения размера и распространенности опухоли, что помогает в планировании хирургического вмешательства и других методов лечения.

Этот практический пример подчеркивает важность машинного обучения в современной медицине, особенно в таких критически важных областях, как онкология. Применение этих методов позволяет не только повысить точность диагностики, но и способствует разработке более эффективных и индивидуализированных планов лечения.

### Заключение

Исследование роли машинного обучения в биоинформатике демонстрирует его фундаментальное значение для современной науки и медицины. Применение этих технологий в анализе генетических данных и медицинских изображений открывает новые горизонты в понимании и лечении заболеваний, особенно в онкологии.

Способность машинного обучения обрабатывать и анализировать большие объемы сложных данных позволяет выявлять новые биомаркеры, предсказывать риски заболеваний и разрабатывать персонализированные подходы к лечению. В области медицинских изображений машинное обучение улучшает точность диагностики, помогает в определении стадий заболеваний и планировании лечения.

### Литература:

1. Чураков, А. Н. Анализ социальных сетей // Социологические исследования. 2001.
2. Прохоров, А., Ларичев Н. Компьютерная визуализация социальных сетей // КомпьютерПресс. 2006.
3. Kumar, R., Novak J., Raghavan P., Tomkins A., Structure and evolution of blogspace. Communication of the ACM, 2004.

## Анализ и моделирование социальных сетей

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель;  
Мурриков Чарымырат Гуванджович, студент  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

### Введение

В эпоху цифровизации и глобализации социальные сети оказывают значительное влияние на общество и индивидуальное поведение. Они стали мощным инструментом для коммуникации, обмена информацией и социального взаимодействия, охватывая миллиарды пользователей по всему миру. Это порождает потребность в глубоком понимании структуры и динамики социальных сетей, что представляет собой сложную и многогранную задачу.

Анализ социальных сетей включает в себя изучение способов, которыми люди и группы связаны друг с другом, а также влияния этих связей на распространение информации, образование мнений и социальное взаимодействие. Понимание этих аспектов имеет ключевое значение для множества областей, включая маркетинг, политику, образование и социальные науки.

С учетом бурного развития технологий и изменения алгоритмов социальных сетей, этот анализ представляет собой постоянно эволюционирующую область исследований. Новые методологии и подходы постоянно разрабатываются для более эффективного изучения и моделирования этих сложных социальных систем. Целью данной статьи является исследование современных алгоритмов и подходов в анализе и моделировании социальных сетей, а также оценка их способности раскрывать динамику и структуру этих сетей.

### Алгоритмы анализа социальных сетей

Анализ социальных сетей охватывает широкий спектр методов и алгоритмов, каждый из которых предназначен для изучения определенных аспектов этих сложных систем. Основная цель этих методов заключается в выявлении паттернов взаимодействия, ключевых участников, а также структурных особенностей сетей.

1. Анализ центральности и важности узлов  
Один из ключевых аспектов анализа социальных сетей — определение центральности узлов. Это включает в себя методы, такие как анализ степени центральности, близости, посредничества и собственного вектора, каждый из которых раскрывает различные аспекты влияния узлов в сети. Например, узлы с высокой степенью центральности часто являются наиболее активными или влиятельными в сети.

2. Обнаружение сообществ  
Другой важный аспект — это обнаружение сообществ в социальных сетях. Алгоритмы, такие как модулярность и иерархическое кластеризация, используются для выявления групп узлов, которые более плотно связаны между собой, чем с остальной частью сети. Это позволяет понять, как формируются и функционируют социальные группы и сообщества.

3. Анализ распространения информации  
Анализ распространения информации в социальных сетях позволяет понять, как новости, мнения и тренды распространяются среди пользователей.

Алгоритмы, такие как модели распространения информации и сетевые каскады, играют ключевую роль в изучении этих процессов. Они помогают идентифицировать, как информация передается от одного узла к другому и какие факторы влияют на её распространение.

### Динамика социальных сетей

Динамика социальных сетей является ключевым аспектом их изучения, поскольку она охватывает изменения, происходящие в сетях со временем. Эти изменения могут быть вызваны различными факторами, включая технологические инновации, социально-политические события и эволюцию поведения пользователей.

Влияние технологических изменений.

Технологические инновации, такие как новые алгоритмы фильтрации контента или внедрение функций искусственного интеллекта, могут радикально изменить структуру и динамику социальных сетей. Это включает в себя изменения в том, как пользователи взаимодействуют друг с другом, как распространяется информация и как формируются общественные мнения.

Социально-политические влияния.

Социальные и политические события, такие как выборы, социальные движения или кризисы, также оказывают значительное влияние на динамику социальных сетей. Они могут привести к формированию новых сообществ, изменению общественного дискурса и поведения пользователей в сети.

Эволюция пользовательского поведения.

Со временем пользователи социальных сетей развивают новые формы взаимодействия и коммуникации. Исследование этих изменений в поведении может предоставить ценные данные о том, как социальные сети развиваются и адаптируются к новым трендам и потребностям пользователей.

**Пример: Анализ распространения информации в социальной сети**

Для наглядного примера рассмотрим анализ распространения информации в социальной сети на примере новостной статьи. Этот пример поможет исследовать, как информация распространяется между пользователями и какие факторы влияют на ее вирусность.

Подготовка данных и начальные условия.

Предположим, что у нас есть данные о взаимодействиях пользователей вокруг определенной новостной

статьи в социальной сети. Эти данные включают информацию о том, кто делится статьей, комментирует ее и какие реакции она вызывает. Цель анализа — определить ключевые узлы (активных пользователей), которые способствуют распространению статьи, и понять, как различные аспекты сети влияют на это распространение.

Методология анализа.

Используем методы анализа социальных сетей, включая алгоритмы обнаружения сообществ и анализ центральности. Это поможет выявить, как различные группы в сети реагируют на статью и как ключевые пользователи влияют на ее распространение. Также анализируем временные шаблоны распространения для понимания динамики процесса.

Результаты и выводы.

Результаты анализа могут показать, например, что определенные группы пользователей или индивидуальные участники с высокой степенью центральности играют ключевую роль в распространении информации. Может быть также выявлено, что определенные типы контента или способы его представления оказывают большее влияние на вовлеченность пользователей.

**Заключение**

В данной статье были рассмотрены ключевые аспекты анализа и моделирования социальных сетей, включая алгоритмы для изучения их структуры и динамики, а также влияние различных факторов на их эволюцию. Исследование показало, что социальные сети представляют собой сложные и динамичные системы, в которых происходит непрерывное взаимодействие между пользователями.

Литература:

1. Чураков, А. Н. Анализ социальных сетей // Социологические исследования. 2001.
2. Прохоров, А., Ларичев Н. Компьютерная визуализация социальных сетей // КомпьютерПресс. 2006.
3. Kumar, R., Novak J., Raghavan P., Tomkins A., Structure and evolution of blogspace. Communication of the ACM, 2004.

## Компьютерное моделирование экологических и климатических систем: инновационные методы и стратегии

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Хайдарова Огулхан Алламурадовна, преподаватель  
Международный университет нефти и газа имени Ягшигельды Какаева (г. Ашхабад, Туркменистан)

**Введение в компьютерное моделирование экологических систем**

**Обзор современных подходов и технологий**

Компьютерное моделирование экологических систем является важным инструментом современной науки, по-

зволяющим глубоко изучать и прогнозировать изменения в экологии и климате нашей планеты. В эпоху глобальных экологических вызовов, таких как изменение климата, потеря биоразнообразия и загрязнение окружающей среды, эффективное использование компьютерного моделиро-

вания становится ключевым для понимания и решения этих проблем.

С развитием технологий, особенно в области вычислительной техники и искусственного интеллекта, возможности компьютерного моделирования значительно расширились. Сегодня ученые используют комплексные модели, которые могут симулировать целые экосистемы с высокой степенью детализации и точности. Эти модели помогают исследовать сложные взаимодействия между различными компонентами экосистем, такими как растения, животные, микроорганизмы, а также физические и химические факторы окружающей среды.

Одним из ключевых направлений в этой области является моделирование климатических изменений. С помощью компьютерных моделей ученые могут прогнозировать будущие изменения климата и их потенциальное влияние на различные экосистемы. Это включает в себя моделирование подъема уровня моря, изменения погодных условий, частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, а также оценку влияния этих изменений на биоразнообразие и человеческие общества.

Кроме того, компьютерное моделирование играет важную роль в исследовании и управлении ресурсами. Модели могут использоваться для оценки устойчивости использования природных ресурсов, прогнозирования воздействия различных форм землепользования на экосистемы и разработки стратегий сохранения окружающей среды.

В целом, компьютерное моделирование предоставляет ученым мощный инструмент для понимания сложных экологических систем и разработки эффективных стратегий их сохранения и восстановления. В следующих разделах мы подробно рассмотрим различные аспекты и применения этого подхода, а также новейшие разработки и инновации в этой области.

Развитие математических моделей для прогнозирования климатических изменений

#### **Описание новейших методов и алгоритмов**

Ключевым аспектом компьютерного моделирования экологических и климатических систем является развитие математических моделей для прогнозирования климатических изменений. Эти модели представляют собой сложные алгоритмические конструкции, которые способны анализировать и предсказывать будущие изменения климата на основе разнообразных данных и переменных.

#### **Интеграция больших данных и искусственного интеллекта**

Современные подходы к моделированию климата включают интеграцию больших данных и использование искусственного интеллекта (ИИ). Это позволяет обрабатывать огромные объемы информации, включая данные спутниковых наблюдений, погодных станций и климатических исследований. Использование алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения в этом контексте

позволяет выявлять закономерности и делать прогнозы с высокой степенью точности.

#### **Сценарные прогнозы и симуляции**

Основой этих моделей являются сценарные прогнозы, которые представляют собой различные возможные будущие, основанные на различных предположениях об эмиссии парниковых газов, политических решениях, технологических инновациях и социально-экономических изменениях. Эти модели позволяют оценить потенциальные последствия различных стратегий смягчения и адаптации к изменению климата.

#### **Вклад в международные исследования**

Развитие этих математических моделей существенно влияет на международные исследования и политику в области климата. Они используются в работе таких организаций, как Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), помогая формировать глобальное понимание и ответ на климатические вызовы.

#### **Примеры применения**

Примеры применения этих моделей включают прогнозирование повышения уровня моря, изменений в распределении осадков и частоты экстремальных погодных явлений, таких как ураганы и засухи. Эти прогнозы имеют решающее значение для планирования в области градостроительства, сельского хозяйства, управления водными ресурсами и охраны здоровья населения.

#### **Анализ влияния климатических изменений на экосистемы**

##### **Исследование последствий климатических изменений**

Анализ влияния климатических изменений на экосистемы является важной частью компьютерного моделирования. Климатические изменения, вызванные такими факторами, как глобальное потепление и изменение атмосферного состава, оказывают глубокое влияние на экосистемы по всему миру. Компьютерное моделирование позволяет ученым изучать и прогнозировать эти изменения, а также оценивать их долгосрочные экологические последствия.

##### **Разнообразие экосистем и климатические факторы**

Различные экосистемы по-разному реагируют на климатические изменения. Например, в лесных экосистемах изменения температуры и уровня осадков могут влиять на рост деревьев и распределение видов. В морских экосистемах подъем температуры океана и закисление воды могут привести к гибели коралловых рифов. Моделирование этих процессов помогает понять, как именно климатические изменения влияют на различные виды и их среду обитания.

##### **Моделирование взаимодействий в экосистемах**

Компьютерное моделирование также используется для изучения взаимодействий между различными компонентами экосистем. Например, модели могут показать, как изменения в популяции одного вида могут влиять на всю пищевую цепь. Это помогает оценить каскадные эффекты,

которые могут возникнуть в результате климатических изменений.

#### **Предсказание и адаптация к изменениям**

Одной из ключевых целей такого моделирования является предсказание будущих изменений в экосистемах и разработка стратегий адаптации к этим изменениям. Это включает в себя создание сценариев управления ресурсами, сохранения видов и защиты биоразнообразия. Эти модели помогают принимать обоснованные решения в области экологической политики и управления природными ресурсами.

#### **Глобальное и региональное измерение**

Важно отметить, что климатические изменения и их влияние на экосистемы имеют как глобальное, так и региональное измерение. Компьютерное моделирование позволяет анализировать эти изменения на различных уровнях, от местных экосистем до глобального климата, предоставляя ценную информацию для международных и местных исследований и стратегий.

Практический пример: Моделирование и решение экологической проблемы

#### **Детальный анализ экологического кейса**

В качестве практического примера рассмотрим использование компьютерного моделирования для решения проблемы эрозии почвы в сельскохозяйственных районах. Эрозия почвы является значительной экологической проблемой, которая влияет на урожайность земель, качество воды и биоразнообразие.

#### **Фазы моделирования и анализа**

1. Сбор данных и создание модели: Исходные данные включали метеорологические записи, данные о типах почв, планы землепользования и информацию об агро-

технических практиках в регионе. На основе этих данных была создана компьютерная модель, имитирующая процессы эрозии почвы в различных климатических и землепользовочных сценариях.

2. Моделирование сценариев: Различные сценарии были смоделированы, включая изменения в обработке почвы, климатические изменения и внедрение противоэрозионных мер.

3. Анализ результатов и определение решений: Модель показала, как различные методы обработки почвы и противоэрозионные меры могут снизить потерю почвы. Были идентифицированы наиболее эффективные практики, адаптированные к конкретным условиям региона.

#### **Реализация и оценка эффективности**

На основе результатов моделирования был разработан план действий, включающий внедрение рекомендуемых методов обработки почвы и стратегий сохранения. Этот план был реализован в тестовых участках, а затем эффективность мер оценивалась на протяжении нескольких сельскохозяйственных циклов.

#### **Заключение**

Компьютерное моделирование экологических и климатических систем оказалось мощным инструментом в руках ученых и экологов. Этот подход позволяет не только глубже понять сложные процессы, происходящие в нашей среде, но и предвидеть будущие изменения, а также разрабатывать эффективные стратегии для решения экологических проблем. Введение в область компьютерного моделирования открыло путь для инновационных исследований, а разработка математических моделей для прогнозирования климатических изменений значительно улучшила наше понимание влияния человека на природу.

#### **Литература:**

1. Багоцкий, С. В. Математические модели в экологии. Библиографический указатель отечественных работ / С. В. Багоцкий, А. Д. Базыкин, Н. П. Монастырская. — М.: ВИНТИ, 1981. — 226 с.
2. Робертс, Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам / Ф. С. Робертс; пер. с англ. А. М. Раппопорта, С. И. Травкина. — М.: Наука, 1986. — 496 с.
3. Тикуннов, В. С. Моделирование в картографии / В. С. Тикуннов. — М.: Изд-во МГУ, 1997. — 405 с.

## Искусственный интеллект: двигатель прогресса или балласт?

Иноземцев Андрей Сергеевич, студент;

Николаев Александр Андреевич, студент

Научный руководитель: Зайцева Наталья Валентиновна, доктор философских наук, профессор  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

*В статье авторы рассуждают на тему искусственного интеллекта в современном мире и его возможное влияние на прогресс.*

*Ключевые слова: ИИ, искусственный интеллект, прогресс*

Искусственный интеллект (ИИ) — область компьютерных наук, которая развивает технологии, позволяющие компьютерам выполнять задачи, требующие интеллектуального мышления. Но какова его роль? Роль ИИ в современном мире включает применение в самых различных отраслях, таких как технологии, медицина, финансы, коммуникации и рекомендательные системы. ИИ помогает автоматизировать процессы, повышать эффективность и улучшать качество жизни людей. Например: в технологических отраслях ИИ используется в разработке автопилотов, робототехники, автоматизации и управления процессами. В медицинской отрасли он применяется в качестве диагностики и лечения различных заболеваний. В финансовой отрасли для прогнозирования финансовых рынков. В отрасли коммуникации ИИ позволяет создавать автоматические переводчики и различные инструменты для облегчения коммуникации на разных языках. В рекомендательных системах используется для предложения персонализированных рекомендаций, например, товаров, фильмов или музыки, основываясь на предпочтениях и поведении пользователя.

Как искусственный интеллект может улучшить нашу жизнь? К примеру, улучшение производительности и эффективности с помощью искусственного интеллекта (ИИ) может являться ключевым аспектом развития в различных сферах. И вот несколько способов, как ИИ может повысить производительность и эффективность:

Первый способ: ИИ может использоваться на различных автоматизированных производствах. Он способен анализировать данные о производстве, высчитывать и оптимизировать расходы на оборудование и различное сырьё, а также выявлять и рассчитывать производственную мощность.

Второй способ: Он может быть использован для анализа медицинских данных, для выявления различных видов заболеваний и разработки индивидуального плана лечения. Точность такого интеллекта позволяет выявлять различные патологии на ранних стадиях развития, увеличивая шансы человека на полное выздоровление.

Третий способ: В финансовой сфере искусственный интеллект может применяться для выявления и предотвращения мошенничества. Он может заранее выявить подозрительные действия в системе и соответственно предупредить об этом, а то и во все употребить какие-то меры

безопасности. Это позволит повысить уровень спокойствия и удовлетворённости клиентов.

Четвёртый способ: В транспортных ИИ может помочь оптимизировать различные маршруты, автоматизировать систему транспорта, а также улучшить безопасность транспорта. Его использование в данной сфере поможет увеличить эффективность и безопасность дорожного движения.

Но что же насчет опасностей, которые может принести нам искусственный интеллект? Помимо уже известного широкой публике «восстания машин» из-за злого и умного ИИ или потери рабочих мест в замене человека более совершенными машинами есть новые проблемы, что начали проявляться относительно недавно. Когда такие сервисы, как ChatGPT стали доступны большому кругу лиц для простого использования, ими стали пользоваться дети и подростки в рамках обучения. И пока одни используют их для более простого поиска информации или составления планов для дальнейшей работы с ними, есть те, кто использует их для полного выполнения заданий, даже не проверяя выданную искусственным интеллектом информацию.

Таким образом, падает качество образования, уменьшается количество умных и самостоятельных людей. В перспективе это может стать проблемой на рынке труда в виде недостатка действительно квалифицированных сотрудников.

Также искусственный интеллект могут использовать для различного рода кибератак. ИИ может создать более сложные атаки, которые могут нарушать безопасность компьютерных систем, похищать данные или проникать в защищенные сети.

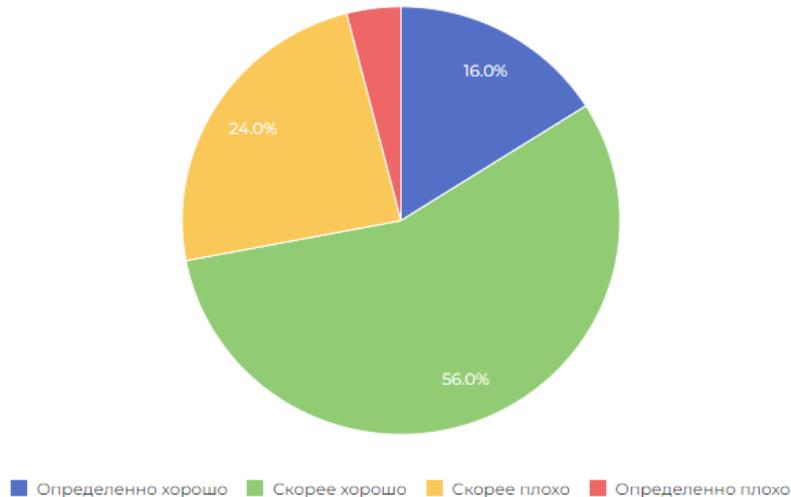
Или же творческие ИИ, которые взбудоражили творческое сообщество интернета. Нейросеть использует имеющиеся работы художников для создания новых рисунков. Многие художники стали бояться потерять работу. Но если посмотреть на это без паники, можно понять, что это произойдет не в ближайшем будущем.

Исходя из того, что ИИ использует лишь имеющуюся информацию в интернете, можно ли назвать его разумным? Вообще философия относит ценность разума к высшим ценностям. Считается, что разум позволяет людям анализировать, рассуждать, оценивать и строить аргументы. И всё это способен делать искусственный ин-

теллект. Значит ли это, что он разумен? Мы считаем, что нет, поскольку он опирается на уже созданные рассуждения, а также не способен понимать моральные принципы и ценности.

Стоит ли тогда его бояться? Наверное, всё же нет, пока искусственный интеллект не настолько развит для

восстания, но некоторые профессии могут измениться, и вместо ручной работы люди станут управлять нейросетями, формируя правильные запросы. Также исходя из данных с сайта [anketolog.ru](http://anketolog.ru) около 72 % среди опрошенных россиян относятся к развитию искусственного интеллекта хорошо.



Исходя из всего этого можно понять, что людям полезно будет использовать ИИ. Но также важно знать меру

и правильно использовать искусственный интеллект в жизни.

Литература:

- <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/05/24/the-role-of-artificial-intelligence-in-industry/?sh=2a49f1174c56>
- [https://www.researchgate.net/publication/334074867\\_Ethical\\_and\\_Society\\_Implications\\_of\\_Artificial\\_Intelligence](https://www.researchgate.net/publication/334074867_Ethical_and_Society_Implications_of_Artificial_Intelligence)

## Анализ нескольких рисков безопасности в промышленных сетях

Ли Цзымин, студент магистратуры  
Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

*В данной работе представлены несколько типичных рисков безопасности в промышленных сетях, в основном включающих атаки на сетевые объекты, вирусы и вредоносное программное обеспечение, проанализированы управленческие и физические риски, а также предложены стратегии предотвращения этих рисков, что имеет положительное значение для повышения стабильности производственной системы.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, интернет вещей, промышленный.

С развитием информационных технологий в последние годы растет степень информатизации различных промышленных систем, широко используются различные типы промышленных информационных систем на основе архитектуры В/S, особенно широкое применение промышленных информационных систем на основе Интернета сделало удаленный мониторинг простым и осуществимым. Однако в то же время проблемы безопасности, вызванные пробелами в информационных системах, представляют собой потенциальную угрозу для безопасности производства, а серьезные пробелы в системе безо-

пасности могут даже привести к авариям на производстве. Поэтому анализ возможных рисков безопасности и своевременное принятие некоторых стратегий имеют большое значение для предотвращения возможных проблем безопасности.

Атаки на сетевые системы, такие как распределенный отказ в обслуживании (DDoS), являются одной из самых серьезных угроз в компьютерных сетях [1]. Промышленные информационные системы, к которым можно получить удаленный доступ, обычно основаны на Интернете для предоставления услуг, вторжение в сеть с целью

кражи данных или даже фальсификации данных приводит к риску. Поэтому необходимо создать соответствующую систему сетевой безопасности, чтобы предотвратить потери системы из-за сетевых атак, а соответствующие технологии включают в себя создание брандмауэров, шифрование данных и другие средства. Во-вторых, необходимо также своевременно устранять уязвимости в системе безопасности сервера, отслеживать подозрительный трафик и своевременно принимать соответствующие меры при обнаружении проблем.

Поскольку некоторые промышленные информационные системы должны подключаться к Интернету или взаимодействовать с внешними данными, вторжение вирусов — это риск безопасности, который нельзя игнорировать. Вирусы могут проникать в промышленные информационные системы различными путями, вызывая медленную работу системы или даже подделку данных, что может напрямую повлиять на производительность или даже привести к авариям на производстве. Кроме того, некоторые вредоносные программы, настроенные на враждебный и агрессивный лад, могут попытаться проникнуть в систему и даже взять на себя управление определенными процессами или полностью вывести компьютер из строя, что может привести к повреждению системы [2]. Для решения этих проблем необходимо разворачивать системы защиты и обновлять вирусные базы данных, чтобы обеспечить своевременное обнаружение и удаление вирусов и вредоносных программ.

Недостаточный контроль за сотрудниками приводит к взаимодействию данных между носителями внешнего персонала и системами, которые не должны быть связаны с экстранетом, и в этом случае несанкционированный доступ внешнего персонала может привести к краже данных, а также могут возникнуть проблемы с безопасностью данных из-за ошибок в работе персонала. Поэтому необходимо установить разумные правила и нормы для обеспечения безопасности системы, чтобы предотвратить риски безопасности, вызванные несанкционированными операциями, а также минимизировать вероятность передачи данных и привилегий несвязанному персоналу,

чтобы избежать ненужных рисков и снизить вероятность уязвимости системы в опасной среде.

Промышленные информационные системы часто содержат большое количество датчиков и сетевых узлов, которые работают в различных условиях. Обеспечение физической безопасности оборудования может эффективно предотвратить потерю данных, смещение данных и утечку данных, вызванную повреждением оборудования. Поэтому важно обеспечить работу соответствующего оборудования в безопасной и стабильной среде, чтобы повысить стабильность системы, а связанные с этим риски можно снизить за счет регулярного резервного копирования данных. Для обеспечения безопасности носителей резервных копий необходимо разработать и внедрить политику безопасности, назначив доступ к программному обеспечению резервного копирования только для уполномоченного персонала, хранить резервные копии вне помещений, контролировать физический доступ к местам хранения резервных копий, а также использовать защищенные паролями и зашифрованные резервные копии [3].

Выше перечислены несколько типичных проблем безопасности в промышленных информационных системах, в дополнение к необходимости учитывать социальную инженерию, законы и правила и так далее, некоторые из них являются техническими проблемами, а другие — проблемами управления. Обслуживание промышленных информационных систем — это очень сложная работа, необходимо обеспечить безопасность системы, стабильную работу при условии снижения затрат и повышения производительности, насколько это возможно, для достижения баланса между производительностью системы и экономичностью. Одним словом, необходимо принимать эффективные меры по всем направлениям для предотвращения возможных рисков для промышленных информационных систем, что поможет повысить стабильность производственного процесса и снизить риск производственных аварий из-за сбоев системы.

*Исследование было профинансировано Китайским советом по стипендиям.*

#### Литература:

1. Zhang, C. Communication security in internet of thing: preventive measure and avoid DDoS attack over IoT network / C. Zhang, R. Green. — Text: electronic // Proceedings of the 18th symposium on communications & networking. — San Diego: Society for Computer Simulation International, 2015. — P. 8–15.
2. Analysis of information security issues in corporate computer networks / E. A. Lavrov, A. L. Zolkin, T. G. Aygumov [et al.]. — Text: electronic // IOP Conference Series. Materials Science and Engineering (Vol. 1047, No. 1). — Bristol: IOP Publishing, 2021. — P. 012117.
3. Ali, B. Cyber and physical security vulnerability assessment for IoT-based smart homes / B. Ali, A. I. Awad. — Text: electronic // Sensors. — 2018. — No. 18(3). — P. 817.

## Актуальность применения микросервисной архитектуры в системах обработки данных

Селезнёв Александр Игоревич, студент магистратуры;  
Селезнёв Игорь Львович, кандидат технических наук, доцент  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск, Беларусь)

В статье рассматриваются основные виды архитектур программного обеспечения. Подробно рассматривается микросервисная архитектура, обсуждаются её достоинства и недостатки. Проведен анализ актуальности применения микросервисной архитектуры в системах обработки данных.

**Ключевые слова:** микросервисы, архитектура программного обеспечения, базы данных, программное обеспечение, системы обработки данных.

С начала XXI века происходит постоянная модернизация компьютерной инфраструктуры и стремительно меняются требования и потребности IT-компаний, поэтому сложно переоценить важность построения стабильных и производительных систем для обработки различных потоков информации. Успешность и функциональность этих систем во многом обуславливается выбором архитектуры программного обеспечения, которая отвечает поставленным требованиям и задачам отдельно взятой компании. Архитектура программного обеспечения (ПО) — это фундаментальная структура

программной системы, которая включает в себя элементы программного обеспечения, отношения между ними, а также свойства как элементов, так и отношений [1].

### Основные виды архитектуры ПО в контексте обработки данных

**Монолит.** Данная архитектура представляет собой систему, в которой весь код разворачивается как единый процесс. Может существовать несколько экземпляров этого процесса (из соображений надежности или масштабирования), но весь код упакован в один процесс. На рисунке 1 изображена структурная схема монолита с одним процессом.

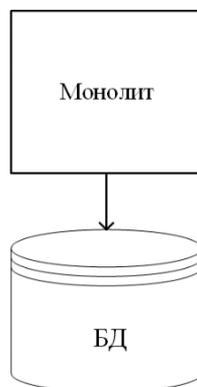


Рис. 1. Структурная схема монолита с одним процессом

Из рисунка 1 видно, что рабочее приложение в черном ящике (монолит), выполняющее некоторые операции, имеет доступ к чтению/записи базы данных (БД). Чёрный ящик — это представление системы, внутреннее устройство и механизм работы которой неизвестен или неважен в рамках данной задачи [2]. БД является одним из компонентов системы управления базами данных (СУБД). СУБД представляет собой связанный набор программных компонентов, который позволяет совершать над БД операции чтения/записи, удаления и обработки запросов пользователя. Главным компонентом СУБД является ядро, которое отвечает за работу всей системы [3].

Достоинства монолитной архитектуры:

1. Простота и легкость разработки. Компоненты монолитной системы тесно связаны, поэтому написание

и тестирование кода не представляет особой сложности, используется единая база кода, что упрощает понимание общей логики приложения.

2. Производительность и эффективность. Поскольку все компоненты выполняются в рамках одного процесса, взаимодействие между процессами не осуществляется, что обеспечивает более быстрое время выполнения.

3. Среда совместно используемых данных. У всех компонентов есть прямой доступ к БД, что позволяет беспрепятственно обмениваться данными, тем самым устраняя необходимость в сложных механизмах синхронизации.

Недостатки монолита:

1. Масштабирование. Масштабирование монолита представляет собой сложную задачу, потому что всё при-

ложение выступает как единое целое. В случае если выделение дополнительных ресурсов требуется только для определенных компонентов монолита, может произойти их нерациональное использование.

2. Необходимость в отлаженном коде всех внутренних компонентов. Так как монолит потребляет все ресурсы сервера, на котором работает, то в случае использования одним из компонентов значительной части ресурсов может произойти снижение работоспособности всей системы вплоть до отказа.

3. Ограниченность в использовании одного стека технологий. Для добавления новых технологий или фреймворков необходимо перепроектирование всего приложения. Такое требование единообразия технологий может

ограничить возможности и замедлить дальнейшее развитие приложения.

4. Необходимость в остановке работы монолита при обслуживании, развертывании или внесении нового функционала. Любые изменения или обновления требуют повторного развертывания всего приложения, что ведет к увеличению времени простоя и возможным нарушением работы [4].

**Модульный монолит.** Эта архитектура ПО представляет собой систему, в которой один процесс состоит из отдельных модулей. Каждый модуль может работать независимо, но для развертывания модульного монолита эти модули необходимо объединить. На рисунке 2 приведен пример двух основных концепций модульного монолита.

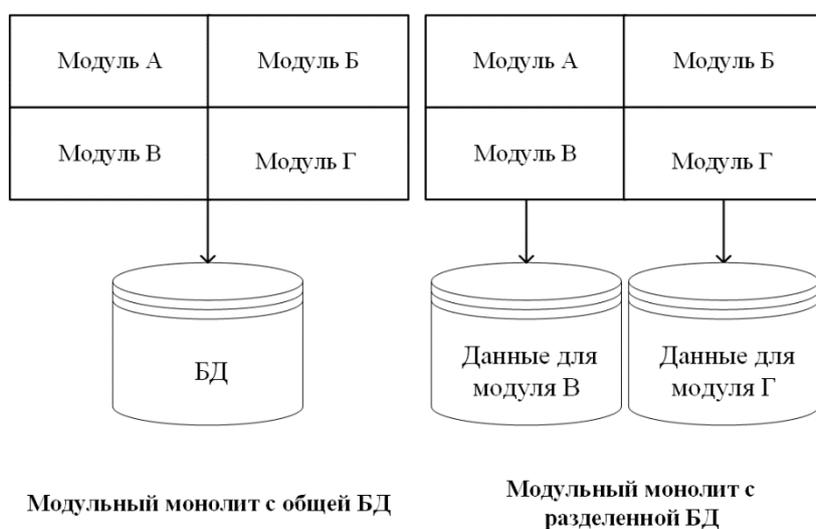


Рис. 2. Пример основных концепций модульного монолита

Из рисунка 2 видно, что в случае схемы с общей БД монолит представлен в виде изолированных модулей, которые могут выполнять различные операции и иметь доступ на чтение/запись к БД. Модульный монолит с разделенной БД представляет собой архитектуру, где данные доступны только для определенных модулей. В этом случае, например, для получения данных из модуля Г в модуль Б должен быть прописан интерфейс их взаимодействия, так как данные модуля Г скрыты для всех остальных модулей. В настоящее время модульные монолиты с распределенной БД являются наиболее актуальной версией этой архитектуры.

Модульные монолиты, помимо достоинств обычных монолитов, обладают следующими преимуществами:

1. Изоляция модулей. Модули изолированы друг от друга, поэтому выявление неправильной работы осуществляется легче, чем в обычном монолите. Кроме того, модули, как правило, выполняют одну общую задачу, что облегчает написание и изменение кода.

2. Возможность использования разных стеков технологий для каждого модуля. Так как модули работают изолированно в одной системе, то появляется возможность использовать различные технологии внутри одного мо-

дуля при правильно настроенном интерфейсе взаимодействия.

3. Возможность использования разделенной БД для каждого из модулей. Это обеспечивает повышение безопасности использования данных и снижает нагрузку на СУБД.

Несмотря на то что модульные монолиты не имеют ограничений на использование одного стека технологий, тем не менее им присущи все остальные недостатки монолитов, а также добавляется сложность реализации разделения монолита на модули и работа с разделенной БД [5].

**Распределенный монолит.** Эта архитектура представляет собой систему, состоящую из нескольких сервисов, которые должны быть развернуты одновременно. Распределенный монолит подходит под определение сервис-ориентированной архитектуры (service-oriented architecture, SOA), но не всегда может соответствовать этой архитектуре. SOA представляет собой набор сервисов — независимых, самостоятельных, полноценных приложений, которые могут находиться как на одном хосте, так и в сети [6]. Распределенный монолит, как правило, представляет собой взаимосвязь основного сервиса

и вынесенных во вне отдельных сервисов-приложений, выполняющих множественные задачи, и вся эта система

связана между собой. На рисунке 3 представлен пример распределенного монолита.

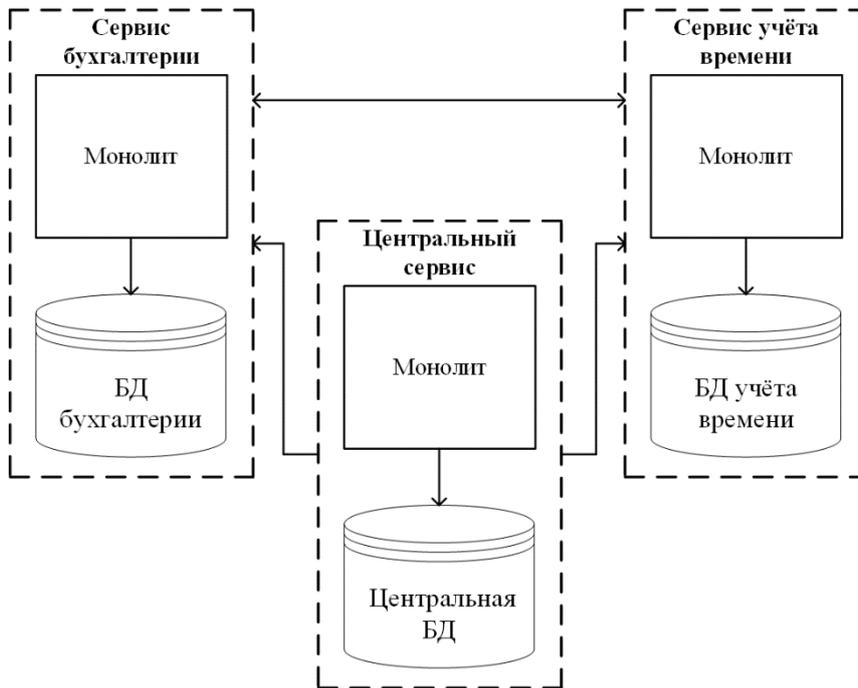


Рис. 3. Пример распределенного монолита

Из рисунка 3 видно, что центральный сервис и два других отдельных сервиса взаимодействуют друг с другом посредством интерфейсов, а также имеют отдельные БД.

Несмотря на то, что эта архитектура обладает всеми достоинствами модульного монолита, отдельно вынесенные сервисы не приносят особых достоинств, так как всю систему нужно разворачивать целиком. Главным недостатком реализации распределенного монолита является чрезмерная сложность реализации при увеличении количества сервисов и отсутствие зна-

чимых достоинств по сравнению с другими архитектурами.

**Микросервисы.** Микросервисы — это тип SOA, при котором система строится как набор независимых и слабо связанных сервисов, которые можно создавать, используя различные языки программирования и технологии хранения данных. Концепция микросервисов позволяет поддерживать слабую связанность сервисов в процессе работы системы и реализует ключевую особенность этой архитектуры — возможность независимого развертывания каждого из микросервисов.

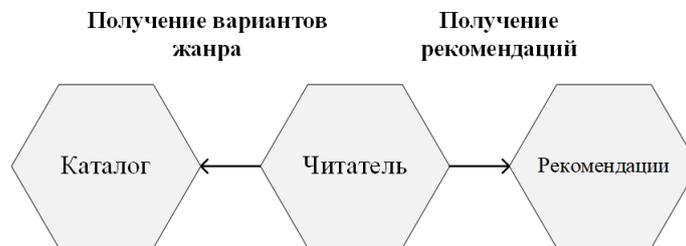


Рис. 4. Пример микросервисной архитектуры приложения «Чтение онлайн»

На рисунке 4 приведен пример микросервисной архитектуры (МА) приложения «Чтение онлайн» с тремя микросервисами. Микросервис «Читатель» содержит информацию о пользователе, микросервис «Каталог» позволяет получать доступ к книгам выбранного жанра, представленных в электронном формате, и, наконец, микросервис «Рекомендации» на основе полученных запросов пользователя формирует рекомендации в рамках текущего жанра.

Микросервисы более детально рассматриваются ниже.

**Особенности микросервисной архитектуры**

Ключевая особенность микросервисов — возможность реализации системы, при которой каждый из компонентов может быть развернут независимо от других, что достигается с помощью систем непрерывной интеграции, непрерывной доставки и непрерывного развертывания.

Непрерывная интеграция (Continuous Integration, CI) — это система, состоящая из системы контроля версий (например Git) и сервера, который включает в себя модули сборки и модульного тестирования. Особенностью CI является автоматизация всего процесса, на выходе которого получается работающий код.

Непрерывная доставка (Continuous Delivery, CD) представляет собой систему, которая реализует подготовку тестовой среды и интеграционных тестов. Различают следующие тестовые среды:

1. Среда для разработки. В этой среде производятся тесты с меньшим количеством компонентов и библиотек; используются только те, которые необходимы для работы приложения.
2. Среда для ручного тестирования. В этой среде тестируется любое возможное взаимодействие между приложением и пользователем.
3. Среда для нагрузочного тестирования. Эта среда предназначена для тестирования больших объемов данных и интенсивного использования приложения.

4. Среда, повторяющая реальные параметры работы приложения в ожидаемых и прогнозируемых условиях. В ней, как правило, идет тестирование отдельных параметров.

5. Среда, максимально приближенная по всем параметрам к реальной среде, в которой работает или будет работать приложение.

После полного выполнения всех тестов код в любой момент готов к развертыванию, что является базисом CD.

Непрерывное развертывание (Continuous Deployment, CDep) — это процесс выпуска ПО, в котором используется автоматизированное тестирование и производится проверка правильности и стабильности изменений в базе кода для немедленного автономного развертывания в рабочей среде. В отличие от CD и CI, которые, как правило, автоматизируются, в CDep предусматривается как автоматический, так и ручной процесс отправления ПО для использования [7].

Схема взаимодействия систем CI, CD и CDep представлена на рисунке 5.



Рис. 5. Схема взаимодействия систем CI, CD и CDep

Для реализации данного подхода микросервисы должны обладать как можно большей связностью и как можно меньшей сопряженностью. Связность — организация функциональности кода микросервиса таким образом, чтобы обеспечить возможность вносить изменения в меньшем количестве мест. Это нужно для того, чтобы система микросервиса оставалась целостной при любых изменениях. Сопряженность — это уровень взаимодействия между модулями. Когда между модулями присутствует слабая сопряженность, то изменения в одном микросервисе не требуют изменений в другом. Слабо сопряженный микросервис имеет необходимый минимум сведений о сервисах, с которыми ему приходится работать. На рисунке 6 представлены различные виды сопряженности микросервисов.

Доменная (предметная) сопряженность описывает взаимодействие микросервисов, когда одному микросервису требуется функциональность, предоставляемая другим. Доменная форма связи считается наиболее слабой. Ситуация, когда микросервису необходимо взаимодействовать с большим количеством нижестоящих микросервисов, может свидетельствовать о чрезмерной централизованности логики. Временная сопряженность — это зависимость работы одного микросервиса от другого в определённый временный интервал. Сквозная сопряженность характеризуется тем, что для работы одного микросервиса требуются данные от другого микросервиса, который не имеет с ним прямого интерфейса взаимодействия и получает их через посредников — другие



Рис. 6. Виды сопряженности микросервисов

микросервисы. Общая сопряженность возникает тогда, когда несколько микросервисов используют общий набор данных. Одним из видов такой формы сопряженности является множество микросервисов, использующих одну и ту же БД, это также может проявляться в использовании общей памяти или файловой системы. Сопряженность по содержимому проявляется, когда вышестоящий сервис взаимодействует с внутренними компонентами нижестоящего и изменяет его состояние. Примером этого является ситуация, когда один микросервис обращается к БД другого микросервиса и производит её изменения напрямую. Сопряженность по содержимому во многом похожа на общую сопряженность, но отличается от неё большим размытием границ доступа между микросервисами, что может повлечь за собой пропорциональное увеличение сложности изменений системы в целом. Про-

блема в том, что изменения в одном микросервисе могут вызвать нарушения в работе других микросервисов, а это противоречит основной концепции данной архитектуры [8].

Для полноценной работы МА важным требованием является сокрытие информации в рамках отдельно взятого микросервиса. Основной способ реализации данного требования заключается в отделении частей кода, подверженных частым изменениям, от тех, которые являются статичными. Это нужно для того, чтобы граница микросервиса (интерфейсы взаимодействия с внешним миром/микросервисами) была стабильной, а внутренние модифицируемые части модуля были скрыты. Идея заключается в том, что внутренние изменения могут вноситься безопасно до тех пор, пока поддерживается совместимость модулей.

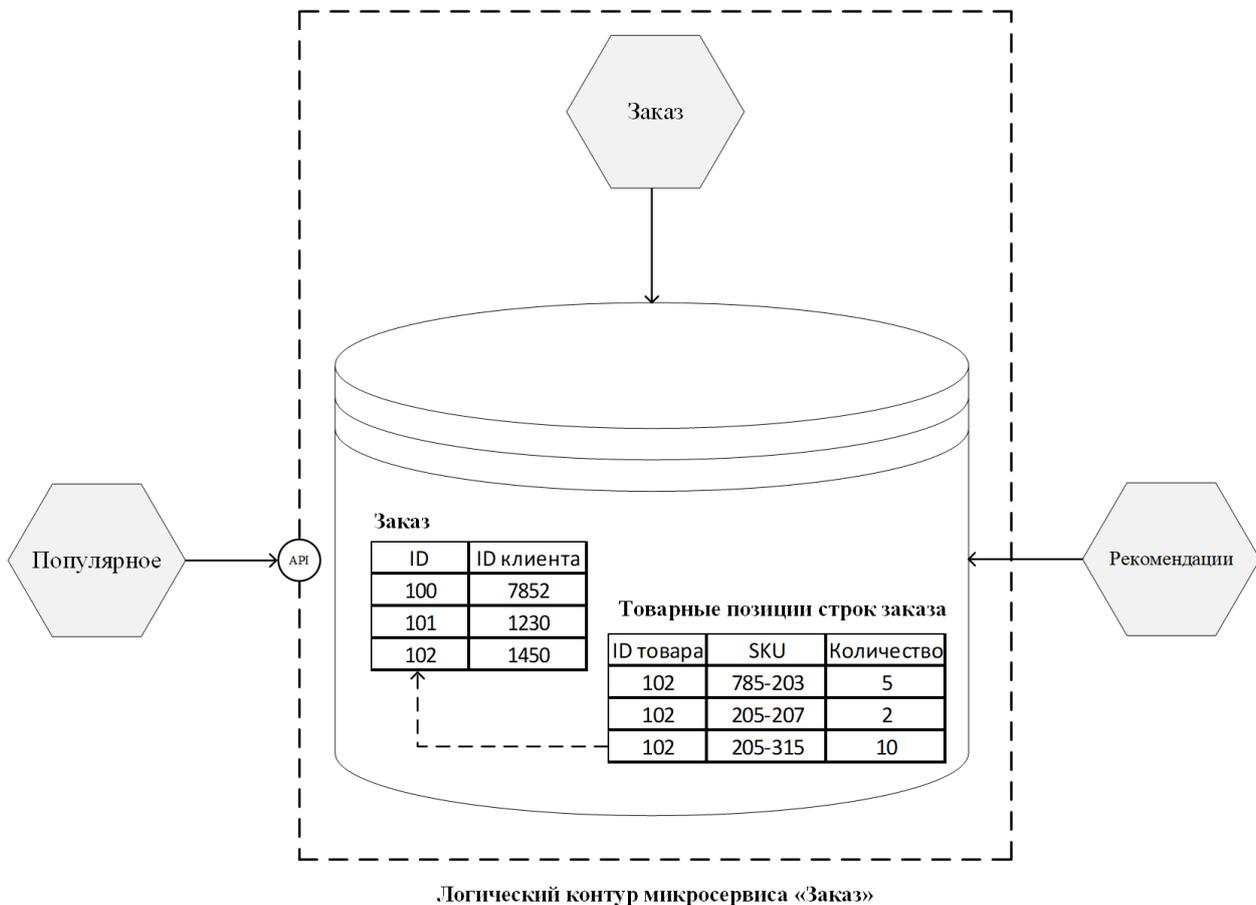


Рис. 7. Пример трех микросервисов с различным сокрытием информации

На рисунке 7 представлена система обработки заказа с помощью микросервисов «Заказ», «Рекомендации» и «Популярное». После исполнения операций в модуле «Заказ» данные вносятся в его БД, к которой обращаются микросервисы «Рекомендации» и «Популярное». Микросервис «Рекомендации» обращается к БД микросервиса «Заказ» напрямую и извлекает необходимые данные, таким образом эти два микросервиса имеют общий тип сопряженности и слабое сокрытие информации. В этом случае присутствует сложный канал передачи информации, так как одному микросервису нужно «знать» внутреннее устройство другого микросервиса и способ извлечения данных из него — в случае изменения первоначального микросервиса другой перестанет корректно функционировать. Микросервис «Популярное» обращается к микросервису «Заказ» через программный интерфейс (Application Programming Interface, API), представляющий собой конечную точку микросервиса «Заказ». В данном случае API представляет собой подобие контракта между этими микросервисами: микросервис «Заказ» ожидает предоставления данных на входе в форме запроса на чтение данных из его БД, обязуется выполнить внутреннюю операцию после получения корректного запроса и передать данные на выход. В этом примере выполняется операция чтения данных из БД и отправка их копий в микросервис «Популярное» [9], что обеспечивает сокрытие данных и реализацию доменной сопряженности. Для построения стабильной и гибкой системы на микросервисах справедливо утверждение «умные конечные точки и глупые каналы передачи», подразумевающее организацию функционально сложных входных точек микросервисов, например через

API, и простые каналы обмена данными [10]. На примере рисунка 7 можно утверждать о непосредственной взаимосвязи организации БД по отношению к микросервисам.

Реализация МА предполагает следующие виды взаимодействия с СУБД:

Использование одной СУБД и разделение базы данных на логические схемы БД для каждого из микросервисов. Возможность разделения общей БД на отдельные логические схемы, которые существуют обособленно и изолированно по отношению друг к другу, отвечает требованиям микросервисной архитектуры. Ядро СУБД в данном случае представляет собой единую точку отказа системы, что, как правило, повышает отказоустойчивость, уменьшает сложность проектирования и затраты на лицензирование.

Использование нескольких СУБД с предоставлением микросервисам своих отдельных БД и/или логических схем. В зависимости от реализации это может расширить функциональность системы, но значительно повышает сложность поддержки, проектирования и создает дополнительные точки отказа системы. В случае отказа ядра одной из СУБД остальная часть системы может некорректно функционировать, так как ряд микросервисов не сможет получать данные из отказавших БД.

Для достижения гибкости в распределении рабочей нагрузки на физическом уровне в МА присутствует возможность динамического изменения используемых ресурсов каждым микросервисом с помощью инстанцирования дополнительных экземпляров этого микросервиса и балансировщика нагрузки в качестве элемента управления (рис. 8).

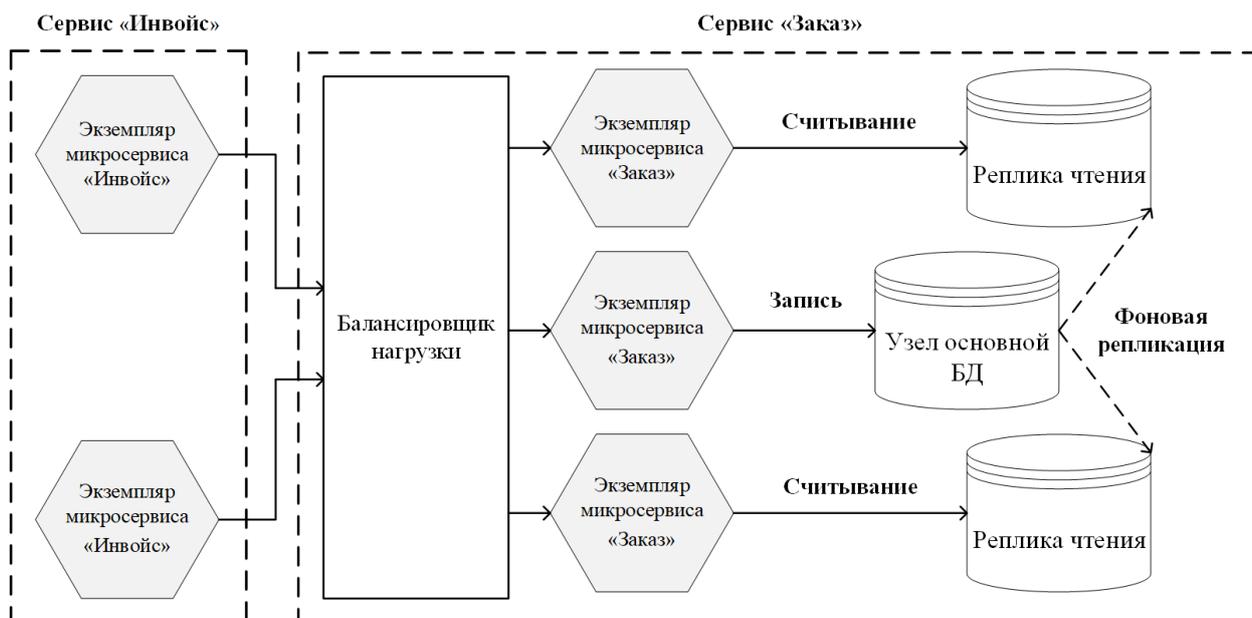


Рис. 8. Пример взаимодействия микросервисов на физическом уровне

Из рисунка 8 видно, что физическое представление взаимодействия двух микросервисов существенно отличается от логического. При изменении рабочей нагрузки

возможно подключение нескольких экземпляров микросервиса «Инвойс», которые обращаются к определенным экземплярам микросервиса «Заказ» под управлением ба-

лансировщика нагрузки. Дополнительные экземпляры микросервиса позволяют обрабатывать большую нагрузку системы и увеличивают её надёжность — в случае отказа одного экземпляра может быть использован другой. В рассматриваемом примере для обработки нагрузки выделены 3 экземпляра микросервиса «Заказ», которые производят операции чтения/записи в узел основной БД. Современные СУБД предоставляют возможность создавать реплики для чтения БД, каждая из которых используется отдельным экземпляром микросервиса, что приводит к уменьшению нагрузки на используемую БД, так как она может быть одной из многих логических схем, выделенных под каждый микросервис.

Основные варианты развертывания микросервисов:

1. Физический компьютер. В этом случае весь микросервис развертывается на локальной машине разработчика, представляющей собой стационарный компьютер. Несмотря на возможность полного доступа к управлению микросервисом, этот метод обладает рядом недостатков: нерациональное использование ресурсов, нарушение принципа «изолированная среда для выполнения» и сложность в управлении. В настоящее время этот метод почти не используется.

2. Виртуальные машины. Виртуальная машина (VM) — это программное обеспечение, которое создает виртуальное окружение, эмулирующее работу физического компьютера или сервера [11]. VM позволяет изолировать микросервисы и повысить эффективность использования вычислительной инфраструктуры — например, в составе облачных услуг. Развертывание каждого экземпляра микросервиса на отдельной VM гарантирует хорошую степень изоляции между экземплярами. Недостатком такой конфигурации является то, что любая система управления VM (гипервизор) также потребляет часть аппаратных ресурсов, причем пропорционально количеству VM, что сильно ограничивает дальнейшее масштабирование.

3. Контейнеры. Контейнер — это альтернативный тип виртуализации, использующий изолированную среду для выполнения приложений [12]. Ключевым преимуществом микросервисов, упакованных в контейнеры, по сравнению с VM, является их сравнительно небольшой размер и высокая скорость запуска, что повышает эффективность динамического перераспределения нагрузки. Недостатком контейнеров для микросервисов является меньшая степень изоляции, чем на физической машине и VM.

Контейнеры могут использоваться в совокупности с VM, позволяя получать преимущества обоих видов развертывания: VM обеспечивают высокую производительность и большую степень изоляции, а контейнеры — высокую скорость развертывания и работы. Популярными контейнерными технологиями являются Docker и Kubernetes.

4. Платформа как услуга (Platform as a Service, PaaS). PaaS — это уровень облачной инфраструктуры, предоставляющий ресурсы для создания инструментов и при-

ложений уровня пользователя. В него входит базовая инфраструктура, включая вычислительные и сетевые ресурсы, хранилища, а также инструменты разработки, СУБД и промежуточное ПО [13]. Особенностью PaaS для развертывания МА является то, что её инструменты, как правило, представляют собой черные ящики и адаптированы к среднестатистическому приложению. В зависимости от потребностей для текущей системы это может быть как достоинством, так и недостатком. Пример такого решения — платформа Heroku [14].

5. Функция как услуга (Function as a Service, FaaS). FaaS — архитектурный шаблон, предполагающий возможность вызова экземпляра управляющего кода без необходимости управления серверами и серверным приложением; является ключевым компонентом вычислений без сервера [15]. Одним из популярных решений FaaS является сервис AWS Lambda [16], концепция которого состоит в том, что система строится из модулей рабочего кода (функций) и триггеров, которые могут быть в виде файлов, событий или вызовов. После того как поступает нужный сигнал — триггер активируется, и функция запускается, а когда сигнал прекращается — она завершается. Преимуществом такой системы является гибкая модель оплаты за использование: в отличие от других систем, где нужно оплачивать целиком использования всего сервиса, в этой системе оплачиваются только те функции, которые требуются.

FaaS является хорошим решением для ситуаций, когда нагрузка на микросервисную систему низкая или имеет нелинейный характер. Основным преимуществом FaaS является снижение операционных издержек, а недостатком — ограниченность в контроле над запускаемыми процессами.

Достоинства микросервисной архитектуры:

1. Технологическая неоднородность. Для реализации каждого микросервиса может быть выбран свой стек технологий, который оптимизирует и улучшает работу системы в целом. Ввиду вышеописанных особенностей МА есть возможность во внедрении и проверке новых технологий без отказов в работе.

2. Надёжность. При отказе одного из элементов есть возможность в продолжении работы всей системы с помощью изоляции этого элемента, в отличие от монолита, где, как правило, отказавший сервис приводит к отказу всей системы.

3. Масштабирование. Особенностью МА является гибкость по отношению к рабочим нагрузкам в любом месте системы, так как есть возможность динамического увеличения ресурсов определенного микросервиса с помощью запуска дополнительных экземпляров.

4. Простота развертывания. МА позволяет производить развертывание как отдельного фрагмента кода микросервиса, так и всего микросервиса без надобности пересборки всей системы и остановки работы приложения. Для этого, как правило, применяются системы CI, CD и CDer.

5. Компонуемость. Концептуально микросервисы соответствуют утверждению «один микросервис — одна задача», что дает возможность как повторного использования отдельных микросервисов, так и перекомпоновки всей системы.

Недостатки микросервисной архитектуры:

1. Сложность/невозможность в локальном запуске всей системы. По мере увеличения количества используемых микросервисов ограничивается возможность локального тестирования и разработки системы в целом.

2. Технологическая перегруженность. Использование микросервисов вносит множество затруднений и проблем, поэтому добавление и внедрение дополнительных стеков технологий, особенно одновременно, может значительно ухудшить имеющуюся систему.

3. Стоимость. Микросервисы являются «дорогой» технологией, так как требуется правильное и сбалансированное проектирование системы, опыт разработчиков и внедрение/лицензирование новых технологий.

4. Отчетность. МА представляет собой разнородную систему взаимодействия различных элементов с изолированными БД, поэтому, в отличие от монолита, в котором есть возможность считывания всей БД целиком и простого составления отчетности, необходимо настраивать отдельную систему для сбора информации.

5. Мониторинг и устранение неполадок. Мониторинг этой архитектуры представляет собой сложную задачу, так как на физическом уровне каждый микросервис состоит из некоторого количества экземпляров — активных и неактивных, а также БД, с некоторым количеством реплик, что значительно усложняет мониторинг системы в целом.

6. Тестирование. Сложность тестирования выражается в том, что сначала нужно отдельно тестировать каждый микросервис, а потом совместное взаимодействие его с другими элементами системы.

7. Согласованность данных. Каждый микросервис обладает своей БД, поэтому возникает проблема согласованности данных при передаче, так как заложенные механизмы транзакций СУБД хорошо работают только в рамках одной БД [17, с. 47–57].

#### **Актуальность применения микросервисной архитектуры**

В зависимости от процесса разработки/модернизации ПО в IT-компаниях могут применяться два вида внедрения МА:

1. Выбор микросервисов в качестве исходной архитектуры при создании нового приложения. В ходе разработки нового приложения предметная область может изменяться. Такие изменения при использовании МА могут приводить к большему количеству преобразований, вносимых в интерфейсы сервисов, а их взаимная координация требует выделения дополнительных ресурсов. Поэтому микросервисы целесообразно использовать только в случае явно определенной предметной области.

С другой стороны, при определенной предметной области также могут возникнуть трудности. Основная часть этих затруднений связана с необходимостью параллельной разработки основного функционала приложения и внедрения МА. Еще одной сложностью является то, что микросервисы во многом ориентированы на облачную инфраструктуру, которая может вносить свои коррективы в разработку. В этом случае монолит может быть более предпочтителен, позволяя сосредоточиться именно на разработке приложения.

2. Изменение исходной архитектуры. Под изменением исходной архитектуры, как правило, понимается разложение той или иной реализации монолита. Разложение монолита — это процесс декомпозиции системы на меньшие функциональные части, каждая из которых, в контексте микросервисов, предполагает собой реализацию одной обособленной функции. В зависимости от потребностей конкретной IT-компании могут быть сделаны промежуточные шаги на пути принятия МА: преобразование в модульный монолит или переход к распределенному монолиту. Примером перехода к модульному монолиту является ПО Shopify, которое в итоге настолько отвечало требованиям компании, что дальнейший переход на микросервисы не потребовался [18].

Начало разложения монолита, как правило, подразумевает собой выделение его функциональных частей, определение их взаимосвязей и поиск тех элементов, декомпозиция которых будет наиболее проста в реализации и увеличит эффективность работы приложения [19, с. 77–83]. Для полной декомпозиции необходимо извлечь как отдельные модули (фрагменты кода), так и разделить общую базу данных на обособленные и изолированные БД.

На рисунке 9 представлен пример начального этапа разложения монолита «Библиотека онлайн», в котором были выделены следующие функциональные модули: «Отчётность», «Популярное», «Реклама», «Читатель» и «Каталог». В этом монолите основным функциональным блоком является «Читатель», в котором реализованы функции работы приложения. В модуле «Отчётность» заносятся отчёты о пользовании приложением, модули «Каталог» и «Популярное» служат для отбора книг из каталога и занесения в популярные книги соответственно, а модуль «Реклама» отвечает за показ рекламного объявления о популярных книгах на домашней странице пользователя. Так как модуль «Отчётность» имеет меньше всего взаимосвязей и регулярно используется для сбора информации, то целесообразно начать разложение монолита с него путем выделения в отдельный микросервис. В результате этой операции для выделенного микросервиса можно ограниченно начать пользоваться некоторыми преимуществами микросервисов: динамически изменять выделение ресурсов и использовать другой стек технологий для более эффективной обработки данных. В некоторых случаях такой частичный переход к МА может помочь разгрузить запутанную вну-

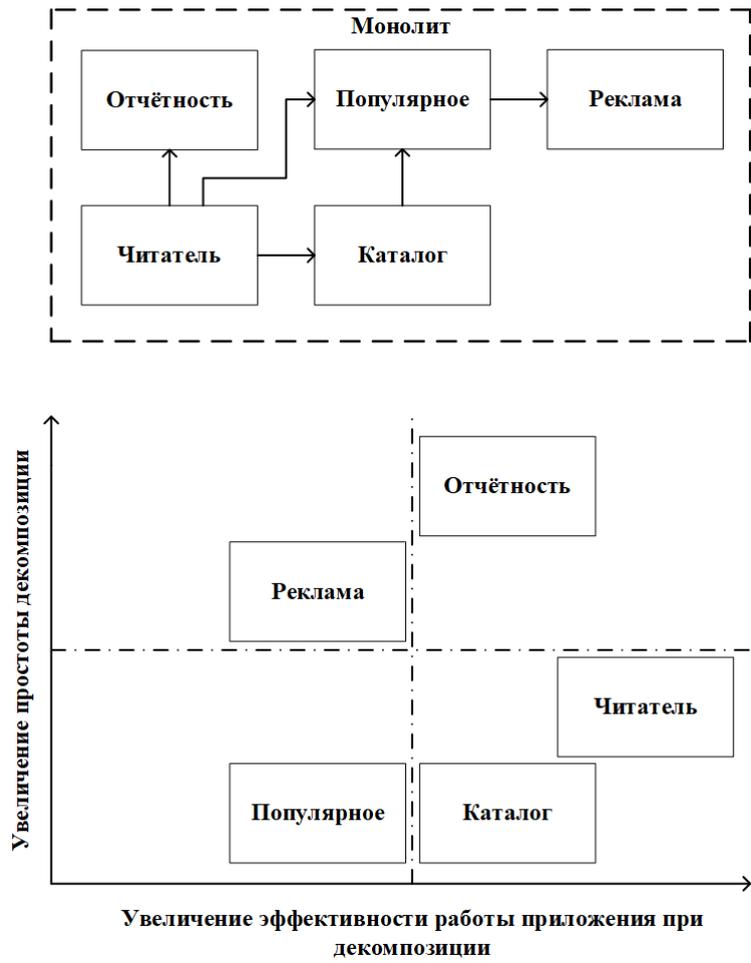


Рис. 9. Пример начального этапа разложения монолита «Библиотека онлайн»

треннюю логику отдельных сервисов приложения и явно изолировать важные области данных, доступ к которым должен быть ограничен. Однако, чем больше взаимосвязей имеет функциональный модуль монолита, тем сложнее процесс его выделения в микросервис: к таким элементам относятся функциональные модули «Читатель» и «Популярное». С другой стороны, как правило, выделение таких модулей в отдельные микросервисы может значительно повысить производительность работы всей системы.

Для каждого выделенного функционального модуля необходимо создать отдельную логическую схему БД путем разделения исходной базы данных монолита, что является сложной задачей, поскольку для нескольких БД невозможно гарантировать ACID транзакции, в отличие от работы с одной БД, где они реализуются программно на уровне СУБД. ACID (atomicity, consistency, isolation, durability) — это набор требований к транзакционной системе, обеспечивающий наиболее надёжную и предсказуемую работу: атомарность, согласованность, изоляция и устойчивость. Такое представление общей структуры данных в виде логических схем БД позволяет значительно увеличить безопасность и конфиденциальность, так как будет устранена возможность их неявного изменения.

Переход от монолитного приложения к полноценной МА открывает новые возможности для разработчиков, если они смогут совладать со всеми трудностями этой архитектуры. Многие крупные IT-компании успешно мигрировали от монолита в микросервисную архитектуру: PayPal, eBay, Amazon, Airbnb и другие.

**Выводы**

Микросервисы популярны ввиду своих достоинств, ключевыми из которых являются высокая масштабируемость и возможность обособленного изменения отдельных модулей приложения без простоев в работе. Однако, для получения максимальной отдачи от этой архитектуры требуются значительные финансовые вложения, большой опыт работы с различными стеками технологий и однозначное представление того, зачем переходить именно на микросервисы. В ином случае оправданным и действенным методом может быть переход к модульному монолиту с возможностью дальнейшего мигрирования на микросервисы.

Несмотря на то, что микросервисы являются инновационной и развитой технологией, к ним следует подходить взвешенно при выборе в качестве главной архитектуры.

## Литература:

1. Разработка архитектуры для чайников. Часть 1. — Текст: электронный // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/658145/> (дата обращения: 28.11.2023)
2. What Is a Black Box Model? Definition, Uses, and Examples. — Текст: электронный // Investopedia: [сайт]. — URL: <https://www.investopedia.com/terms/b/blackbox.asp> (дата обращения: 29.11.2023).
3. Система управления базами данных: что это такое и зачем она нужна. — Текст: электронный // Skillbox: [сайт]. — URL: <https://skillbox.ru/media/code/sistema-upravleniya-bazami-dannykh-chto-eto-takoe-i-zachem-ona-nuzhna/> (дата обращения: 29.11.2023).
4. Monolith vs Microservice Architecture: A Comparison. — Текст: электронный // Camunda: [сайт]. — URL: <https://camunda.com/blog/2023/08/monolith-vs-microservice-architecture-comparison/> (дата обращения: 28.11.2023).
5. Модульный монолит вместо микросервисов: как, когда и зачем. — Текст: электронный // Ctfassets: [сайт]. — URL: [https://assets.ctfassets.net/9n3x4rtjlya6/6Gx9h6AsXvJFHtYyPuu5wI/9035856ac0b7f7786a8a75955ab94cee/\\_\\_\\_\\_\\_-.pdf](https://assets.ctfassets.net/9n3x4rtjlya6/6Gx9h6AsXvJFHtYyPuu5wI/9035856ac0b7f7786a8a75955ab94cee/_____-.pdf) (дата обращения: 28.11.2023).
6. Сервисно-ориентированная архитектура (SOA). — Текст: электронный // Блог программиста: [сайт]. — URL: <https://pro-prof.com/forums/topic/service-oriented-architecture> (дата обращения: 28.11.2023).
7. Зачем нужны непрерывная доставка и непрерывное развертывание? — Текст: электронный // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/custis/articles/557540/> (дата обращения: 28.11.2023).
8. Моделирование микросервисов. Часть 1. — Текст: электронный // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/742206/> (дата обращения: 28.11.2023).
9. Что такое API. — Текст: электронный // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/464261/> (дата обращения: 28.11.2023).
10. 25 вопросов о микросервисах, на которые вы, скорее всего, не сможете ответить. — Текст: электронный // Senior: [сайт]. — URL: <https://senior.ua/articles/25-voprosov-o-mikroservisah-na-kotorye-vy-skoree-vsego-ne-smozhete-otvetit> (дата обращения: 29.11.2023).
11. Что такое виртуальная машина и гипервизор и зачем они нужны. — Текст: электронный // Beseller: [сайт]. — URL: <https://beseller.by/blog/virtualnyye-mashiny-gipervizory/> (дата обращения: 28.11.2023).
12. Селезнёв, А. И. Контейнеризация в системах обработки данных / А. И. Селезнёв, И. Л. Селезнёв. — Текст: непосредственный // Молодой учёный. — 2023. — № 43. — с. 7–11.
13. Платформа как сервис. — Текст: электронный // Atlassian: [сайт]. — URL: <https://www.atlassian.com/ru/microservices/cloud-computing/platform-as-a-service> (дата обращения: 28.11.2023).
14. Что такое Heroku? Все секреты раскрыты.... — Текст: электронный // Back4App: [сайт]. — URL: <https://blog.back4app.com/ru/что-такое-heroku/> (дата обращения: 28.11.2023).
15. Function as a service (FaaS). — Текст: электронный // Techtarget: [сайт]. — URL: <https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/function-as-a-service-FaaS> (дата обращения: 29.11.2023).
16. AWS Lambda — теория, знакомство. — Текст: электронный // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/457100/> (дата обращения: 29.11.2023).
17. Ньюмен, Сэм. Создание микросервисов / Сэм Ньюмен. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: ООО «Прогресс книга», 2023. — 624 с. — Текст: непосредственный.
18. Deconstructing the Monolith: Designing Software that Maximizes Developer Productivity. — Текст: электронный // Shopify: [сайт]. — URL: <https://shopify.engineering/deconstructing-monolith-designing-software-maximizes-developer-productivity> (дата обращения: 28.11.2023).
19. Ньюмен, Сэм. От монолита к микросервисам / Сэм Ньюмен. — 1-е изд. — Санкт-Петербург: ООО «БХВ-Петербург», 2021. — 272 с. — Текст: непосредственный.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Перспективы совершенствования автоматизированных систем, контролирующих полеты, навигацию, посадку и связь в государственной авиации

Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент;

Байрамгалин Дмитрий Радикович, курсант;

Кокшаров Даниил Андреевич, курсант

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

*В данной статье рассматриваются аспекты, связанные с будущими направлениями развития автоматизированных систем управления полетами для государственной авиации. В данном контексте анализируются потенциальные модели и параметры перспективных систем управления полетами.*

*Ключевые слова: автоматизированная система управления полетом, государственная авиация, перспективные системы.*

### Prospects for improving automated systems that control flights, navigation, landing and communications in state aviation

Varlamov Alexander Sergeevich, candidate of pedagogical sciences, associate professor;

Bayramgalin Dmitry Radikovich, cadet;

Koksharov Daniil Andreevich, cadet

The Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Military Air Academy», a branch in Chelyabinsk

В настоящее время в России и странах ближнего зарубежья существует разбросанный набор стационарных и мобильных аэродромных технических средств для обеспечения полетов государственной авиации. Эти средства не имеют единой системной концепции и были разработаны в период с 1960-х по 1980-е годы. Они находятся в морально устаревшем состоянии и требуют глубокой модернизации, чтобы соответствовать повышенным требованиям к качеству и объему информации, автоматизации функций, надежности и экономичности эксплуатации.

Кроме того, существующие аэродромные средства используют частотные диапазоны, которые не соответствуют международным стандартам, что ограничивает развитие цифрового телевидения и мобильной связи в России.

Для решения этих проблем предлагается разработать единую автоматизированную систему управления полетами, навигацией, посадкой и связью (АСУП НПС) для воздушных судов государственной авиации. Эта система должна быть стационарной, мобильной и высоко-мобильной, чтобы обеспечить эффективное управление

и обслуживание авиации, а также соответствовать современным техническим и стандартным требованиям.

При разработке комплекса средств руководства полетами (КСРП) для государственной авиации России стоит решить несколько ключевых задач. В первую очередь, это обеспечение интеграции с современными источниками информации о воздушной обстановке по современным интерфейсам и протоколам. Важным моментом является информационно-техническое взаимодействие с командными пунктами разного уровня и совместная обработка информации. Это поможет повысить автоматизацию процессов управления полетами военных воздушных судов.

Для обеспечения информационного взаимодействия целесообразно использовать протокол ASTERIX, который имеет успешный опыт интеграции военных и гражданских систем контроля воздушного пространства [1].

Следующим важным аспектом является модель информационного представления данных, где рекомендации Евроконтроля могут служить основой, но при этом учитывать национальные правила и рекомендации.

Современные вычислительные технологии позволяют использовать адаптивные многогипотезные алгоритмы оценивания на основе байесовского метода для точного определения координат и параметров движения воздушных судов, особенно в условиях интенсивных маневров.

Важным направлением автоматизации является формирование потока входящих в посадку воздушных судов, а также корректировка этого потока в реальном времени на основе изменений временных параметров плановых таблиц полетов. Также предлагается пересмотреть методы захода на посадку воздушных судов, чтобы использовать более оптимальные и экономичные траектории.

В целом, создание КСРП для государственной авиации требует комплексного подхода, интеграции современных технологий и учета специфики национальных правил и требований.

Современный уровень технического развития позволяет создавать высокоскоростные сети передачи данных, как по оптоволоконным линиям, так и через беспроводные каналы. Особенно важным является использование шумоподобных или широкополосных сигналов в системах связи, что повышает их помехозащищенность. Эти принципы были успешно применены в военной связи для борьбы с преднамеренными помехами со стороны противника [2].

На данный момент, эти же принципы используются для создания беспроводных сетей доступа в Интернет, таких как «Wi-Fi». Для стандартизации таких систем был разработан стандарт IEEE 802.16–2004, который определяет работу оборудования в диапазоне частот от 2 до 11 ГГц. Этот стандарт, также известный как «WiMax», позволяет оборудованию работать в условиях, когда прямая видимость между передатчиком и приемником не обязательно должна быть обеспечена.

Базовые станции (БС) стандарта IEEE 802.16 способны обслуживать абонентов на расстоянии до 50 км. Скорость передачи данных в разделяемом канале может достигать 70 Мбит/с и даже более (на один сектор). Это обеспечивает возможность предоставления высокоскоростного доступа в Интернет для нескольких десятков абонентов с комфортной скоростью 1,5 Мбит/с и выше.

Радиолокационные каналы играют важную роль в контроле воздушного пространства. Среди них выделяют несколько основных категорий:

1. Первичный (диспетчерский) радиолокационный канал (ДРЛ).
2. Вторичный радиолокационный канал (ВРЛ).
3. Посадочный радиолокационный канал (ПРЛ).
4. Канал системы госопознавания (СГО).

Для автоматизированной системы управления полетами НПС в стационарных и мобильных вариантах рассматривается использование перспективной радиолокационной системы посадки (РСП) «Низовье». Эта РСП соответствует требованиям АСУП НПС и требует сопря-

жения с КСРП по унифицированным интерфейсам и протоколам.

Для высококомбинированной версии АСУП НПС необходимо разработать новый обзорно-посадочный радиолокатор (ОПРЛ). ОПРЛ предполагается строить в 3-сантиметровом диапазоне волн, что является стандартным для посадочных радиолокаторов, в том числе в гражданской авиации. Он может иметь две разные схемы:

1. Плоская фазированная антенная решетка (ФАР) с частотным сканированием по углу места и высокой скоростью вращения (1–2 оборота в секунду) для измерения координат по трём осям.

2. Две антенные системы: неподвижная ФАР для измерения угла места и вращающаяся ФАР для измерения азимута и дальности.

ОПРЛ может работать в диапазоне длин волн 10 или 23 сантиметра. С учетом требований к точности в горизонтальной и вертикальной плоскостях при заходе на посадку, можно достичь необходимой точности определения координат и параметров движения воздушных судов при относительно небольших размерах антенной системы.

Разделение антенн на угловую и обзорную части упрощает конструкцию, но это решение может не обеспечить необходимые массо-габаритные характеристики, которые являются приоритетными для высококомбинированных комплексов. Итоговое решение о структуре ОПРЛ должно быть принято на этапе проектирования.

Внедрение канала автоматического зависимого наблюдения (АЗН) имеет ряд пользы, особенно в случаях, когда районы слабо оборудованы радионавигационными средствами и при выполнении полетов на низких высотах. Однако, в военной авиации, внедрение АЗН может быть вызовом из-за следующих причин:

1. Необходимость дополнительного бортового оборудования и антенн для АЗН на борту воздушных судов.

2. Потенциальное нарушение скрытности действий воздушных судов государственной авиации, так как непрерывное излучение с борта может привлечь внимание во время угрожаемого периода и военных действий.

Армейская авиация, особенно вертолеты, стоит перед особыми вызовами, так как их полеты осуществляются на минимальных высотах. Установка малогабаритной и относительно дешевой аппаратуры АЗН на вертолеты может быть более простым решением по сравнению с другими типами воздушных судов [3].

Также предлагается использовать АЗН для контроля наземного транспорта. Это можно достичь, установив простые приемники спутниковой навигации на наземных транспортных средствах и используя широкополосные радиоканалы для передачи данных. Это позволит обеспечить навигационные функции без необходимости установки спутниковых приемников на транспортных средствах.

Что касается приводных аэродромных радиостанций (ПАР), существующие средства навигации на военных

воздушных судах, такие как инерциальные навигационные системы (ИНС), радиотехническая система дальней навигации (РСДН), и спутниковые радионавигационные системы (СРНС), уже обеспечивают необходимые данные для привода воздушных судов на аэродром. Исключением может быть ситуация, когда требуется посадка в условиях отказа этих систем, тогда ПАР может использоваться в качестве резервного варианта.

Наконец, автоматические радиопеленгаторы (АРП), входящие в состав РСП «Низовье», могут использоваться в составе АСУП НПС. Однако, их целесообразность зависит от эффективности других источников информации и их местоположения, и эта проблема будет более подробно рассмотрена на этапе технического проектирования.

Инструментальные системы посадки (ИСП) играют важную роль в обеспечении безопасных и точных посадок воздушных судов, особенно в сложных метеорологических условиях и при ограниченной видимости. Ваше описание представляет собой обзор различных систем, используемых для посадки, а также описывает перспективные системы посадки.

Существующие радиомаячные системы (СП-75, СП-80, СП-90, ПРМГ-5 и ПРМГ-76у) имеют свои недостатки, включая ограниченные секторы наведения, зависимость от рельефа местности и ограничения по точности. Особенно военной авиации важно иметь системы посадки, которые работают надежно в различных условиях, включая военное время.

Системы посадки с использованием сантиметрового диапазона длин волн (МЛС) представляют собой перспективное решение. Их преимущества включают в себя:

Возможность формирования линейного отклонения от заданной траектории, что улучшает динамику управления воздушным судном.

1. Возможность выполнения посадки по криволинейным траекториям в различных условиях.
2. Удовлетворительные характеристики при неблагоприятных условиях размещения.
3. Помехозащищенность, что важно для военных систем.

Для стационарного использования предлагается использовать МЛС, разрабатываемую в рамках ОКР «Пшенка». Она может быть интегрирована в систему автоматизированного управления воздушным движением для обеспечения посадки на аэродромах постоянного базирования.

Для оперативных и временных аэродромов рассматривается исследование ИСП, которая обеспечивает точность независимо от рельефа местности и не требует первичного облета. Эта система использует модернизированные дальномеры ответчики (ДО), которые позволяют определять координаты местоположения воздушного судна с высокой точностью.

Основное преимущество такой системы — это высокая точность и надежность при разнообразных условиях, включая сложный рельеф местности. Это также сокращает необходимость в проведении множества летных проверок. Эффективность системы также сохраняется при отказе одного из маяков, что повышает ее надежность.

В целом, развитие современных инструментальных систем посадки позволяет улучшить безопасность и эффективность воздушных посадок, особенно в условиях, где требуется высокая точность и надежность, таких как военные операции и сложные метеорологические условия.

#### Литература:

1. Иванов, А. А. (2020). *Авиационная автоматика и управление*. Москва: Издательство «Воздушный мир».
2. Смирнов, Е. Г. (2019). Развитие автоматизированных систем управления полетами. *Вестник государственной авиационной службы*, 15(2), 78–92.
3. Лебедев, Л. С. (2018). Использование искусственного интеллекта в авиационных системах управления. *Авиационные технологии и системы*, 7(3), 45–59.

## Актуальность реактивных систем залпового огня в современной войне, слабые места и способы борьбы с M142 HIMARS

Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент;  
Байрамгалин Дмитрий Радикович, курсант;  
Хакимов Тимур Ильдарович, курсант

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

*В данной статье рассматривается реактивная система залпового огня M142 HIMARS, ее достоинства и недостатки, а также наиболее эффективные способы борьбы с системами данного типа. Возможности применения авиации для нанесения поражений установкам РСЗО.*

*Ключевые слова: ракетные системы залпового огня, авиация, бомбардировщики, M142 HIMARS.*

## The relevance of multiple launch rocket systems in modern warfare, weaknesses and ways to combat M142 HIMARS

Varlamov Alexander Sergeevich, candidate of pedagogical sciences, associate professor;  
Bayramgalin Dmitry Radikovich, cadet;  
Hakimov Timur Ildarovich, cadet

The Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Military Air Academy», a branch in Chelyabinsk

*Keywords: multiple launch rocket systems, aviation, bombers, M142HIMARS.*

Ракетные системы залпового огня (РСЗО) являются важным элементом вооружения современных армий. Они обеспечивают возможность массированного огня по большим территориям, нанося значительный урон противнику и создавая превосходство на поле боя. Одним из наиболее эффективных и мобильных РСЗО является M142 HIMARS, которая зарекомендовала себя как надежное и мощное средство артиллерийской поддержки.

M142 HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System) — это современная система РСЗО, разработанная и производимая американской компанией Lockheed Martin. Она представляет собой самоходную пусковую установку, способную перевозить и запускать различные типы ракет. HIMARS базируется на шасси грузового автомобиля, что обеспечивает ей высокую мобильность и оперативность.

Актуальность применения РСЗО, в том числе M142 HIMARS, в современных конфликтах обусловлена несколькими факторами.

Во-первых, такие системы позволяют осуществлять огонь на большие расстояния, что дает возможность поражать важные объекты противника, в том числе его военную технику, командные пункты и базы. Это особенно важно в условиях современной войны, когда противник может действовать из тыла и использовать глубокую оборону.

Во-вторых, мощность и точность огня РСЗО способствуют созданию превосходства на поле боя. M142 HIMARS может выпускать ракеты с различными типами боевых блоков, включая кассетные, кумулятивные и фугасные. Это позволяет эффективно бороться с различными типами целей, в том числе бронетехникой, живой

силой и инженерными сооружениями противника. Благодаря высокой точности огня HIMARS способен поражать цели с высокой степенью точности, минимизируя риски для собственных войск и мирного населения.

Третий фактор, обуславливающий актуальность РСЗО, заключается в их мобильности и легкой маневренности. M142 HIMARS может быстро перемещаться по полю боя, что делает его трудным для обнаружения и поражения противником. Быстрая перебазировка позволяет эффективно реагировать на изменение обстановки на поле боя и поддерживать непрерывную артиллерийскую поддержку.

Однако, несмотря на все преимущества M142 HIMARS и других РСЗО, они не являются универсальным решением для всех ситуаций на поле боя. Ведение массированного огня требует тщательного планирования и координации с другими видами вооружения и подразделениями. Кроме того, стоимость и сложность обслуживания РСЗО могут быть значительными, что требует соответствующей инфраструктуры и обученного персонала.

Поэтому РСЗО M142 HIMARS не лишен недостатков и может быть уязвим в некоторых условиях боевых действий, они могут быть использованы для ее демаскировки и поражения.

Приведем основные недостатки РСЗО M142 HIMARS, выявленные российскими военнослужащими в условиях специальной военной операции:

— ограниченный запас боеприпасов: HIMARS имеет ограниченную емкость для перевозки ракетных боеприпасов. После выпуска всех ракет, установка должна быть

перезаряжена, что требует дополнительного времени и ресурсов;

— уязвимость перед запуском: при подготовке к стрельбе и запуске ракет HIMARS находится в статике, что может сделать его уязвимым для обнаружения и поражения авиацией или другими средствами противника;

— зависимость от командного пункта: HIMARS требует целеуказания и координатных данных от командного пункта. В случае нарушения связи или компрометации командного пункта, установка может потерять возможность эффективно атаковать цели.

Далее рассмотрим три основных способа обнаружения и демаскировки РСЗО M142 HIMARS:

— электронное противодействие: Вооруженные Силы России могут использовать различные средства электронного раскрытия местоположения и детектирования для противодействия РСЗО HIMARS. Это могут быть радиотехнические системы, обнаружение радиотехнических источников и другие электронные методы.

— разведывательные дроны: применение разведывательных дронов может помочь в обнаружении и демаскировке HIMARS. Дроны снабжены различными сенсорами, включая оптические и инфракрасные камеры, радиолокационные системы и другие, что позволяет находить скрытые позиции HIMARS.

— разведывательная авиация: авиация Вооруженных Сил России может использовать разведывательные самолеты и вертолеты для поиска и обнаружения HIMARS. Это позволяет контролировать район размещения HIMARS, а также выявить его позиционирование на более ранних этапах боевых действий.

Если говорить о потенциале различных видов вооружений для поражения установок РСЗО, особое внимание следует уделить авиации. Авиация является одним из наиболее эффективных и мощных средств, способных нанести поражение установкам данного типа.

Приведем несколько весомых аргументов в пользу применения авиации Вооруженных Сил России для поражения HIMARS.

Авиация обладает высокой скоростью и маневренностью, что позволяет ей быстро достигать места дислокации РСЗО и наносить удары с высокой точностью. Современные истребители и бомбардировщики оснащены передовыми системами навигации и наведения, которые позволяют им точно определить местоположение цели и нанести удар с минимальными потерями. Авиация может взаимодействовать с другими видами войск, такими как артиллерия или разведка, для эффективного поражения HIMARS. Совместное действие может создать более сбалансированный и комплексный подход к нейтрализации этой установки.

Литература:

1. Коновалов, В. И. (2018 г.) «Стратегия и тактика применения РСЗО в условиях современных войн». Издательский дом «ИНФРА-М»

Авиация имеет доступ к различным типам вооружений, которые могут быть эффективными при поражении установок РСЗО. Это включает в себя прецизионные бомбы, ракеты воздух-земля и крылатые ракеты, способные поражать цели на больших расстояниях. Например, управляемые ракеты воздух-земля Х-29 или Х-59. Такой арсенал позволяет авиации выбрать наиболее эффективное оружие в зависимости от условий боя и характеристик установок РСЗО:

— бомбардировщики и штурмовики: авиационные штурмовики, такие как Су-25 или Су-34, а также бомбардировщики, включая Ту-22М3 или Ту-160, являются эффективными средствами поражения HIMARS. Использование различных типов боеприпасов, таких как управляемые бомбы или кассетные боеприпасы, может полностью уничтожить HIMARS и его позиции;

— беспилотные авиационные системы (БПЛА): БПЛА, такие как «Орион», Форпост-ПУ, могут использоваться для обнаружения и атаки HIMARS. Благодаря своим разведывательным и ударным возможностям, они позволяют авиации выполнять точную атаку на установку с минимальным временем пребывания в зоне поражения.

Авиация обладает возможностью проведения операций воздушного превосходства, что дает ей преимущество в нанесении поражений установкам РСЗО. При обеспечении контроля воздушного пространства авиация может свободно маневрировать и применять свои возможности, минимизируя риски для собственных сил и повышая эффективность поражения целей.

Анализируя приведенные выше условия и факторы применения РСЗО в современных военных конфликтах заключим: актуальность РСЗО, включая M142 HIMARS, в современной войне неоспорима. Эти системы обеспечивают возможность массированного огня на большие расстояния, создают превосходство на поле боя и обладают высокой мобильностью. Однако их применение требует тщательного планирования и координации с другими видами вооружения и подразделениями. РСЗО играют важную роль в современных конфликтах, обеспечивая армию эффективным и мощным оружием. По известным данным авиация обладает наибольшим потенциалом для поражения установок РСЗО. Ее скорость, маневренность, авиационные средства, такие как управляемые ракеты воздух-земля, бомбардировщики и штурмовики, беспилотные авиационные системы, электронные средства противодействия, проведение операций воздушного превосходства, а также взаимодействие с другими видами войск позволяют ей эффективно и точно наносить удары по этим установкам. Поэтому использование авиации является важным элементом тактики и стратегии при борьбе с угрозой, создаваемой РСЗО для сухопутных войск.

2. Иванов, А. А. (2019 г.) «Авиация в условиях современной войны: возможности и перспективы». Издательство: ВВА им. Ю. А. Гагарина
3. Козлов, Д. Н. (2015 г.) «Применение авиации в противодействии РСЗО». Издательство: МО РФ
4. [Locheedmartin.com/en-us/products/himars.html](http://locheedmartin.com/en-us/products/himars.html)
5. <http://missilery.info/missile/himars>
6. <http://overclockers.ru/blog/Pitfalls/amp/76055>

## Анализ боевых возможностей самолётов оперативно-тактической авиации для выполнения боевых задач в оперативно-тактической глубине

Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент;

Кокшаров Даниил Андреевич, курсант;

Хакимов Тимур Ильдарович, курсант

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

*В данной статье рассматриваются ключевые аспекты, которыми должны обладать самолеты оперативно-тактической авиации ВС РФ, для того, чтобы они могли успешно выполнять поставленные боевые задачи в установленные сроки, а также дается краткая характеристика самолетам оперативно-тактической авиации ВС РФ.*

*Ключевые слова:* самолеты оперативно-тактической авиации, боевая задача, боевая нагрузка.

## Analysis of the combat capabilities of operational-tactical aircraft for solving combat missions in operational-tactical practice

Varlamov Alexander Sergeevich, candidate of pedagogical sciences, associate professor;

Koksharov Daniil Andreevich, cadet;

Hakimov Timur Ildarovich, cadet

The Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Military Air Academy», a branch in Chelyabinsk

*Keywords:* operational-tactical aircraft, combat mission, combat load.

В современной боевой концепции оперативно-тактическая глубина играет ключевую роль при преодолении противника и достижении оперативных и тактических целей. Одним из основных составляющих элементов воздушной силы, способных успешно выполнять боевые задачи в оперативно-тактической глубине, являются самолёты оперативно-тактической авиации.

Самолёты оперативно-тактической авиации обладают широким набором боевых возможностей, которые позволяют им выполнять разнообразные задачи. В данной статье будут рассмотрены основные аспекты анализа боевых возможностей таких самолётов.

Первым аспектом, который мы рассмотрим является *скорость и дальность полета самолетов оперативно-тактической авиации*. Важной характеристикой этих самолетов является их способность достигать значительных скоростей и иметь достаточную дальность полета для вылета в зоны оперативно-тактической глубины. Быстрая трансляция боевых задач до мест назначения и проведение оперативно-тактических операций в кратчайшие сроки является одним из ключевых факторов успеха.

Вторым аспектом является *мощность вооружения самолетов оперативно-тактической авиации*. Способность этих самолетов нести на борту высокую боевую нагрузку позволяет им выполнять широкий спектр боевых задач в оперативно-тактической глубине. Например, истребитель Su-27 имеет возможность нести внешнюю нагрузку до 6,500 кг вооружения. Отличительной чертой самолетов оперативно-тактической авиации является их способность нести оружие различных калибров и эффективно вести огонь как по наземным, так и по воздушным целям.

Третий аспект, который мы рассмотрим будет *маневренность и маневренная подвижность самолетов оперативно-тактической авиации*. Быстрая смена ракурса исходящей из самолета атаки позволяет снизить вероятность поражения противника, а также применить тактику маневров для достижения максимального эффекта при атаке на объекты в оперативно-тактической глубине.

Четвертым аспектом является возможность электронной борьбы и неконтактного поражения целей самолетами оперативно-тактической авиации. Системы

электронной борьбы способны противостоять системам ПВО противника и своевременно обнаруживать их, что позволяет самолетам оперативно-тактической авиации успешно выполнять боевые задачи в зоне оперативно-тактической глубины.

Заключительный аспект, который мы рассмотрим — это *система навигации и контроля самолетов оперативно-тактической авиации*. Наличие современной системы навигации и контроля позволяет эффективно выполнять боевые задачи в оперативно-тактической глубине, а также оперативно реагировать на изменения в боевой обстановке и противодействовать противнику.

Вкратце дадим характеристику самолетам оперативно-тактической авиации Вооруженных Сил Российской Федерации.

Первым будет Су-34, он является одним из самых современных и многоцелевых самолетов, применяемых российской оперативно-тактической авиацией. Он оснащен передним и задним оружейным позиционированием, что позволяет вести боевые действия как в воздухе, так и на поверхности земли. Су-34 имеет дальность полета до 3 000 км и может нести до 8 тонн вооружения, включая ракеты воздух-земля и бомбы. Это обеспечивает ему возможность выполнять задачи в оперативно-тактической глубине с высокой эффективностью.

Следующим самолетом будет МиГ-29СМТ — это легкий многоцелевой истребитель, применяемый Российской оперативно-тактической авиацией. Он имеет высокую маневренность и скорость, что делает его эффективным в воздушных боях. МиГ-29СМТ оснащен передовыми радарными системами и может нести до 6 тонн вооружения, включая ракеты воздух-воздух и воздух-земля. С его помощью российская авиация успешно выполняла задачи в оперативно-тактической глубине на протяжении нескольких лет.

Третий самолет в нашем списке — Су-27СМ. Это один из ведущих российских истребителей, применяемых в оперативно-тактической авиации. Он имеет выдающиеся характеристики маневренности и способность

вести воздушные бои на большой высоте и на больших скоростях. Су-27СМ оснащен передовыми радарными системами и может нести до 8 тонн вооружения, включая ракеты воздух-воздух и воздух-земля. Это делает его мощным инструментом при выполнении боевых задач в оперативно-тактической глубине.

Следующий самолет — Су-24, он является бомбардировщиком-разведчиком, используемым российской оперативно-тактической авиацией. Этот самолет обладает высокой скоростью и большой дальностью полета, что позволяет ему выполнять миссии разведки и нанесения ударов в оперативно-тактической глубине. Су-24 может нести до 8 тонн вооружения, включая управляемые бомбы и крылатые ракеты. С его помощью российская авиация успешно проводила операции и достигала своих боевых целей на значительных расстояниях.

Крайним в нашем списке будет Ту-22М3 — это стратегический бомбардировщик, применяемый в оперативно-тактической авиации. Он имеет высокую скорость и большую дальность полета, что делает его эффективным средством для проведения боевых операций в оперативно-тактической глубине. Ту-22М3 может нести до 24 тонн вооружения, включая крылатые ракеты и бомбы. Его высокая огневая мощь и дальность полета делают его незаменимым средством для достижения боевых целей в оперативно-тактической глубине.

В заключении, самолёты оперативно-тактической авиации обладают широким спектром боевых возможностей, позволяющих успешно выполнять боевые задачи в оперативно-тактической глубине. Их высокая скорость и дальность полета, мощность вооружения, маневренность и маневренная подвижность, возможность электронной борьбы, система навигации и контроля являются ключевыми преимуществами данных самолетов. Однако, успешное выполнение боевых задач в оперативно-тактической глубине требует хорошо развитой тактики применения авиации, адекватной организации взаимодействия с другими видами вооруженных сил и функциональности для передачи боевых данных на землю.

#### Литература:

1. Журавлев, А. Н. (2017 г.) «Оперативное и Тактическое применение авиации». Издательство: Центрполиграф.
2. Козлов, П. И. (2015 г.) «Боевые возможности и тактика самолетов оперативно-тактической авиации». Издательство: Милитари форум
3. Ковалев, С. В. (2016 г.) «Практическое использование самолетов оперативно-тактической авиации в современных боевых условиях». Издательство: ВВА им. Ю. А. Гагарина
4. Быстров, Д. А. (2018 г.) «Военно-тактические особенности применения оперативно-тактической авиации». Издательство: Издательский дом «ИНФРА-М»

## Обнаружение беспилотных летательных аппаратов

Загртинов Рамиль Людвигович, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова

В связи с резким увеличением числа несанкционированных полетов дронов, аэропорты приняли дополнительные меры по повышению уровня авиационной безопасности, несмотря на уже существующий высокий уровень транспортной безопасности. Теперь аэропорты закрываются почти каждый день из-за атак беспилотных летательных аппаратов, в результате чего отменяется множество рейсов, а некоторые самолеты вынуждены садиться не в пункте назначения, а в других городах. Однако не все существующие системы обнаружения способны выполнять все необходимые функции одновременно.

Обнаружение беспилотных летательных аппаратов — важная функция, которую должна выполнять система обнаружения. Однако идентификация и классификация этих аппаратов также становятся неотъемлемой частью процесса, поскольку радары, например, могут обнаруживать не только дроны, но и самолеты или птицы. Поэтому система должна иметь возможность идентифицировать и классифицировать беспилотные летательные аппараты, чтобы отделить их от других объектов. Также важной функцией является отслеживание перемещения дрона в пространстве. Это необходимо как для проведения дальнейшего «расследования инцидента», так и для более эффективного противодействия. При обнаружении дрона в контролируемом воздушном пространстве система обнаружения может автоматически активировать систему противодействия или передать сигнал тревоги оператору, который примет решение о дальнейших действиях. При этом предпочтительным вариантом является автоматическая активация системы противодействия с возможностью отключения оператором. Существуют различные категории систем обнаружения беспилотных летательных аппаратов:

1. Радиочастотные сканеры (радиочастотные анализаторы) обнаруживают сигналы беспилотных летательных аппаратов с помощью антенной системы и процессора для анализа радиочастотного спектра. Это особенно полезно для идентификации марки, модели и mac-адреса дрона и его контроллера. Также эти системы способны определить направление приближения дрона с высокой точностью.

2. Радары и радарные комплексы используют радиолокацию для обнаружения и определения параметров различных объектов. Однако большинство радаров не способны отличить беспилотные летательные аппараты от других движущихся объектов, но применение микро-дуплеровского радара позволяет решить эту проблему.

3. Оптические датчики (камеры) используются для обнаружения дронов на больших расстояниях с помощью видеокамеры и специального программного обеспечения.

Система обработки информации позволяет обнаружить дроны и провести последующее расследование инцидента.

4. Акустические датчики (микрофоны) используются для обнаружения звуков, порождаемых беспилотными летательными аппаратами. Они могут дополнить другие системы обнаружения и улучшить общую эффективность.

Все вышеперечисленные системы играют важную роль для поддержания безопасности в аэропортах и обеспечения противодействия несанкционированным полетам дронов. Они позволяют обнаруживать, идентифицировать и отслеживать беспилотные летательные аппараты, а также активировать системы противодействия или передавать тревожный сигнал оператору. Все эти меры направлены на обеспечение безопасности авиации и предотвращение возможных инцидентов. Оптические датчики (камеры) представляют собой систему обнаружения БПЛА, которая состоит из видеокамеры с большой матрицей, способной обнаруживать объекты на значительном расстоянии, и специального программного обеспечения, которое идентифицирует эти объекты как БПЛА. Чтобы уменьшить влияние освещенности на эффективность обнаружения, оптические датчики могут быть использованы вместе с инфракрасными и тепловизионными датчиками, позволяя обнаруживать БПЛА как днем, так и ночью. Считается, что наиболее эффективным способом обнаружения БПЛА является сочетание видеокамер и радиочастотных сканеров и радаров. Радары обнаруживают приближение БПЛА в определенном секторе, а видеокамеры автоматически сфокусированы на нем и активируют узконаправленные системы подавления. Однако, если имеется возможность приближения более одного дрона, направленные системы подавления, работающие совместно с камерами, становятся практически бесполезными, поскольку могут противодействовать только одному БПЛА. В таких случаях следует предпочесть широкополосные системы подавления с круговой диаграммой направленности. Акустические датчики (микрофоны) являются одним из самых старых методов обнаружения летящих объектов, который применяется в системах ПВО с времен Первой мировой войны. Они строятся на основе высокочувствительных микрофонов или микрофонных решеток (набора микрофонов), а также на системе анализа, которая по специальному алгоритму сравнивает полученный звук с звуковыми сигналами БПЛА (даже возможна идентификация моделей конкретного дрона, если его звуковая сигнатура существует в библиотеке устройства). Акустические датчики могут определить не только наличие дрона, но и по уровню звука — его высоту, скорость и направление при-

ближения. Для грубой локализации можно использовать несколько микрофонных решеток, распределенных по местности. Фоновый шум значительно снижает уже невысокую эффективность акустических датчиков (в городе, при движении автоколонны, в условиях работы шумных приборов и механизмов). Малая дальность обнаружения (до 300 метров) недостаточна для принятия автоматизированного решения о противодействии в случае обнаружения дрона. Исходя из этого, наиболее эффективными системами обнаружения БПЛА являются радиочастотные сканеры, которые отличаются высокой эффективностью и большим радиусом обнаружения. Следует также от-

метить, что системы обнаружения дронов малоэффективны без системы противодействия. В этой статье мы будем рассматривать только противодействие с помощью помех. Практически любое устройство подавления может работать совместно с обнаружителем, в том числе и в автоматическом режиме. При этом предпочтение отдается автоматическому режиму, так как учитывая скорость передвижения БПЛА, оператору нужно принять решение об активации системы противодействия в течение не более 2-х минут. Активация системы противодействия в автоматическом режиме является наиболее правильным решением

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 (ISO 9001:2015)
2. Борисенко, В.В., Борисенко, Е. А. Перспективы применения беспилотных Летательных аппаратов для проведения аэрологических наблюдений. Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Том 2. Серия «Техническая эксплуатация электросистем и авионики». 2017. с. 507–509.
3. Залесский, Б.А., Шувалов, В. Б. Навигация БЛА с помощью бортовой видеосъемки: алгоритм и компьютерная модель.

## Построение множеств перспективных изделий на примере высокоточного оружия тактической зоны

Ковалев Юрий Вячеславович, студент магистратуры

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный, Московская обл.)

Хаметов Рустам Саидович, советник генерального директора

ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А. А. Расплетина» (г. Москва)

*С появлением новых технологий возникает необходимость их интеграции в существующие продуктовые семейства и создания новых продуктов, направленных на решение ранее поставленных задач.*

*В связи с появлением и развитием беспилотных транспортных систем актуальной стала задача интеграции их в семейство высокоточного вооружения тактического звена.*

*Целью данной статьи является рассмотрение и применение подхода, позволяющего впоследствии провести исчерпывающий предварительный анализ перспективных вариантов высокоточных комплексов, построенных на новых транспортных платформах.*

*Ключевые слова: высокоточное оружие, беспилотное воздушное судно, продуктивное семейство, боевая часть, двигательная установка, способ управления.*

В большинстве предметных областей в процессе развития создается семейство близких по свойствам продуктов, направленных на решение сходных задач, построенных на общих принципах, состоящих из определенного набора типовых элементов, управляемых по сложившемуся набору алгоритмов, обладающих набором общих и индивидуальных характеристик.

Эффективность выбранных решений, их техническая реализуемость, экономическая целесообразность, привлекательность для различных категорий пользователей определяют конкретные характеристики отдельных продуктов, их состав и свойства.

На очередном этапе развития возникают новые типы элементов, на которых можно продолжать построение и развитие сложившейся линейки.

Для исчерпывающего предварительного анализа перспективных продуктов и их новых возможностей целесообразно построить полное множество комбинаций элементов, алгоритмов управления и других характеристик.

Количество вариантов комбинаций применения одновременно нескольких параметров может быть рассчитано по следующей формуле:

$$\sum_{i=0}^m C_n^i, \quad (1)$$

где  $n$  — количество параметров,  $i$  — количество применяемых параметров от 0 до  $m$  ( $m \in n$ ).

Проведем оценку количества возможных комбинаций и построим вариант множества комплексов высокоточного оружия тактического звена на беспилотных транспортных платформах с набором типовых характеристик.

Для построения выберем ограниченный набор ключевых характеристик:

- масса боевой части (далее по тексту — БЧ);
- способ управления высокоточным боеприпасом;

- максимальная дальность применения;
- типы беспилотных транспортных средств;
- двигательные установки беспилотных транспортных средств.

Чтобы определить массовые характеристики БЧ для высокоточных боеприпасов, рассмотрим наиболее распространенные в настоящее время цели на поле боя, которые приведены в таблице 1 [1].

В результате проведенного анализа определены 4 основных варианта массы БЧ для высокоточного боеприпаса.

Таблица 1. Типы целей

№ п/п	Тип поражаемой цели	Масса БЧ, кг
1	Живая сила противника	0,3–2
2	Небронированные автомобили	0,3–2
3	Легкобронированная техника	2–3
4	Бронированная техника	3 — поражение высокоточным боеприпасом в уязвимую проекцию; 20 — поражение сбросом неуправляемого осколочно-фугасного боеприпаса с промахом не более нескольких метров.

Управление высокоточными боеприпасами, в свою очередь, осуществляется различными способами. Семь

наиболее распространенных приведены в таблице 2 [2–9].

Таблица 2. Способы управления носителями БЧ

№ п/п	Описание способов управления носителями БЧ	Примеры
1	Ручное одноканальное управление боеприпасом оператором по проводам с помощью джойстика и с наведением при помощи визира	ПТРК 9К11 «Малютка»
2	Управление положением боеприпаса относительно линии визирования на цель по проводам, ориентируясь на координатор (датчик на пусковой установке), улавливающий излучение от ракеты	ПТРК 9К115 «Метис»; ПТРК 9К113 «Конкурс»
3	Наведение ракеты по лазерному лучу на линию визирования	ПТРК 9К135 «Корнет»
4	Управление по оптоволоконному кабелю с наведением тепловой головкой самонаведения (далее по тексту — ГСН)	ПТРК «Spike-ER»
5	Использование разведывательно-ударных БВС, управляемых с помощью FPV («first person view») оборудования с передачей видеосигнала (по радиоканалу) с летательного аппарата на очки оператора с восприятием полета от «первого лица»	FPV-дроны
6	Применение полуактивной лазерной ГСН, принимающей отраженный сигнал от цели	Управляемый снаряд 30Ф39 «Краснополь»
7	Автоматическое управление с помощью встроенной инфракрасной ГСН, которая ориентируется на захваченную цель (принцип «выстрелил и забыл»)	FGM-148 «Javelin»; ПЗРК

На основе примеров управляемых (высокоточных) боеприпасов в таблице 3 приведены пять вариантов типовых максимальных дальностей поражения.

Основными способами транспортировки боеприпасов до недавнего времени являлись: ракета на твердотопливном двигателе, пушечный выстрел, использующий энергию сгорания пороха, либо комбинированное решение, например, активно-реактивные боеприпасы.

В таблице 4 приведены различные типы беспилотных транспортных средств [10], также обозначаемые, как беспилотные воздушные судна (далее по тексту — БВС) [11], на базе которых созданы или создаются новые варианты высокоточного оружия.

Применяемые в настоящее время силовые установки в составе БВС можно разделить по следующему принципу:

- электродвигатель с питанием от АКБ;

Таблица 3. Максимальная дальность применения

№ п/п	Пример поражающего элемента	Макс. дальности поражения, км
1	ПТУР «Метис-М»	1,5
2	ПТУР «Корнет»	5,5
3	ПТУР «Корнет-Д»	10
4	Управляемый снаряд «Краснополь»	25
5	Универсальный модуль планирования и коррекции с авиационной бомбой	более 50

Таблица 4. Типы БВС

№ п/п	Тип БВС	Описание
1	БВС самолетного типа (СТ)	Использование крыла в качестве несущей системы
2	БВС мультироторного типа (МТ)	Более двух несущих винтов, обеспечивающих стабилизированный полет, а также вертикальный взлет и посадку БВС
3	БВС вертолетного типа (ВТ)	Расположение несущих винтов в соответствии с вертолетными схемами (классическая, соосная, тандем и т. д.)
4	Комбинированное БВС — compound (гибрид СТ и МТ)	Использование несущих винтов наподобие БВС МТ в составе БВС СТ для вертикального взлета и посадки с горизонтальным полетом при применении основной двигательной установки
5	Комбинированное БВС — tailsitter (взлет с хвоста)	Поворот планера вместе с двигательной установкой при взлете

— двигатель внутреннего сгорания (далее по тексту — ДВС);

— гибридная схема (ДВС, генератор и АКБ в комплексе с электродвигателями).

Выбор всего лишь 5 ключевых характеристик, одна из которых управление, может быть применена в комбинированном варианте (комбинация не более двух способов наведения), позволяет получить следующий результат:

Из 7-и способов управления с учетом возможных комбинаций ( $n=7$ ,  $m=2$ , следовательно:  $C_7^0 + C_7^1 + C_7^2 = 29$  вариантов по формуле 1), 4-х типов БЧ, 5-ти максимальных дальностей применения, 5-ти типов БВС на 3-х типах силовых установок, по правилу произведения, мы построили вариант множества комплексов высокоточного оружия содержащий 8700 комбинаций ( $29 \times 4 \times 5 \times 5 \times 3 = 8700$ ).

В ходе проведенного исследования получены следующие результаты:

— на примере высокоточного оружия тактической зоны рассмотрен подход к построению варианта множеств перспективных изделий на базе выбранного набора параметров и характеристик (разные наборы приводят к построению разных множеств);

— построено множество перспективных вариантов высокоточного оружия на базе беспилотных транспортных платформ, содержащее 8700 комбинаций, при этом с целью поиска изделий, обладающих новыми качествами, способы управления и наведения выбраны с учетом возможных смешанных комбинаций.

На основе полученных результатов в дальнейшем предполагается провести исчерпывающий анализ перспективных вариантов высокоточных комплексов тактической зоны, выявить обладающие новыми возможностями и качествами, подробно их исследовать на предмет возможного внедрения.

#### Литература:

1. Бородачев, С. А. Многофакторный анализ при определении типа боевой части для миниракеты, запускаемой с беспилотного летательного аппарата / С. А. Бородачев, А. А. Фоменко. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 18 (98). — с. 123–126.
2. Поколения противотанковых ракетных комплексов. — Текст: электронный // livejournal: [сайт]. — URL: <https://loratov-45.livejournal.com/10302.html>? (дата обращения: 10.11.2023).
3. Противотанковый ракетный комплекс «Малютка» (9К14/9К11). — Текст: электронный // Ракетная техника: [сайт]. — URL: <https://missilery.info/missile/malutka> (дата обращения: 10.11.2023).

4. Описание и характеристики ПТРК Метис, особенности конструкции, применение. — Текст: электронный // MILITARYARMS.RU: [сайт]. — URL: <https://militaryarms.ru/oruzhie/granatometry/ptrk-metis/> (дата обращения: 11.11.2023).
5. Противотанковый ракетный комплекс 9К113 Конкурс. — Текст: электронный // Ракетная техника: [сайт]. — URL: <https://missilery.info/missile/malutka> (дата обращения: 10.11.2023).
6. Противотанковый ракетный комплекс «Корнет». — Текст: электронный // Ракетная техника: [сайт]. — URL: <https://en.missilery.info/missile/cornet> (дата обращения: 10.11.2023).
7. Многоцелевой противотанковый ракетный комплекс Spike-ER. — Текст: электронный // Ракетная техника: [сайт]. — URL: <https://en.missilery.info/missile/spike-er> (дата обращения: 10.11.2023).
8. 2К25 «Краснополь». — Текст: электронный // Русская сила. Современное оружие: [сайт]. — URL: <https://xn--7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/guide/army/bp/2k25.shtml> (дата обращения: 13.11.2023).
9. Противотанковый ракетный комплекс FGM-148 Javelin. — Текст: электронный // Ракетная техника: [сайт]. — URL: <https://missilery.info/missile/javelin> (дата обращения: 10.11.2023).
10. Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Классификация. — Текст: электронный // НТИ «Аэронет»: [сайт]. — URL: <http://nti-aeronet.ru/wp-content/uploads/2019/01/Klassifikacija-BAS-BVS-GN-180119.pdf> (дата обращения: 08.11.2023).
11. ГОСТ Р 57258–2016 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения

## Моделирование и расчет пожара в помещениях общественных зданий. Опасные факторы пожара

Пешехонова Марина Андреевна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

*В статье анализируется понятие пожарного риска, значение расчета пожарного риска и прогнозирования динамики развития пожара, нормативные документы, регламентирующие его проведение и применение. Проведен анализ современных программных решений для расчета пожарного риска.*

*Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарный риски, прогнозирование, здания, обнаружение, методика расчета, объект защиты.*

За последние 5 лет в общественных зданиях произошло 18 569 пожара. [9]. Важно отметить, что разработка новых методик расчета пожарного риска и прогнозирования динамики развития пожара в общественных зданиях на основе математического моделирования поможет улучшить эффективность тушения пожаров и повысить безопасность людей. Это позволит более точно определить оптимальное время начала эвакуации и принять соответствующие меры для предотвращения блокировки путей.

Моделирование позволяет учесть различные факторы, такие как размер и форма помещения, наличие преград и материалов, которые могут влиять на распространение огня и дыма. Это позволяет более точно предсказать ситуацию во время пожара и принять необходимые меры для обеспечения безопасной эвакуации [7].

Таким образом, использование моделирования в разработке новых методик расчета пожарного риска и прогнозирования динамики развития пожара является важным шагом в борьбе с пожарами в общественных зданиях и защите жизни и имущества людей.

При расчете величины пожарного риска в соответствии с методикой, изложенной в Приказе МЧС России от 14.11.2022 N 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» [3] функционирование автоматических систем пожаротушения оценивается с помощью коэффициента. Этот коэффициент может быть равен 0, если автоматическая система пожаротушения не соответствует требованиям пожарной безопасности, или 0,9, если автоматическая система пожаротушения этим требованиям соответствует [6].

Одной из технических мер, которая может снижать пожарные риски, является оборудование объектов системами противопожарной защиты.

Моделирование и расчет пожара в помещениях общественных зданий является важным инструментом для оценки пожарной безопасности и разработки эффективных мер по предотвращению и тушению пожаров. Это позволяет определить потенциальные опасности и оценить влияние пожара на здание и его обитателей.

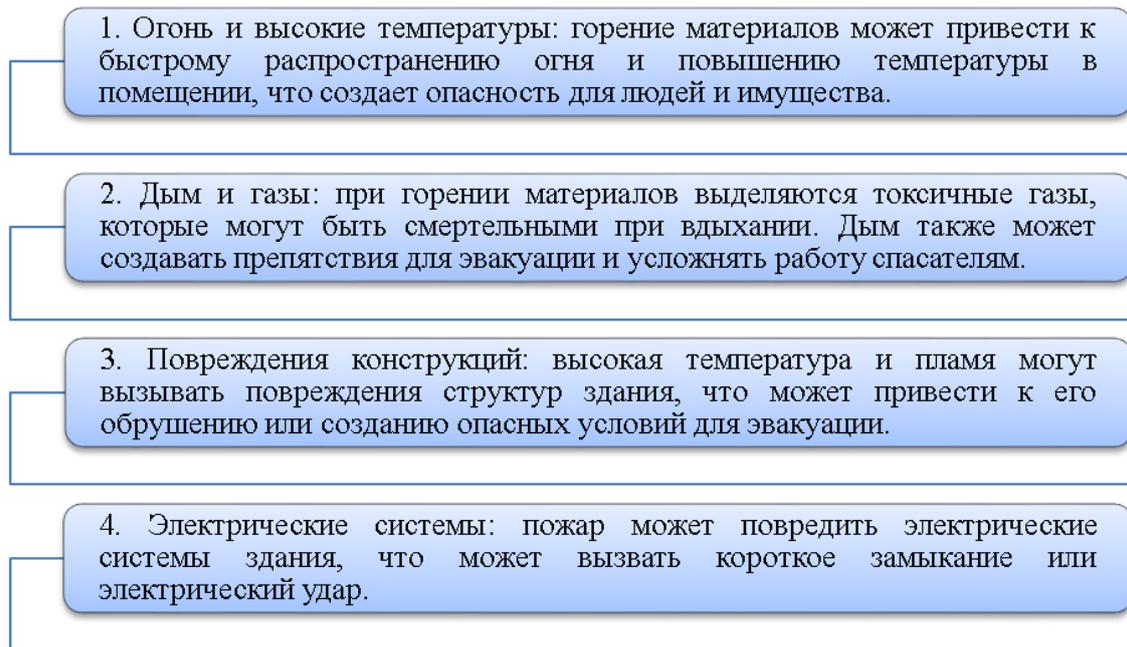


Рис. 1. Опасные факторы пожара

Для предотвращения пожаров и обеспечения безопасности людей в общественных зданиях необходимо принимать следующие меры:

1. Установка и поддержание работоспособности систем пожарной безопасности, таких как автоматические пожарные извещатели, системы пожаротушения и дымоудаления.

2. Регулярная проверка и обслуживание электрических систем и оборудования, чтобы предотвратить возможные пожары, вызванные электрическими неполадками.

3. Обучение персонала и проведение тренировок по действиям в случае пожара, включая эвакуацию и использование средств пожаротушения.

4. Соблюдение правил пожарной безопасности, таких как запрет на курение внутри здания и хранение горючих материалов в безопасном месте.

5. Проведение регулярных пожарных учений и симуляций для проверки готовности здания и персонала к возможным пожарам.

6. Установка планов эвакуации и обеспечение наличия необходимых средств для безопасной эвакуации, таких как пожарные лестницы и выходы.

7. Проведение инспекций и аудитов пожарной безопасности для выявления потенциальных уязвимостей и принятия мер по их устранению [5].

В целом, безопасность от пожаров в общественных зданиях требует комплексного подхода, включающего моделирование и расчет пожара, регулярное обслуживание систем пожарной безопасности и обучение персонала. Только так можно обеспечить безопасность людей и сохранность имущества.

Существует множество современных программных решений для расчета пожарного риска. Некоторые из них включают в себя:

1. FDS (Fire Dynamics Simulator) — это программное обеспечение, разработанное Национальной администрацией США по безопасности и охране здоровья на рабочем месте (OSHA). Оно используется для моделирования пожаров и предсказания их поведения в различных сценариях.

2. PyroSim — это инструмент для моделирования пожара, основанный на FDS. Он предоставляет графический интерфейс пользователя для создания и настройки моделей пожара, а также анализа результатов.

3. Pathfinder — это программное обеспечение для моделирования эвакуации людей в случае пожара. Оно позволяет создавать модели помещений и симулировать движение людей при различных условиях.

4. FireRisk — это программное обеспечение, разработанное компанией Risk Integrated. Оно предоставляет инструменты для оценки пожарного риска в различных отраслях, таких как нефтегазовая промышленность, химическая промышленность и др.

5. FireWare — это программное обеспечение, разработанное компанией FireWare. Оно предоставляет инструменты для создания виртуальных симуляций пожаров и тренировок для пожарных и других специалистов по безопасности.

6. Fenix+ 3 — это программа моделирования эвакуации, моделирования пожара и расчета индивидуального пожарного риска на гражданских и производственных объектах [10].

Разработка методики расчета пожарного риска и прогнозирования динамики развития пожара в помещениях общественных зданий является важной задачей для обеспечения безопасности людей и имущества. При разработке такой методики необходимо учитывать различные факторы, такие как геометрия помещений, материалы строительства, наличие систем пожаротушения и эвакуации.

ации, а также поведение пожара в зависимости от этих параметров.

Для моделирования пожара и прогнозирования его динамики можно использовать программные средства, такие как PyroSim. С помощью PyroSim можно создавать трехмерные модели помещений и задавать параметры пожара, такие как источник возгорания, скорость распространения огня и температуру горения. Программа позволяет моделировать различные сценарии пожара и анализировать их последствия.

В процессе разработки методики необходимо учитывать особенности конкретного типа здания (например, торгового центра, гостиницы или больницы) и преду-

смотреть соответствующие меры безопасности. Для этого можно использовать данные о пожарной безопасности, такие как показатели огнестойкости материалов и конструкций, наличие систем автоматического пожаротушения и дымоудаления, а также планы эвакуации.

Методика расчета пожарного риска должна включать в себя анализ вероятности возникновения пожара и его последствий, а также определение мер по предотвращению и тушению пожара. Для этого можно использовать статистические данные о частоте возникновения пожаров в подобных зданиях, а также результаты моделирования с использованием программного обеспечения, например PyroSim.

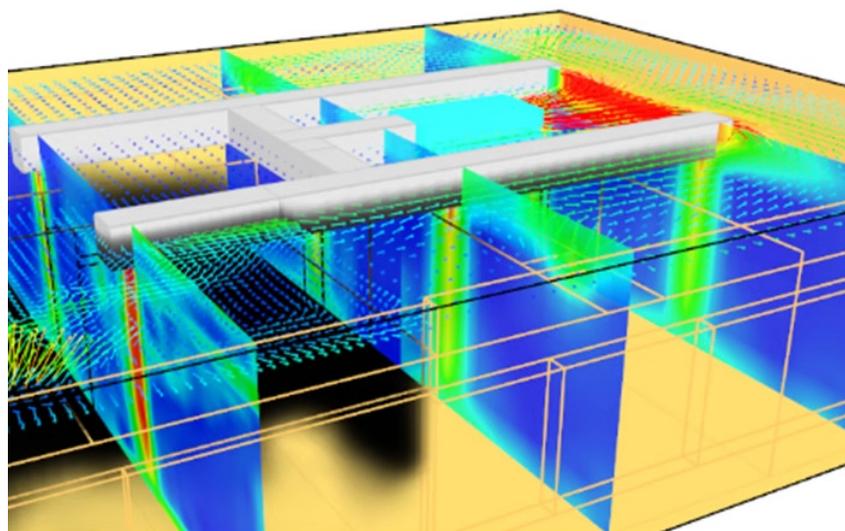


Рис. 2. Моделирование PyroSim

Важным этапом разработки методики является верификация и валидация моделей, используемых для прогнозирования динамики развития пожара. Для этого можно провести серию экспериментов на специально оборудованных испытательных стендах или использовать результаты реальных пожаров. Результаты моделирования с помощью PyroSim можно сравнить с этими данными и оценить точность модели [7].

В итоге, разработка методики расчета пожарного риска и прогнозирования динамики развития пожара в помещениях общественных зданий требует комплексного подхода и использования специализированного программного обеспечения, такого как PyroSim. Это позволяет проводить более точные расчеты и анализировать различные сценарии пожара с целью повышения безопасности.

#### Литература:

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
2. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 N 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.08.2009 N 14541)
3. Приказ МЧС России от 14.11.2022 N 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.03.2023 N 72633)
4. Абашкин, А. А., Карпов А. В., Ушаков Д. В., Фомин М. В., Гилетич А. Н., Комков П. М., Самошин Д. А. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» — М.: ВНИИПО, 2014. — 226 с.
5. Александренко, М. В., Акулова М. В., Ибрагимов А. М. Математическое моделирование пожара // МНИЖ. 2015. № 4–1 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 25.11.2023).

6. Корольченко, А. Я., Корольченко Д. А. Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума: Учебное пособие. 2008. — 320 с.
7. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 17–18 ноября 2020 г. — Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. — 577 с.
8. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» / А. А. Абашкин, А. В. Карпов, Д. В. Ушаков, М. В. Фомин, А. Н. Гилетич, П. М. Комков. М.: ВНИИПО, 2014. 83 с.
9. Романов, Н. Н., Кузьмин А. А., Пермяков А. А., Федоров А. В., Симонова М. А. Методика расчета режимов прогрева строительных конструкций в условиях внутреннего пожара // Вестник МАХ. 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 25.11.2023).
10. Студенческий форум: научный журнал. — № 13(149). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2021. — 108 с.
11. Пешехонова, М. А. Методика расчета пожарного риска и прогнозирование динамики развития пожара / М. А. Пешехонова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 29 (476). — с. 213–215. — URL: <https://moluch.ru/archive/476/104923/> (дата обращения: 26.11.2023).

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Каркасное домостроение: перспективы и преимущества

Борлаков Мурат Шамильевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Мекеров Борис Азретович, кандидат технических наук, доцент  
Северо-Кавказская государственная академия (г. Черкесск)

**К**аркасное домостроение — это инновационный подход к строительству жилых и коммерческих зданий, который набирает все большую популярность. Он основан на использовании каркасов из деревянных или металлических элементов, которые собираются в фабричных условиях и затем доставляются на участок для быстрой и эффективной сборки.

Одной из ведущих стран в области каркасного домостроения является Канада. Канадская технология основана на высоком качестве материалов и строгих стандартах производства. Каркасы изготавливаются с использованием высококачественной древесины, что обеспечивает прочность и долговечность конструкции. Канадские дома также отличаются превосходной теплоизоляцией и возможностью максимальной адаптации к климатическим условиям.

Еще одной развивающейся страной в области каркасного домостроения является Финляндия. Финская технология строительства отличается высокой степенью промышленной предварительной подготовки. Каркасы изготавливаются таким образом, что они могут включать в себя все необходимые коммуникации, электроснабжение, водоснабжение и отопление, что облегчает монтаж на строительной площадке. Кроме того, финские дома имеют инновационные системы вентиляции, фильтрации и рекуперации тепла, что обеспечивает комфортное и здоровое внутреннее пространство.

Каркасное домостроение предлагает множество преимуществ, включая высокую энергоэффективность, экологичность и возможность быстрой сборки. Канадские и финские технологии в этой области являются одними из самых передовых и прогрессивных, чему отведен приоритет в строительстве во многих странах. С развитием технологий и опыта, каркасное домостроение становится все более привлекательным выбором для будущего строительства.

### Перспективы каркасного домостроения

Каркасное домостроение стало одним из наиболее востребованных методов благодаря некоторым свойствам. Вот некоторые из них:

1. Экологическая устойчивость: Каркасные дома являются более экологически чистыми, чем традиционные кирпичные или бетонные дома.

2. Быстрота строительства: Каркасное домостроение позволяет значительно сократить время строительства. Готовый каркас может быть установлен всего за несколько недель, в то время как строительство традиционного дома может занять несколько месяцев. Это особенно актуально для семей, которым приходится часто переезжать или иметь возможность быстрой релокации. Благодаря предварительной фабричной сборке каркасов, дома могут быть легко разобраны, транспортированы и повторно собраны на новом участке.

3. Гибкость в планировании: с помощью каркасного домостроения можно создавать различные формы и архитектурные решения без ограничений, которые свойственны традиционным методам строительства. Это дает владельцам больше свободы в реализации своих дизайнерских идей.

4. Высокая прочность и долговечность: Каркасные конструкции обладают прочностью, способностью выдерживать нагрузки и сопротивляться воздействию различных факторов, таких как ветры или землетрясения. Это делает каркасные дома более устойчивыми и надежными в долгосрочной перспективе.

5. Энергоэффективность: Каркасные дома имеют хорошую теплоизоляцию благодаря использованию специальных материалов и технологий. Это позволяет снизить затраты на отопление и кондиционирование, что влечет за собой экономические выгоды для владельцев каркасных домов.

6. Возможность модернизации и реконструкции: Каркасные дома обладают гибкой структурой, что позволяет владельцам вносить изменения или даже выполнять полную реконструкцию без значительных проблем. Это позволяет адаптировать дом к новым потребностям и требованиям владельцев.

7. Более доступная стоимость: каркасные дома часто могут быть построены по более доступной стоимости по

сравнению с традиционными методами строительства. Это делает их привлекательными для широкого круга людей, включая молодые семьи или инвесторов.

8. Улучшенная звукоизоляция: благодаря использованию теплоизоляционных материалов в стенах и перекрытиях, каркасные дома обладают хорошей звукоизоляцией. Это создает комфортную обстановку внутри дома, защищая его жителей от шума извне.

#### Преимущества каркасного домостроения

Каркасное домостроение имеет множество преимуществ, которые делают его привлекательным для многих людей. Вот некоторые из них:

1. Экономическая выгода: Каркасные дома обычно обходятся дешевле, чем традиционные дома. Сокращение времени строительства и использование меньшего количества материалов позволяют сэкономить на затратах.

2. Улучшенная энергоэффективность: Каркасные дома обладают лучшей теплоизоляцией, чем традиционные дома, благодаря использованию современных теплоизоляционных материалов. Это позволяет снизить затраты на отопление и кондиционирование воздуха.

3. Устойчивость к природным бедствиям: Каркасные дома обладают более высокой устойчивостью к землетрясениям и ураганам. Гибкий каркас, изготовленный из стройматериалов с высокой прочностью, позволяет дому выдерживать значительные нагрузки.

4. Простота ремонта и модернизации: В каркасных домах процесс ремонта и модернизации проще и быстрее.

5. Большая свобода в планировке: каркасные дома предоставляют возможность гибкого проектирования внутреннего пространства. Отсутствие несущих стен позволяет создать открытые и многофункциональные планировочные решения, а также вносить изменения в планировку по мере необходимости.

6. Быстрая сборка и строительство: Каркасные дома могут быть быстро собраны, что сокращает время строительства и застройки. Готовый каркас можно доставить

на участок и установить в течение нескольких недель, что особенно удобно при ограниченном времени или временном жилье.

7. Легкость транспортировки: каркасные дома легки и компактны, что позволяет легко и экономично транспортировать их на различные участки. Это особенно полезно для людей, которые желают перемещаться или построить дом на удаленном месте.

8. Возможность экспериментирования с дизайном: каркасные дома предоставляют возможность осуществлять дерзкие и креативные дизайнерские идеи. Гибкий каркас и легкие материалы позволяют создавать различные формы и архитектурные решения, давая владельцам больше возможностей для самовыражения и персонализации своего дома.

Все эти преимущества делают каркасное домостроение привлекательным выбором для тех, кто ценит экономическую эффективность, энергоэффективность, устойчивость и гибкость в дизайне.

#### Заключение

В условиях стремительного развития и постоянных изменений в сфере строительства, каркасное домостроение продолжает расширять свои горизонты и предоставлять новые возможности.

Однако, необходима дальнейшая разработка и совершенствование технологий, чтобы максимально реализовать потенциал каркасного домостроения и принести еще больше преимуществ для будущих владельцев домов.

Но мы с сравнением Канадой и с скандинавскими странами сравнительно отстаем, как по уровню производственной базы, так и масштабам внедрения каркасного домостроения в области строительства. Она находит применение в туристической сфере, но очень медленно развивается в частном домостроении. Более-менее интересные проекты применяются при загородном строительстве, коттеджей и дач, но это сконцентрировано вокруг крупных мегаполисов, Москва, Петербург, Урал и т. д.

#### Литература:

1. Микко Вильякайнен. Индивидуальный дом «Платформа».
2. Ларри Хон — «Эффективный плотник». Строительство канадского дома.
3. Кеппо, Ю. Деревянный дом. Каркасные работы от фундамента до крыши.

## Каркасное домостроение в Карачаево-Черкесской Республике

Борлаков Мурат Шамильевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Мекеров Борис Азретович, кандидат технических наук, доцент

Северо-Кавказская государственная академия (г. Черкесск)

**К**аркасные дома — это современные конструкции, в которых основу здания составляет металлический или деревянный каркас, аналогичный каркасу человеческого

скелета. Этот тип строительства становится все более популярным благодаря своей прочности и свободе в архитектурном проектировании. Каркасные дома предлагают уни-

кальные возможности для создания комфортной и стильной жилой среды, а также вписываются в современные требования к экологичности и энергоэффективности.

Строительство каркасных домов в Карачаево-Черкесии привлекает все большее внимание и интерес со стороны людей, ищущих надежное и современное жилье. Каркасные дома представляют собой инновационный подход к строительству, который объединяет высокую прочность, энергоэффективность и экологическую чистоту. В этой статье мы расскажем о строительстве каркасных домов в Карачаево-Черкесии.

### **Каркасное домостроение в Карачаево-Черкесской республике**

Карачаево-Черкесия — это регион со своей богатой историей, культурой и архитектурой. В последние годы все больше внимания уделяется каркасному домостроению, которое сочетает в себе традиции этого региона и современные технологии. Давайте рассмотрим, как каркасные дома становятся популярными в КЧР и почему они представляют собой отличный вариант строительства.

Одной из главных причин, почему каркасные дома становятся популярными в КЧР, является использование местных материалов. Ведь регион богат как природными лесными ресурсами, так и металлическими и каменными материалами. Выбор дерева или металла для каркасной конструкции позволяет сохранить природную красоту места и гармонично вписать здание в окружающую среду.

Каркасное домостроение также отличается высокой энергоэффективностью. Изоляционные материалы, применяемые в каркасных домах, обеспечивают эффективную тепло- и звукоизоляцию, что позволяет снизить энергозатраты на отопление и кондиционирование воздуха. Это особенно важно для КЧР, где климат может быть зимой холодным, а летом достаточно жарким.

Современные технологии каркасного домостроения позволяют создавать разнообразные архитектурные формы и стили. От классических домов с насыщенными деревянными элементами до современных минималистических строений. Каркасные дома в КЧР предлагают широкий выбор вариантов для воплощения идей дизайна и архитектуры.

Кроме того, каркасные дома могут строиться сравнительно быстро. За счет простоты и легкости конструкции, процесс строительства может быть ускорен, что экономит время и средства. Это особенно актуально для курортов КЧР, где спрос на новые объекты постоянно растет.

В результате, каркасное домостроение становится все более популярным в Карачаево-Черкесии. Оно сочетает в себе традиции региона, высокую энергоэффективность и современные технологии. Каркасные дома позволяют создать уютное и комфортное пространство для прожи-

вания и отдыха, которое гармонично соединяется с красотой природы КЧР.

Каркасные дома являются экологически безопасным выбором. Благодаря использованию деревянных балок как основного материала для каркаса, эти дома имеют минимальное воздействие на окружающую среду. Древесина — натуральный, возобновляемый ресурс, который является биоразлагаемым и не загрязняет окружающую среду при своем изготовлении и утилизации. Также каркасные дома используют энергосберегающие технологии, что способствует уменьшению выбросов парниковых газов и защите экосистемы.

С учетом всех этих преимуществ, создание каркасного дома в Карачаево-Черкесии оказывается высокоэффективным выбором для многих людей. По мере роста сознания о преимуществах каркасного строительства и повышения спроса на экологически чистые и энергоэффективные дома, можно ожидать дальнейшего развития этого сектора на региональном уровне.

Вместо традиционной кирпичной или каменной застройки, каркасные дома предоставляют жителям Карачаево-Черкесии возможность жить в современных, комфортных и экологически безопасных домах. Будущее каркасного строительства в КЧР обещает быть светлым и предлагает перспективы для инноваций и устойчивого развития в области недвижимости.

Адаптация к горным участкам: Карачаево-Черкесия находится в гористой местности, что представляет особые вызовы при строительстве. Каркасные дома могут быть легко адаптированы к географическим особенностям, таким как крутые склоны или неровные поверхности. Гибкость в дизайне и возможность подгонки под любой участок делают их привлекательным выбором при строительстве в этом регионе.

Таким образом, каркасное домостроение представляет собой современный, эффективный и экономически выгодный метод строительства, который имеет большой потенциал для развития в Карачаево-Черкесской республике. Благодаря использованию передовых технологий и материалов, этот метод позволяет решать жилищные проблемы и обеспечивать население комфортным и современным жильем.

### **Заключение**

Строительство каркасных домов становится все более популярным выбором. Это инновационный подход к созданию дома, который обеспечивает прочность, энергоэффективность и экологичность. Каркасные дома предлагают широкий спектр преимуществ, привлекательных для будущих владельцев недвижимости, а также и для туристов, которые могут пожить и почувствовать себя как дома, в горах южного региона.

### **Литература:**

1. Абдуллаев, А. Ш. — автор научной работы «Каркасное домостроение в сельском хозяйстве региональных традиций»

2. Шункенов, И. Х. — автор статьи «Традиционные методы каркасного домостроения в Карачаево-Черкесской республике»
3. Урусов, Ш. М. — исследователь культуры и традиций народов Кавказа, в том числе каркасного домостроения

## Методы армирования грунта с использованием геотекстильных материалов

Дмитриева Юлия Олеговна, студент магистратуры

Научный руководитель: Животов Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье рассмотрены наиболее часто применяемые технологии армирования грунта с использованием геотекстильных материалов, а также представлены новые методы и предложения по их применению.*

*Ключевые слова: грунт, слабое основание, устройство слоя, геоткань, геосинтетический материал, слой.*

В строительстве и благоустройстве территорий часто используются геосинтетические материалы для армирования мелкодисперсных материалов. Это может быть грунт основания или насыпные строительные материалы. Данная статья включает в себя рассмотрение известных методов, а также инновационные методы армирования с применением геотекстильных материалов, которые являются разновидностью геосинтетических материалов. Геотекстильные материалы являются прочными водопроницаемыми материалами, изготовленными из полиэфирных или пропиленовых нитей. Полезными свойствами геотекстиля можно считать дренаж избытка влаги, армирование слабых почв и создание прочной разделительной мембраны между грунтовой основой и конструктивными слоями.

При решении реальных задач по армированию и стабилизации грунта и насыпных материалов часто используются следующие методы:

- устройство подпорных стен;
- устройство слоя из геотекстиля под насыпь;
- укрепление верха насыпи (склона);
- устройство текстильно-песчаных свай;
- устройство гибкого ростверка.

Могут разрабатываться различные индивидуальные проектные решения с использованием геотекстильных материалов в зависимости от вида строительного объекта и видов грунта. Далее рассмотрим перечисленные методы по отдельности и разберемся в особенностях применения для различных видов строительных объектов.

Устройство подпорных стен

Подпорные стены применяются для укрепления высоких откосов грунтовых сооружений. Они представляют собой сооружения из уплотненного уложенного по слоям грунта с прослойками и облицовкой из геосинтетических материалов (рисунок 1), между слоями прокладывается геосетки или геоткань, облицовка из геоткани.

Стена, изготовленная с использованием геотекстиля устраивается следующим образом:

Для устройства слоя подпорной стенки устанавливается опалубка из уголкового сального профиля и деревянных стоек высотой до толщины возводимого слоя грунта. Шаг элементов опалубки зависит от длины подпорной стенки, варьируется от 1,5–3,0 м.

Далее, после устройства опалубки на нее и на нижний уплотненный грунт укладываются полотна геотекстиля, длина которого определена исходя из расчета на прочность.

Свободный наружный край геотекстиля кладется поверх опалубки наружу. Затем укладывается слой насыпного грунта (примерно на 1,0–1,5 м по ширине стенки) и тщательно утрамбовывается;

Берется свободный край геотекстиля и поворотом укладывается поверх утрамбованного грунта. Затем досыпается и уплотняется оставшая часть слоя грунта. Укладку очередного слоя производят с расчетным уклоном, не менее 2 % по ширине сооружения для обеспечения его устойчивости;

Следующий шаг: опалубку нужно снять и перенести наверх уложенного слоя. Необходимость опалубки состоит в обеспечении при уплотнении плотного заполнения углов наружной облицовки грунтом.

Снаружи облицовка из геоткани может при необходимости быть озелена или заложена каменной кладкой.

Прочность используемого геотекстиля должна соответствовать расчетным нагрузкам на подпорную стенку. Существует множество отечественных производителей, которые предлагают самые разные геоткани.

Устройство слоя из геотекстиля под насыпь

При устройстве конструктивного слоя из геотекстиля в технологию входят следующие операции:

- Подготовка подстилающего грунта;
- Раскладка и транспортировка по участку рулонов геотекстиля;
- Укладка геотекстиля и при необходимости соединение;
- Отсыпка вышележащего слоя на геотекстиль, его распределение и уплотнение.

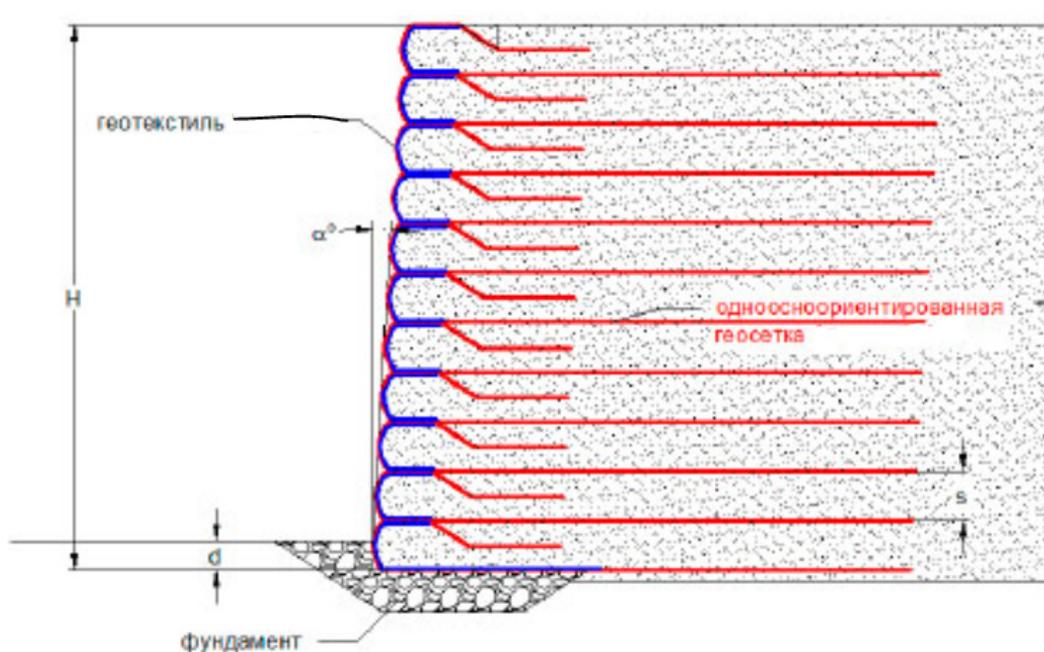


Рис. 1. Подпорная стенка, устроенная с использованием геосинтетических материалов

Подготовка подстилающего грунта состоит в выравнивании его поверхности и уплотнении. Коэффициент уплотнения грунта должен соответствовать значениям, указанных в нормативных документах, поверхность не должна иметь колеи, ям и других неровностей глубиной более 5 см.

При устройстве слоя из геотекстиля в основании насыпи, сложенной слабыми грунтами, подготовка может не выполняться, если отсутствует опасность повреждения геотекстильного полотна. При наличии глубокой колеи или ям, они должны быть засыпаны грунтом и спланированы автогрейдером или бульдозером. Кустарник, деревья

вырубают и спиливают в одном уровне с поверхностью. Рекомендуется провести корчевку пней. Если в момент производства работ на участке имеются поверхностные воды, то отсыпают выравнивающий песчаный слой.

Рулоны геотекстиля транспортируют к месту производства работ непосредственно перед укладкой и распределяют по длине участка работ с шагом, равным ширине полотна в рулоне.

Укладку полотен геотекстиля выполняют в поперечном направлении (для большей прочности) относительно оси насыпи.

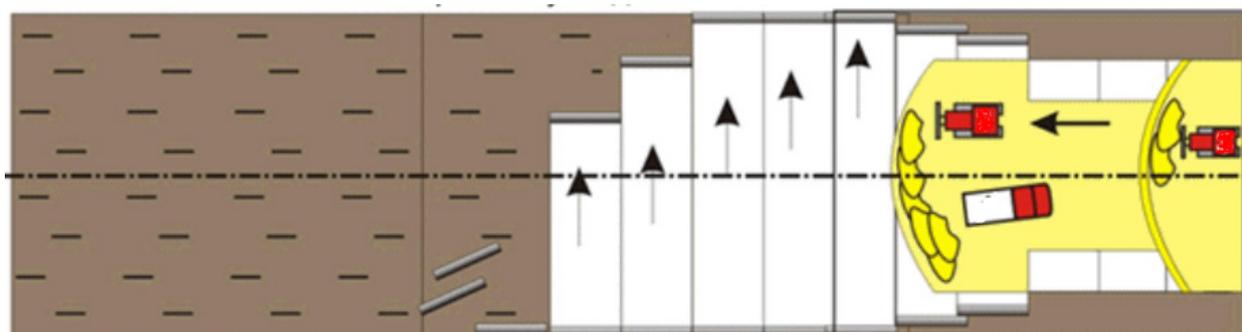


Рис. 2. Технология укладки геотекстиля

После раската нескольких метров краевую часть (по ширине) полотна прижимают к грунту двумя-тремя анкерами (стержни диаметром 3–5 мм) длиной 15–20 сантиметров с отогнутым верхним и заостренным нижним концами. При дальнейшем раскате производят разравнивание полотна с небольшим продольным его натяжением и креплением к грунту анкерами (или другим способом) через 10–15 метров (через 1,5–2,0 метра при устройстве слоя из геотек-

стиля на слабом основании). Крепление выполняют против смещения полотна при действии ветровой нагрузки, укладке вышележащего слоя и для сохранения предварительного натяжения геотекстиля. Полотна укладывают с перекрытием примерно 0,2–0,3 м (0,5 м для слабых грунтов). Далее можно засыпать вышележащий грунт до проектной отметки.

Укрепление верха насыпи(склона)

1. Поверхность грунта выравнивается и укатывается.

2. Рулон геоткани раскатать по всему периметру склона (там, где будут проводиться работы). Геоткань размещается в стык, без нахлестов.

3. Места стыка геоткани крепятся анкерами с шагом в 1–1,5 метров.

4. Натягивание геоткани вдоль скоса. Натягивается материал так, чтобы плотно прилегал к грунту.

Далее чаще всего на практике кладется поверх геоткани георешетки, которые потом засыпаются наполнителем и завершается укрепление склона озеленением.



Рис. 3. Устройство геоткани на склоне насыпи

Устройство текстильно-песчаных свай

#### 1. Рабочая платформа.

Учитывая, что сваи устраиваются в зоне расположения слабых грунтов, в начале формируется рабочая платформа, которая должна обеспечить возможность въезда и производство работ виброоборудованием на слабом основании. В состав работ входят: дренажные прорезы, водоотводные каналы и защитный слой из дренирующего грунта, укрепленный геополотном.

Прорезы и водоотводные каналы в слабых грунтах с целью ускорения консолидации основания. Расстояние между дренажными прорезями принимается равным от 2 до 2,5 м, ширина прорезей от 1 до 1,2 м, глубина 1 м. При продольном уклоне местности свыше 0,003 прорезы устраивают вдоль оси насыпи, при меньшем уклоне — поперек оси с водоотводными каналами по границе основания и отводом воды в резервы и водопропускные трубы. Для заполнения прорезей и канав следует использовать песок гравелистый (ГОСТ 25100) с коэффициентом фильтрации от 3 м/сут или гравий. Для разработки грунта и засыпки прорезей песком применяются экскаваторы — обратная лопата и погрузчики.

На подготовленное основание с прорезями, водоотводными каналами и выравнивающим слоем песка 5 см следует уложить прослойку из геотекстиля. Технологические и разделительные прослойки устраивают из геополотна нетканого (иглопробивного) с плотностью от 250 г/м<sup>2</sup> или термоскрепленного с плотностью от 110 г/м<sup>2</sup>. Прослойку укладывают на спланированную поверхность. Толщина прослойки из геополотна, используемой в качестве дрены, под расчетной нагрузкой от вышележащих слоев должна

быть от 2 мм. Этому условию удовлетворяет геополотно нетканое толщиной в ненагруженном состоянии от 2,0 до 4 мм.

Прослойку из геополотна нетканого накрывают защитным слоем из песка толщиной 0,50 м для работы виброкатка в интенсивном технологическом режиме уплотнения слабого основания. Интенсивный технологический режим предназначен для воздействия максимально допустимой по несущей способности грунта вибронагрузки на основание с целью улучшения его прочностных и деформационных характеристик.

Уплотнение грунта начинать с режима пробного уплотнения. Нужно организовать работу катка круговыми проходами, начиная с краевых полос. Величина перекрытия следов должна составлять 0,20 м.

Расстояние между дренажными прорезями принимают от 2 до 2,5 м, ширина прорезей: 1 до 1,2 м, глубина 1 м. При продольном уклоне местности более 3‰ прорезы устраивают параллельно оси насыпи, при меньшем уклоне — поперек оси с водоотводными каналами по границе основания и отводом воды в резервы и водопропускные трубы. Для заполнения прорезей и канав используется песок с коэффициентом фильтрации от 3 м/сут или гравий. Для разработки грунта и засыпки прорезей песком применяются экскаваторы — обратная лопата и погрузчики.

На подготовленное основание с прорезями, водоотводными каналами и выравнивающим слоем песка 5 см укладывают прослойку из геотекстиля. Технологические и разделительные прослойки устраивают из геополотна нетканого (иглопробивного) или термоскрепленного. Прослойку следует укладывать на спланированную поверхность.

Слой геополотна накрывают защитным слоем из песка толщиной 0,5м для работы виброкатка в интенсивном режиме уплотнения слабого основания. В качестве управляемых параметров виброуплотнения принимаются амплитуда вибрации, скорость движения катка, число проходов.

Уплотнение грунта начинать с режима пробного уплотнения. Следует организовать работу катка круговыми проходами, начиная с краевых полос. Величина перекрытия следов должна составлять 0,2 м. Режим работы виброкатка следует уточнять по результатам испытаний грунтов на сдвиг расчета коэффициента безопасности. Переувлажненные глинистые грунты следует уплотнять захватками 200–350 м, используя сначала легкие катки весом не более 100 кН для прикатки, а затем основные виброкатки. Для первого прохода могут быть использованы и основные виброкатки с выключенным вибратором. Скорость движения катков при первом проходе 1км/ч, при последующих проходах от 2 км/ч до 4 км/ч. Число проходов катка определяется по результатам пробного уплотнения.

## 2. Устройство свай

Работы по устройству текстильно-песчаных свай выполняют после контроля прочности основания для восприятия нагрузки от строительной техники. При недостаточной несущей способности слабых грунтов по защитному слою следует сделать и последовательно перемещать временную дорогу из инвентарных плит.

- 1) Установка вибропогружателя в рабочее положение
- 2) Погружение стальной вытесняющей трубы-лидера, выбранного диаметра с двухпорным клапаном, при помощи высокочастотного вибратора через слабые грунты до проектной отметки;
- 3) Укладка в трубу-лидер и заполнение песком заранее подготовленной геоболожки.
- 4) Подъем (в вибрационном режиме) трубы-лидера с открытым опорным клапаном.

Устройство гибкого ростверка на слабом основании

- выравнивание защитного слоя над сваями;
- раскатку рулонов геосинтетического материала и его закрепление на поверхности основания;

— стыковку геополотен и засыпку их грунтом с уплотнением.

Геополотно раскатать с перекрытием полос от 20 см до 30 см. Для соединения полотен применять сшивку или склейку. Уложенный слой в течение рабочего дня необходимо засыпать грунтом. Перед отсыпкой грунта проверить качество уложенной прослойки — сплошность, величину перекрытия, качество стыковки, общую ширину и их количество.

Далее следует выполнить засыпку слоя геосинтетического материала грунтом по схеме «от себя». Доставленный автомобилями-самосвалами грунт распределяют слоем толщиной от 30 см до 40 см по всей площади захватки. Грунт перемещают бульдозером последовательно с образованием промежуточных валов и разравнивают от середины насыпи к её краям.

Формируют гибкий ростверк после укладки геосинтетического материала и устройства защитного слоя из песка. В ходе уплотнения и осадки межсвайного пространства производят досыпку грунта между сваями. В результате в основании образуется уплотненный ростверк, который позволяет уменьшить напряжения в межсвайном пространстве за счет перераспределения нагрузки на сваи. На подготовленном основании производится послойная отсыпка и уплотнение дорожной насыпи.

Инновационные способы применения геотканей

При рассмотрении известных способов применения геотканей, перечисленных выше, были установлены некоторые закономерности. Геоткани показывают себя на практике как достаточно универсальные материалы при использовании в армировании грунтов и сыпучих материалов. Исходя из этого, можно предположить, что геоткани могут выступать как оболочка разных форм для наполнителей с целью сдерживания их смещения относительно проектного положения.

Геотканью могут оборачивать пласт грунта с целью устройства устойчивого основания. Получается замкнутая обойма или полуобойма (если слоями) из геоткани.

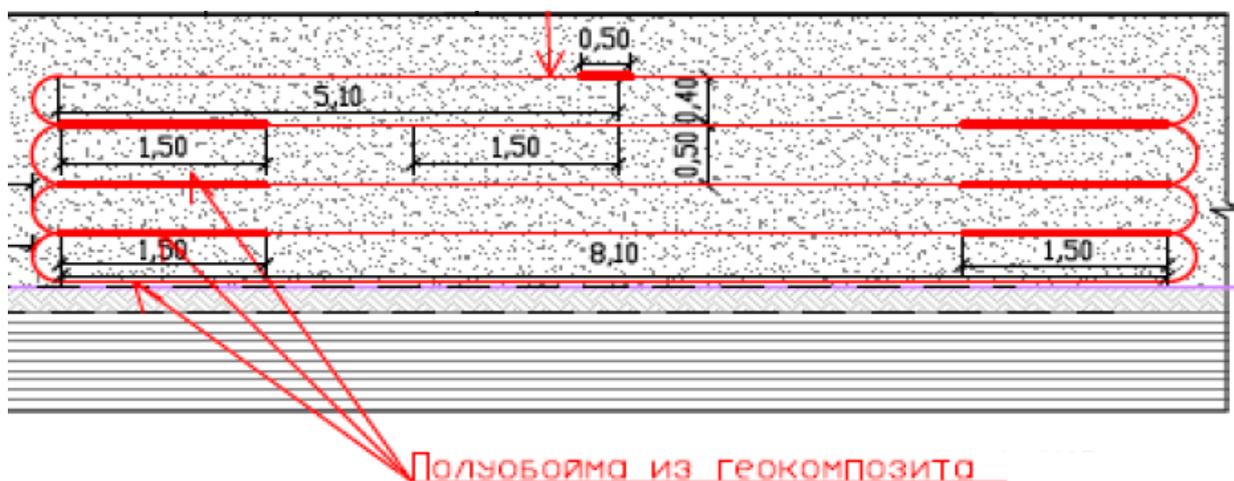


Рис. 4

Еще одним вариантом может быть использование геополотна как застилающий слой в искусственных водоемах. Разрабатывают выемку, дно и склоны уплотняют, застилают геополотном, закрепляют его на концах за пределами выемки и заполняют водой выемку.

Геополотно может выступать оболочкой также для различных бетонных смесей. То есть замкнутая геоткань может выполнять роль опалубки. В мешок из геоткани заливается бетонная смесь и затвердевает. Такое изделие может использоваться для укрепления крутых откосов. Может изготавливаться на месте применения.

#### Литература:

1. ТТК. Укладка нетканого геополотна «Дорнит» при дорожном строительстве Типовая технологическая карта
2. СП 472.1325800.2019. Свод правил. Армогрунтовые системы мостов и подпорных стен на автомобильных дорогах. Правила проектирования» (утв. Приказом Минстроя России от 24.12.2019 N 855/пр) (ред. от 30.05.2022)
3. <https://geospan.geха.ru> — производитель геотекстильных материалов
4. <http://miakom.ru> — производитель геотекстильных материалов
5. ОДМ 218.2.054–2015 Рекомендации по применению текстильно-песчаных свай при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах основания
6. ГОСТ 33068–2014 (EN 13252:2005) Материалы геосинтетические для дренажных систем. Общие технические требования

## ГЕОЛОГИЯ

### Проявления карстовых процессов на территории Уфы

Ахметгалева Илюза Илнуровна, студент магистратуры

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

*Рассмотрены причины карстовых провалов и процессов в городе Уфе.*

*Ключевые слова: карст, гипс, известняк, кунгурский ярус, провал, воронка.*

Карстовые явления широко развиты на Земле. В пределах континентов обнаженные и погребенные растворимые в воде горные породы занимают значительные площади: карбонатные — известняки, доломиты, мраморы, и переходные разности, а также писчий мел — до 40 млн. км<sup>2</sup>, гипсы, ангидриты и переходные разности — до 7 млн. км<sup>2</sup>, каменная соль (галит) и другие соли — до 4 млн. км<sup>2</sup>. Наличие вблизи поверхности или на глубине карстующихся горных пород, создает условия для проявления поверхностных и погребенных карстовых форм [5].

Широкое развитие карста привело к тому, что во многих районах приходится повседневно сталкиваться с ним в практической (особенно инженерной) деятельности. Чаще всего отмечается отрицательное значение карстовых явлений, которое, сейчас выясняется, сильно преувеличено. Часто представление о сложности и даже невозможности строительства в ряде карстовых районов было основано на недостаточной изученности карстовых явлений [7].

Карст встречается во многих районах Восточно-Европейской равнины, в Предуралье, на Урале, в Южной Сибири и на Дальнем Востоке. В районах развития карста затруднено промышленное, жилищное, транспортное строительство, разработка месторождений полезных ископаемых [3].

Выполненная оценка поверхностной закарстованности территории Башкортостана показала, что Предуралье, где развит преимущественно сульфатный карст, в 2–10 раз больше поражено поверхностными карстопроявлениями, чем Южный Урал, где доминирует карбонатный карст. Максимальная пораженность карстопроявлениями наблюдается на участках выхода на поверхность массивных и толстослоистых гипсов кунгурского возраста, в пределах которых она достигает 0,57 при плотности 400 и даже 1100 карстовых форм на 1 км<sup>2</sup>. На участках развития средне- и тонкослоистых гипсов и в условиях пе-

рекрытия их маломощным элювиально-делювиальным чехлом пораженность обычно колеблется в пределах 0,1–0,3, а плотность воронок составляет 30–50 на 1 км<sup>2</sup>.

Карстовый процесс — наиболее опасный вид опасных геологических процессов, пораженность им территории Республики Башкортостан составляет ~31 %. Наибольшее воздействие на населенные пункты РБ оказывает сульфатный его тип [4].

Наиболее часто современные провалы и воронки возникают около и в пределах древних карстовых форм рельефа. Проявления карста в виде провалов наблюдается в пределах селитебных зон, где они сопровождаются деформациями зданий и авариями на инженерных сооружениях. Всего же в РБ почти в 400 населенных пунктах возможно проявления карста на поверхности. Активное проявление карстового процесса в настоящее время отмечено в Аскинском, Аургазинском, Кармаскалинском, Мишкинском, Бирском, Благовещенском, Уфимском, Иглинском районах.

В последние годы образовавшиеся провалы характеризуются большими по площади и объему их образования [1].

«Уфимский полуостров» характеризуется широким развитием карстовых процессов. Карст, главным образом связан с гипсами кунгурского яруса, значительно меньше — с известняками, доломитами и загипсованными песчаниками соликамского горизонта (сульфатный и карбонатно-сульфатный классы) рис. 1.

Интенсивность карста на территории города зависит от ряда факторов: широкое распространение легкорастворимых пород, таких как гипсы, ангидриты, доломиты и известняки, степени перекрытостикарстующихся пород некарстующимися, положения базиса эрозии современных и палеодолин рек Уфы и Белой, соотношения уровней вод различных водоносных горизонтов, трещиноватости и проницаемости пород, агрессивных свойств

фильтрующихся через породы вод, техногенной нагрузки на геологическую среду и др [3].

В пределах Уфимского карстового косогора зафиксировано более 250 карстопоявлений на поверхности (36 воронок/кв. км), связанных с гипсами кунгурского яруса. Коэффициент закарстованности составляет 0,28 %. Наиболее поражены карстом выположенные днища оврагов ниже мест поглощения поверхностных водотоков [6].

На склонах степень пораженности карстом не превышает 0,040,5 %. Из 26 карстовых провалов 14 приурочено к днищам оврагов, 4 — к склонам оврагов и подножью косогора, остальные — к железнодорожному полотну (2 воронки) и участку между оврагами.

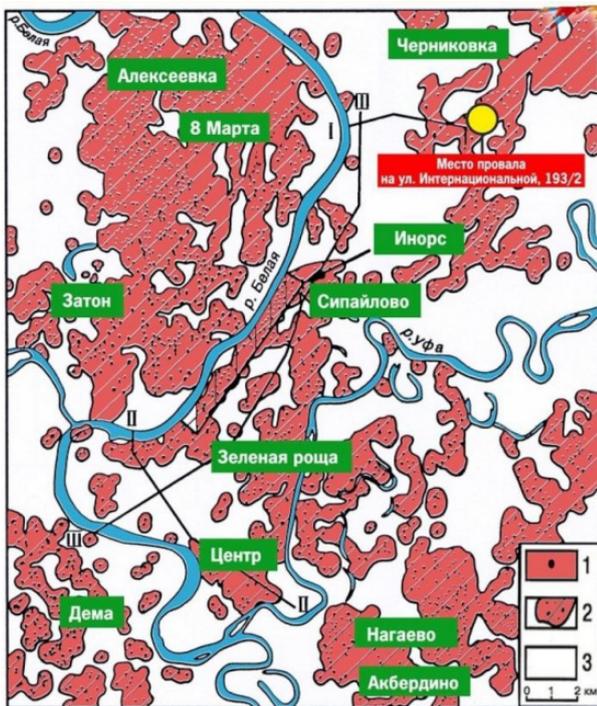


Рис. 1. Карта закарстованности г. Уфы [2]

Причина карстовых провалов в Уфе не всегда связана с природными факторами. Часто просадке грунтов способствуют утечки воды из инженерных сетей. Согласно сборнику Института геологии УНЦ РАН, доля таких утечек в питании уфимских подземных вод составляет от 25 до 50 %. С 2010 по 2015 годы было обнаружено более

600 скрытых утечек в городской водопроводной сети, где терялось более 3 миллионов кубометров воды.

В среднем же в городе происходит 10–15 утечек в сутки, чему способствует высокий износ сетей. Сети водоснабжения изношены сегодня на 83 %, водоотведения — на 68,7 %, тепловые сети — от 60 до 70 %. В результате, по данным геологов, около 80 % всех карстовых провалов в Уфе и ее окрестностях в той или иной степени связаны с утечками из воды из коммуникаций [8].

Совместно с А. П. Ткаченко и под руководством д-р. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр., профессора УУНИТ С. К. Мустафина составлен «Атлас литотипов основных инженерно-геологических элементов района инженерно-геологических изысканий территории мегаполиса Уфа», в 2023 году, в объеме 80 страниц.

В атласе приведены результаты исследования основных литотипов инженерно-геологических элементов, охарактеризованы карстовые процессы на территории г. Уфа, описаны опасные геологические экзогенные процессы, а также геологическое строение г. Уфа рис. 2.



Рис. 2. Гипс, P<sub>1i</sub>

#### Литература:

1. Абдрахманов, Р. Ф., Мартин В. И., Попов В. Г., Рождественский А. П., Смирнов А. И., Травкин А. И. Карст Башкортостана. Уфа — 2002. с. 178.
2. Гайсина, А. Ф. Проблема карста в городе Уфа // Актуальные вопросы современной науки, Томск. — 2017. — с. 183–186.
3. Катаев, В. Н. Основы структурного карстования: учеб. пособие по спецкурсу / Перм. ун-т. — Пермь, 2004. — 143 с
4. Лыкошин, А. Г. Карст и гидротехническое строительство. М.: Стройиздат, 1968. 183 с.
5. Максимович, Г. А. Основы карстования. Том 1. Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Пермское книжное издательство, Пермь, 1963 г., 445 стр.

6. Печеркин, А. И., Болотов Г. Б. Геодинамика рельефа карстующихся массивов. Учебное пособие по спецкурсу. — Пермь: Пермский университет, 1983. — 84 с.
7. Смирнов, А. И. Геологическое строение. Карст // Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Башкортостан, 2005. с. 60
8. Фазлыева, А. И., Петрук А. С. Карст г. Уфа республики Башкортостан и методы его предотвращения // Уральская минералогическая школа. 2016. № 22. с. 120–122.

## Геохимические особенности подземных вод Республики Башкортостан

Дойников Максим Олегович, студент магистратуры

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

*В данной статье был рассмотрен химический состав подземных вод республики Башкортостан и геологические факторы, оказывающие на него влияние.*

**Ключевые слова:** гидрогеохимия, подземные воды, геология, республика Башкортостан, химический состав.

Республика Башкортостан находится в пределах Восточно-Европейской платформы, Уральского складчатого пояса и Западно-Сибирской плиты. Это обуславливает разнообразие геологических структур, включая осадочные, магматические и метаморфические породы. На территории Республики Башкортостан выделяют Волго-Уральский сложный артезианский бассейн, относящийся к системе бассейнов Восточно-Европейской артезианской области, и Уральскую гидрогеологическую складчатую область. [3]

Подземные воды Башкортостана характеризуются различным химическим составом, который определяется типом пород, через которые они протекают, а также наличием различных геохимических барьеров. В зависимости от химического состава подземные воды могут быть использованы для различных целей, включая питьевое водоснабжение, орошение, промышленное использование и др.

В целом, подземные воды Башкортостана характеризуются большим разнообразием минерализации и химического состава. Это обусловлено наличием различных типов подземных вод, различающихся по своему генезису и условиям формирования. Минерализация подземных вод в республике варьируется в широких пределах — от пресных до сильно минерализованных.

Преобладают пресные и слабоминерализованные воды гидрокарбонатного кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-магниевого состава, которые используются для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Среди химических элементов и соединений, определяющих химический состав подземных вод Башкортостана, можно выделить следующие:

Гидрокарбонаты:  $\text{HCO}_3^-$  — являются основными анионами в составе подземных вод и составляют от 50 до 90 %

от общего количества анионов. В основном они представлены соединениями кальция и магния.

Сульфаты:  $\text{SO}_4^{2-}$  — их содержание в подземных водах составляет в среднем 20–40 мг/л. Они могут быть связаны с различными минералами и породами, такими как гипс, ангидрит, целестин и др.

Сульфаты:  $\text{SO}_4^{2-}$  — их содержание в подземных водах составляет в среднем 20–40 мг/л. Они могут быть связаны с различными минералами и породами, такими как гипс, ангидрит, целестин и др.

Хлориды:  $\text{Cl}^-$  — их доля обычно не превышает 10–20 мг/л, однако в отдельных случаях может достигать 300–500 мг/л и более. Хлорид-ионы обычно связаны с натрием, калием и магнием.

Кальций:  $\text{Ca}^{2+}$  — его содержание в подземных водах колеблется в широких пределах и может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен мг/л в зависимости от гидрогеологических условий.

В осадочном чехле Волго-Уральского бассейна выделяют два гидрогеохимических этажа. Верхний этаж мощностью 300–400 м, редко больше, включает преимущественно инфильтрогенные кислородно-азотные воды различного ионно-солевого состава с минерализацией, обычно не превышающей 10–12 г/л. В пределах нижнего этажа залегают высоконапорные главным образом хлоридные рассолы седиментогенного, инфильтрогенного и смешанного происхождения с концентрацией солей до 250–300 г/л и более. В пределах данных этажей по химическому составу и степени минерализации выделяют четыре зоны — гидрокарбонатную, сульфатную, сульфатно-хлоридную и хлоридную.

Зона пресных гидрокарбонатных вод приурочена к породам широкого возрастного диапазона и в гидрогеодинамическом отношении соответствует зоне интенсивной циркуляции. Мощность ее колеблется от 20–50 м в до-

линах рек до 150–200 м на водоразделах, а на Уфимском плато достигает 500–800 м [1].

Зона сульфатных солоноватых и соленых вод развита повсеместно, исключая очаги природного и техногенного влияния глубинных рассолов. К ней относятся сульфатный и гидрокарбонатно-сульфатный классы вод с минерализацией от 1–3 до 15–20 г/л, формирующиеся в окислительной геохимической среде, главным образом, в пермских гипсоносных отложениях. Глубина залегания сульфатных вод изменяется от 0 до 250 м и более. Средняя мощность зоны составляет около 100–150 м.

Зона сульфатно-хлоридных вод с минерализацией 5–36 г/л, как и лежащая выше, связана, главным образом, с пермскими отложениями и характеризуется условиями затрудненного гидрогеодинамического режима. В геохимическом отношении зона занимает промежуточное положение, отличаясь окислительно-восстановительной обстановкой ( $E_h$  от +100 до –180 мВ; рН 6,7–7,5), газами атмосферного ( $O_2$ ,  $N_2$ ) и биохимического ( $H_2S$ ) происхождения. Поэтому в зависимости от газового состава минеральные сульфатно-хлоридные воды могут быть использованы или в лечебно-питьевых, или в бальнеологических целях.

Зона хлоридных рассолов развита повсеместно, занимает наибольший интервал гидрогеохимического разреза

(от 3 км на Уфимском плато до 10–11 км в Предуральском прогибе) и полностью соответствует нижнему этажу артезианского бассейна.

Огромное влияние на химический состав подземных вод может оказать антропогенный фактор. Так к примеру в промышленной части города уфа на территориях ОАО «Уфа-нефтехим», ОАО «Уфаоргсинтез», нефтеперерабатывающих заводов, городской свалки и др. грунтовые воды часто приобретают хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-хлоридный, хлоридный кальциевый, натриево-кальциевый, магниевый-кальциевый состав. На территории свалки содержание тяжелых металлов в воде колеблется (мг/л): меди 0,002–27,9, свинца 0,05–9,4, кадмия 0,0003–1,29, цинка 13,0–63,6, железа 420,8–2540, марганца 7,2–31,6, хрома 0,8–15,3 [2].

Таким образом, химический состав подземных вод Республики Башкортостан определяется различными факторами, среди которых геологические, гидрологические и климатические условия, а также антропогенная деятельность. Для обеспечения безопасности и качества подземных вод необходимо проводить постоянный мониторинг их состава и осуществлять наблюдение за соблюдением экологических норм и требований.

#### Литература:

1. Абдрахманов, Р. Ф. Гидрогеоэкология башкортостана. — М.: Уфа — 2005.
2. Абдрахманов, Р. Ф. Гидрогеология башкортостана и проблемы гидрогеоэкологии. — М.: Институт геологии УНЦ РАН.
3. Попов, В. Г. Гидрогеохимия и гидрогеодинамика Предуралья. — М.: Наука/

## Гидрогеологические условия локализации залежей полевошпатового сырья месторождения Успенка

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 месторождения Успенка.*

*Ключевые слова:* Успенка, полевошпатовое сырье, водоносный комплекс, вода.

**М**есторождение Успенка находится в муниципальном районе Каслинский район, в 9 км западнее административного района — г. Касли. Наибольшая абсолютная отметка участка — 384,1 м, наименьшая — 260 м. Перепад абсолютных отметок рельефа в пределах участка — 124 м.

Вблизи месторождения Успенка в радиусе 3–7 км располагается большое количество озёр (Светлое, Чистое, Лесохим и др.), обладающих значительными водными

ресурсами. Наиболее крупная река района работ — р. Большой Маук протекает севернее участка работ в низине между г. Успенка и Вишневыми горами. В 0,8 км от устья справа в Большой Маук впадает Малый Маук, образуя Зацепинский пруд. С Зацепинского пруда осуществляется питьевое водоснабжение города Касли.

Месторождение нефелин-полевошпатового сырья Успенка локализовано в составе Вишневогорского щелочного массива, на возвышенности в поле распростра-

нения водоносного горизонта трещинных вод щелочных интрузий.

По результатам современных исследований, на месторождении выделены следующие водоносные комплексы, которые могут являться источниками водопритоков в проектируемый карьер:

- пластовый относительно водоносный четвертичный озерный, озерно-аллювиальный, озерно-болотный горизонт;

- водоносная зона раннепротерозойско-среднерифейских кристаллических сланцев;

- относительно водоносный горизонт ордовико-раннесилурийских пород основного и ультраосновного состава;

- водоносный комплекс зон трещиноватости гнейсовых образований. Вишневогорская толща (PR<sub>1</sub>vg);

- водоносный комплекс зон трещиноватости палеозойских интрузивных жильных пород. Вишневогорский-ильменогорский комплекс карбонатит-миаскиновый (фξO<sub>3</sub>iv) [1].

При поисково-оценочных работах на месторождении Успенка при проходке скважин проводились гидрогеологические работы с целью установления наличия водоносного горизонта, глубины залегания подземных вод. Поставленные задачи, при участии автора, решались путем измерения уровня подземных вод. Уровень подземных вод фиксировался в каждой скважине (при наличии) при

закрытии скважины после стабилизации статического уровня. Всего произведен 41 замер.

Грунтовые воды вскрыты в 28 скважинах и устанавливались на абсолютных отметках от 276,8 до 297,2 м.

Воды горизонта гидрокарбонатно-сульфатные, натриевые и кальциевые с минерализацией 0,1–0,2 г/дм<sup>3</sup>.

В ходе проведения гидрогеологических работ, был опробован основной продуктивный комплекс интрузивных жильных пород, подземные воды которого будут формировать приток воды в карьер.

По результатам расчётов, предлагается при принятии проектных решений использовать средние значения расчетных водопритоков за счет подземных вод для карьеров в размере: для Западной залежи 125 м<sup>3</sup>/сут или 5 м<sup>3</sup>/ч, для Восточной залежи 448 м<sup>3</sup>/сут или 19 м<sup>3</sup>/ч. Значительная водообильность наблюдалась в низких частях рельефа ниже отметки +260 м [2].

Также был рассчитан градиент потока по формуле:

$$ГП = \frac{З}{Р}$$

Где З — значение изобар (пунктиром на рис. 1), Р — прямое расстояние между изобарами. Для рек значение изобар было выбрано от 280 до 236 м, так как обе реки образуют Зацепинский пруд. Результаты расчёта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчёта

Значение изобар, м	Расстояние между изобарами, км	Градиент потока, м
От 300 до 250	3	16,6
От 250 до 230	3,5	5,7
От 280 до 236 по реке Малый Маук	5,7	7,7
От 280 до 236 по реке Большой Маук	6,3	7,0
Общий градиент		
От 300 до 230	9,8	7,1

### Выводы

При расчетах градиента потока были получены близкие коэффициенты, что говорит о их гидродинамической связи. Также на основе составленной схемы (рис. 1) и данных о водообильности от поверхности земли до

горизонта 297,2 м, рекомендуется проводить подсчет запасов и разработку карьера до горизонта с отметкой до +260 м, чтобы избежать затопления и антропогенного воздействия на близкие к месторождению озера, вследствие их связи.

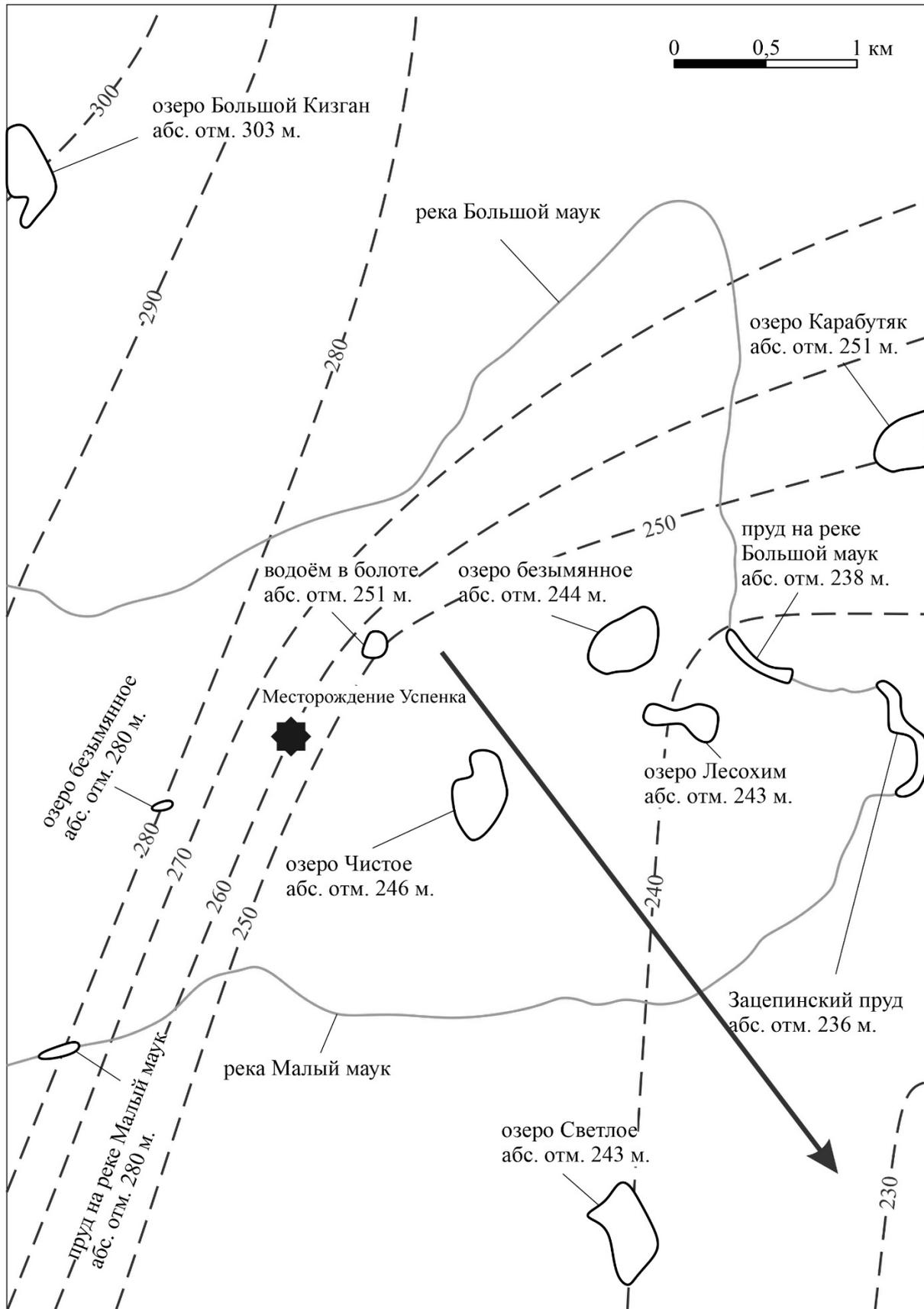


Рис. 1. Карта-схема района месторождения Успенка, с озерами, реками и изобарами

Литература:

1. Кузнецов, Н. С., Отчет по объекту: «Геологическая съемка, ГДП-200 N-41-1 (Кыштымская площадь)». — 2009. ТФГИ по Уральскому федеральному округу, Челябинский филиал.

- Мельников, К. А., Кочергин А. В., Гареев С. И., Отчет о геологическом изучении (поиски и оценка) месторождения полевошпатового сырья на участке Успенка. — ТФГИ по Уральскому федеральному округу, Челябинский филиал. — 2021. — с. 60–61.

## Проблема обеспечения водами питьевого качества населённых пунктов восточной части Кармаскалинского района Республики Башкортостан

Мурзаков Родион Романович, студент магистратуры

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

В статье автор исследует проблему обеспечения водой нужд населения, проживающего в восточной части Кармаскалинского района.

**Ключевые слова:** питьевые воды, водоносный горизонт. Кармаскалинский район

Кармаскалинский район имеет значительные проблемы с качественной питьевой водой. Большая часть района занята полями развития пермских отложений, в которых основную роль играют сульфаты (гипсы и ангидриты) и карбонаты, данная особенность обосновывает высокую минерализацию и высокую жесткость вод. Подавляющий объем вод не соответствует питьевому качеству. [3]

В данной работе сделана попытка в выделении перспективных водоносных горизонтов, которые могут обладать водами, предназначенными для питьевых нужд. Для решения данной проблемы, были использованы материалы гидрогеологического картирования прошлых лет.

Водоносный горизонт отложений артинского яруса нижней перми в районе на поверхность нигде не выходит и вскрывается нефтяными скважинами на глубинах 237–453 м. Сухой остаток воды составил 13,6 г/л, общая жесткость воды 48 мг-экв/л. Вода по составу сульфат-

но-хлоридная кальциево-натриевая. Содержание сероводорода 24,1 мг/л, йода 0,13 мг/л. Воды артинских отложений для технических и других нужд не используются.

Водоносный горизонт кунгурского яруса нижней перми выходит на поверхность и занимает значительные площади района. Обводненными являются трещиноватые гипсы с прослоями доломита, известняка, мергеля. Качество воды преимущественно плохое и не отвечает требованиям СанПиНов 2.1.4.544–96 и 2.1.4.550–96 по минерализации, общей жесткости и др. показателям.

Водоносный комплекс уфимского яруса развит отдельными участками по всей территории района. Обводняются прослой трещиноватых и кавернозных песчаников, известняков, доломитов и конгломератов среди глинистых разностей. Вода по составу преимущественно сульфатно кальциевая реже гидрокарбонатно-сульфатная со смешанным катионным составом. Содержание нитратов от 2,7 до 65,1 г/л. Общий водоотбор 147 м<sup>3</sup>/сут, в т. ч. 41 % (60 м<sup>3</sup>/сут) вода с плохим качеством.

Водоносный комплекс (горизонт)	Площадь оценки, км <sup>2</sup>	Прогнозные ресурсы, тыс.м <sup>3</sup> /сут			Всего, тыс. м <sup>3</sup> /сут
		с сухим остатком до 1 г/л и общей жесткостью, мг-экв/л			
		до 7	до 10	до 15	
Четвертичный и неогеновый	525	-	47,8	86,4	134,2
Шешминский (соликамский)	130	-	-	1,5	1,5
	655	-	47,8	87,9	135,7

Рис. 1. Прогнозные ресурсы пресных подземных вод Кармаскалинского района [1, с. 35]

Подземные воды зилим-васильевского горизонта приурочены к гравийно-галечно-песчаным отложениям мощностью от 1,5 до 13 м. Вода преимущественно хлоридно-гидрокарбонатная магниевая-кальциевая с минера-

лизацией 0,3–0,5 г/л, общей жесткостью 6,0–8,4 мг-экв/л, качество воды хорошее.

Подземные воды акчагыльского и апшеронского ярусов приурочены к гравийно-галечно-песчаным отложениям

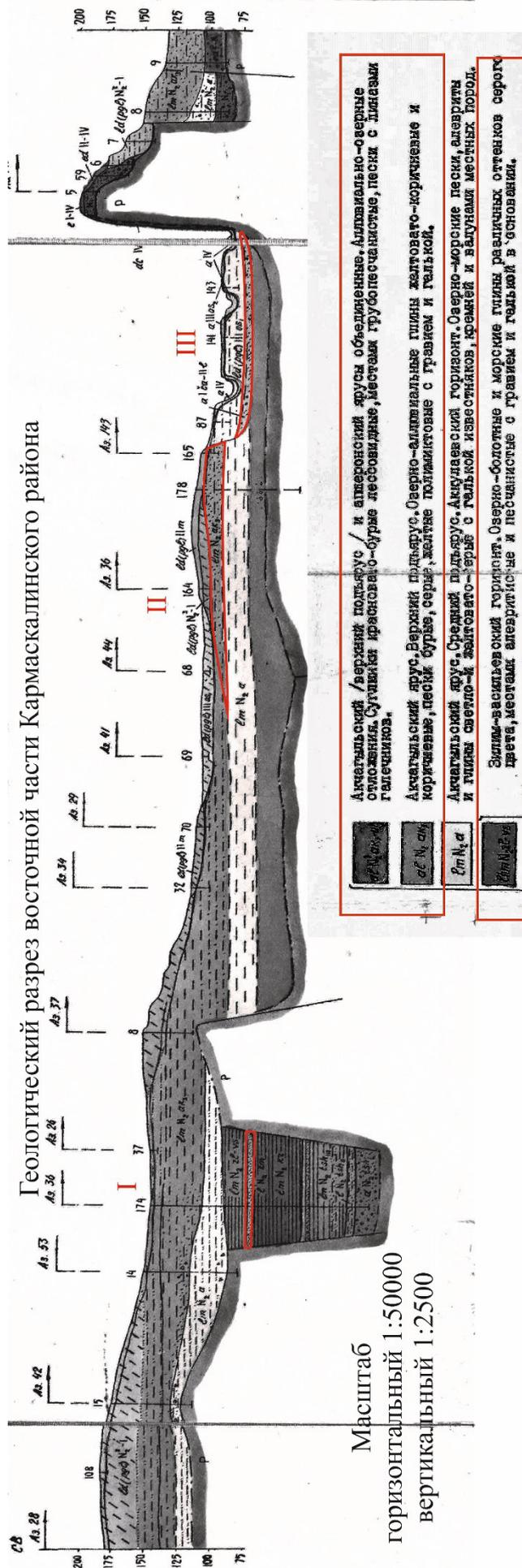


Рис. 2. Геологический разрез восточной части Кармаскалинского района [1, с. 220]

мощностью 5–23 м. Сверху водоносный горизонт перекрыт глинами и суглинками мощностью 5–10 м, снизу — глинами серыми и голубовато-серыми неогенового возраста. Качество воды хорошее: минерализация 0,4–0,5 г/л, общая жесткость 6,5–8,4 мг-экв/л. По составу вода преимущественно гидрокарбонатная магниевая-кальциевая.

Распространение пресных подземных вод Кармакалинского района очень сложное и неравномерное, как по площади, так и на глубину. Относительно выдержанным является аллювиальный водоносный горизонт в гравийно-галечно-песчаных отложениях долин рек Белая, Сим.

Аллювиальный водоносный горизонт долины р. Сим характеризуется водой удовлетворительного качества. По составу она гидрокарбонатно-магниевая-кальциевая. Сухой остаток 0,3 г/л, общая жесткость 3,6 мг-экв/л.

Выделены три водоносных горизонта которые могут вмещать воды питьевого качества и которые рекомендуются к опоскованию на выявление месторождений пресных вод:

I-й водоносный горизонт приурочен к песчано-гравийно-галечниковому телу зилим-васильевского горизонта

верхнего неогена. Горизонт развит локально пределах палеовреза древней «переуглубленной» долины реки Белой, в полосе деревень Покровка, Кустугулово, Калгановка. Глубины залегания составляют 70–80 м.

II-й водоносный горизонт приурочен к полимиктовым гравийно-галечниково-глинистым отложениям верхних горизонтов акчагыльского яруса верхнего неогена. Горизонт развит в пределах поля развития лимнических фаций акчагыльских отложений. Его водообильность невысокая, но большая площадь развития позволяет рассматривать как основной источник для организации локальных водозаборов. Располагается на глубине 15–20 м.

III-й водоносный горизонт мы связываем с значительным телом гравийно-песчаных отложений основания «новой» долины реки Белой. Отложения датируются эоплейстоценом (основанием апшеронского яруса — верхами акчагыльского яруса). Горизонт перекрыт существенно глинистым разрезом неоплейстоцена, что обеспечивает ему хорошую изоляцию от антропогенного загрязнения. Располагается на глубине 30–35 м.

Из перечисленного списка, самым оптимальным и эффективным водоносным горизонтом является III-й.

#### Литература:

1. В. Н. Малов Отчёт по оперативному контролю за охраной подземных вод за 1995–96 гг. Уфа, 2001 г, том 1. 225 с.
2. ГОСТ 2874–82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством, М: Издательство стандартов, 1997 г. 10 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (взамен СанПиН 2.1.4.559–96)

## Концепция создания мониторинга криолитозоны как государственной системы

Фазезов Рафаэль Раилевич, студент магистратуры

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

*В статье автор исследует концепцию создания мониторинга криолитозоны как государственной системы.*

*Ключевые слова: криолитозона, инженерно-геологические, геологическая среда.*

Научный и практический интерес к криолитозоне определяется все возрастающим вниманием государства и хозяйственных субъектов к освоению недр Арктической и Субарктической территории страны. В связи с долгосрочным ориентированием экономики страны на экспорт углеводородов важнейшей стратегической задачей МПР РФ является не только увеличение их разведанных ресурсов, но сохранение экологически безопасных условий их освоения. Устойчивость криолитозоны к внешним воздействиям зависит, прежде всего, от температуры горных пород и от содержания и распределения в них подземного льда, разрушающегося при переходе температуры горных пород через нуль градусов.

Экологическая опасность природопользования в условиях криолитозоны в полной мере определяется сочетанием природных факторов и техногенеза, способного при определенных обстоятельствах настолько резко усилить воздействие криогенных процессов, что их влияние может принять катастрофический характер. Без должного научного обеспечения и сопровождения геологоразведочных, проектных и строительных работ эти процессы могут серьезно осложнить экологическую обстановку на объектах недропользования и значительно увеличить затраты на освоение природных ресурсов. Важно подчеркнуть, что мониторинг криолитозоны необходимо проводить там, где в недостаточной мере изучены природные

опасности для недропользования и где существует вероятность возникновения не штатных экологических ситуаций в процессе освоения недр региона.

Разведка и разработка нефтегазовых месторождений в криолитозоне требуют инженерно-геокриологического изучения площади самих месторождений и путей транспортировки газа с целью обеспечения устойчивости возводимых сооружений и максимального сохранения, существующих в настоящее время природных условий криолитозоны. Создание сценариев и прогнозирование геоэкологических изменений для различных этапов и стадий разработки месторождений, а также обеспечение устойчивости объектов инфраструктуры возможно лишь на основе знания закономерностей формирования и пространственной изменчивости важнейших компонентов геокриологических условий региона в целом и отдельных его частей [5].

Под криолитозонной понимается верхняя часть земной коры, характеризующаяся отрицательной температурой почв и горных пород в течение более одного года. Криолитозона включает в себя многолетне-мерзлые, морозные и охлажденные (ниже 0 °С) горные породы и различные по составу флюиды (криопэгиги), а так же газогидраты.

С точки зрения ресурсной обеспеченности и экологической безопасности Россия — это северная страна, где около 11 млн. кв. км занимает криолитозона. Территория криолитозоны в целом характеризуется суровым климатом, коротким вегетационным периодом, отсутствием современных транспортных коммуникаций, низкой плотностью населения и особо слабой устойчивостью экологической обстановки к воздействиям техногенеза. Между тем, именно здесь сосредоточено от 30 % до 80 % разведанных и более 90 % потенциальных запасов углеводородного сырья, месторождений золота, олова, никеля, меди и других полезных ископаемых, а также гидроресурсов.

Гидрогеологические условия в криолитозоне резко дифференцируются в зависимости от сплошности распространения многолетнемерзлых пород. Так, в зоне сплошного развития мерзлых толщ мощность 200–300 м и более, все гидрогеологические структуры и водонесные горизонты пресных подземных вод полностью проморожены, а подмерзлотные воды, как правило, сильно засолены. Ограничения зон питания подземных вод за счет мерзлого экрана отрицательно сказывается на процессах водообмена и ресурсном потенциале месторождений подземных вод. Инженерно-геологические свойства дисперсных мерзлых грунтов практически всецело определяются величиной льдистости, засоленности и температурным режимом в годовом и многолетних циклах [4].

Несмотря на достаточно длительный период интенсивного освоения недр в различных регионах криолитозоны, до сих пор в системе МПР РФ (а ранее Мингео) не принята стратегия планомерного регионального и мониторингового изучения криолитозоны как особого геологического

тела в земной коре, обладающего принципиальными отличиями инженерно-геологических и гидрогеологических условий, которые практически всецело определяют исходную экологическую ситуацию на региональном уровне. В этой связи геокриологическое районирование, являющееся по своей сути подосновой для изучения гидрогеологических и инженерно-геологических особенностей территории, должно выполняться в качестве обязательных опережающих исследований на площадях перспективного недропользования.

Научно-методические подходы, в процессе разработки прогноза состояния криолитозоны под влиянием глобальных изменений климата и процессов недропользования, базируются на следующих основных принципах:

- Необходимости систематического, единообразного и достоверного получения информации об основных параметрах природной среды на основе мониторинговых метеорологических и геокриологических наблюдений;
- Использования максимально продолжительных рядов всех видов наблюдений;
- Применение апробированных расчетных методов и методик обработки исходной и текущей информации;
- Выполнение прогнозных оценок осуществлять только для основных картируемых параметров криолитозоны, а результаты прогноза представлять на картах геокриологического районирования территории [3].

Особенности организации и ведения государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) в криолитозоне определяются спецификой ее геологической среды и хозяйственной деятельности, которые предопределяют своеобразие объектов мониторинга, задач и методов ведения наблюдений, методов прогноза развития и динамики криогенных процессов, а также требований к созданию наблюдательных сетей.

Специфика геологической среды в криолитозоне определяется:

- наличием отрицательной температуры горных пород (формирующейся под комплексным влиянием всех факторов природной обстановки); значительной пространственной неоднородностью температурного поля верхних горизонтов мерзлой толщи и прерывистостью ее в плане и разрезе;
- различным содержанием в мерзлой толще подземного льда в виде прожилок, прослоев, гнезд кристаллов, линз и мономинеральных ледяных тел разной формы и размеров;
- наличием горизонтов засоленных пород и отрицательно-температурных подземных вод (криопэггов);
- парагенетической связью мерзлых пород с подземными водами.

Устойчивость геологической среды к техногенным воздействиям зависит прежде всего от ее температуры, а также от содержания и распределения в толще мерзлых пород подземного льда, разрушающегося при переходе температуры горных пород через нуль градусов. Это обстоятельство вынуждает отнести температуру и льди-

мость ММП к важнейшим изучаемым параметрам в системе мониторинга криолитозоны.

В криолитозоне существует иная градация динамичности геологической среды. Так горные породы (в интервале мерзлой толщи) и рельеф здесь нельзя отнести к условно постоянным, поскольку переход температуры ММП через нуль градусов чреват резким изменением состава и свойств пород, особенно в районах широкого развития залежеобразующих подземных льдов, являющихся здесь важнейшим рельефообразующим фактором [1].

Геокриологические условия (распространение ММП, их прерывистость и мощность; температурный режим; криогенное строение и льдистость, глубина сезонного промерзания и протаивания; криогенные процессы формируются в процессе теплообмена в системе атмосфера-почва-литосфера под влиянием комплекса факторов природной обстановки, с которыми они находятся в динамическом равновесии.

Среди факторов теплообмена выделяют:

- региональные (геолого-тектонические, геоморфологические и гидрогеологические условия на региональном уровне);
- зональные (ландшафтно-климатические);
- местные (рельеф и микрорельеф, состав поверхностных отложений, их генезис и гидрогеологические условия на местном и локальном уровнях).

#### Литература:

1. Девяткин, В. Н., Мельников В. П., Павлов А. В. Экспериментальное изучение погрешностей измерений температуры горных пород в неглубоких скважинах // Методика и техника геокриологических исследований. Новосибирск: Наука, 1988, с. 101–110.
2. Ермилов, О. М., Дегтярев Б. В., Курчиков А. Р. Сооружение и эксплуатация газовых скважин в районах Крайнего Севера. Теплофизические и геохимические аспекты. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2003, 223 с.
3. Ершов, Э. Д., Максимова Л. Н., Медведев А. В. и др. Реакция мерзлоты на глобальные изменения климата // Геоэкология. 1995. № 5. с. 11–24.
4. Основы геокриологии (мерзловедения). М., Изд-во АН СССР, 1959, ч. I, 459 с., ч. II, 366 с.
5. Павлов, А. В., Малкова Г. В. Инвентаризация наблюдательных сетей мониторинга криолитозоны в России // Криосфера Земли, 2005, т. IX, № 3, с. 67–77.

Взаимосвязь вышеперечисленных факторов природной обстановки между собой и с многолетнемерзлыми породами обуславливает формирование специфических геосистем, образующих целостное единство в виде природно-территориальных комплексов.

Природные геосистемы (комплексы) «это саморегулируемые материальные системы взаимосвязанных элементов (горных пород, подземных и поверхностных вод, биоты) и компонентов (природных геосистем более низких рангов), между которыми происходит массо- и энергообмен под воздействием тех или иных ведущих факторов [2].

Изменение этих факторов естественное за счет периодических и циклических колебаний климата либо техногенного воздействия на геосистему, приводит к изменениям ГУ, характер и степень которых оказываются различными в разных зональных и региональных условиях.

Недостаточная геокриологическая изученность многих районов криолитозоны, практически полное отсутствие на ее территорию государственных инженерно-геологических и гидрогеологических карт требуют особого подхода к ведению здесь региональных геокриологических работ в целом, а также к организации ГМСН и выбору наблюдательных участков. Этот подход заключается в создании в рамках ГМСН системы государственных геоэкологических полигонов.

## ЭКОЛОГИЯ

### Изменения экосистем в условиях климатических факторов: анализ, причины и пути решения

Момынкул Нурай Маратовна, студент магистратуры;  
Тажекова Акмарал Джаксыбековна, кандидат географических наук, доцент  
Южно-Казахстанский государственный педагогический университет (г. Шымкент)

*Статья рассматривает динамику высыхания пруда в контексте климатических изменений, исследуя влияние снижения осадков и повышения температуры на водные ресурсы. Анализируется взаимосвязь между высыханием водоема и более обширными изменениями в гидрологическом цикле, оказывающими воздействие на экосистемы региона. Поднимается вопрос о рисках опустынивания земель в результате этих процессов и предлагаются инновационные методы восстановления водных ресурсов для противостояния деградации экосистем.*

**Ключевые слова:** опустынивание почвы, деградация экосистем, высыхание водоемов, устойчивое использование, борьба с деградацией.

### Changes in ecosystems under climatic factors: analysis, causes and solutions

*The article examines the dynamics of pond drying in the context of climate change, examining the impact of decreased precipitation and increased temperature on water resources. The relationship between the drying up of the reservoir and broader changes in the hydrological cycle that affect the region's ecosystems is analyzed. The question of the risks of land desertification as a result of these processes is raised and innovative methods for restoring water resources are proposed to counteract the degradation of ecosystems.*

**Keywords:** soil desertification, ecosystem degradation, drying up of water bodies, sustainable use, combating degradation.

Засуха является одним из разрушительных стихийных бедствий на нашей планете. В последствии мы наблюдаем проблемы со всеми сферами жизнедеятельности людей, то есть это потери урожая в сельскохозяйственных культурах в следствии — голод, лесные пожары и нехватка воды. Всё это влияет на жизни продолжительность населения земли. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в 2023 году — 72,95 лет, Женщины — 74,6 лет, Мужчины — 71,3 лет [1]. По данным ООН, треть поверхности Земли подвергается деградации [2]. Ежегодно человечество теряет 12 млн гектаров земель и 75 млрд тонн плодородных почв. На землях, которые теряются ежегодно, можно было бы получать 20 млн тонн зерна, каждую минуту в мире от голода умирает 16 человек, из которых 12 детей. Около 40 % населения земного шара страдает от недостатка воды. К 2030 году потребности в продовольствии, энергии и воде увеличатся минимум на 50,45 и 30 % [3]. Для решения проблем была проведена конференция ООН по защите окружающей среды и развитию в Рио-де-Жанейро в 2012 г. В следствии

было принято несколько конвенции. Немаловажную роль играла Конвенция о борьбе с опустыниванием (КБО). Казахстан ратифицировал Конвенцию и взял на себя обязательство по выполнению их положений.

Опустынивание земель происходит под давлением самих природных факторов, но наносимый ущерб слабее чем от воздействий антропогенных процессов. Деградация почвы, или опустынивание, представляет собой ухудшение качества почвы и ее способности поддерживать растительный покров. Этот процесс может быть вызван разнообразными факторами, включая природные и антропогенные воздействия. Проиллюстрируем факторы, которые могут привести к деградации почвы (Рис. 1).

Аномальные или неблагоприятные климатические условия: Продолжительные периоды засухи и недостаток осадков могут снизить влажность почвы, что усложняет рост растений и способствует эрозии.

Эрозия: Эрозия почвы, будь то в результате дождя и водных потоков или ветровой эрозии, может унести

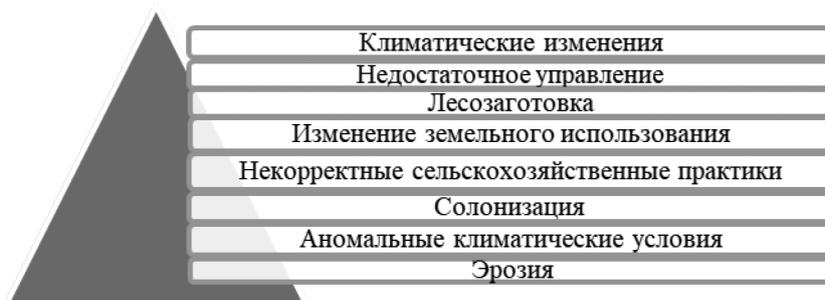


Рис. 1. Факторы способствующие деградации почвы

плодородный слой почвы, делая ее несостоятельной для сельского хозяйства.

**Солонизация:** Накопление солей в почве может сделать ее несостоятельной, непригодной для сельскохозяйственного использования.

**Некорректные сельскохозяйственные практики:** Неправильные методы ведения сельского хозяйства, такие как монокультуры, чрезмерная обработка почвы и неправильное использование удобрений, могут ухудшить качество почвы и привести к ее деградации.

**Изменение земельного использования:** Расширение городов, строительство инфраструктуры и промышленных объектов может забирать сельскохозяйственные угодья, способствуя деградации почвы.

**Лесозаготовка:** Вырубка лесов и замена их сельскохозяйственными угодьями может привести к уменьшению органического вещества в почве и ухудшению ее состояния.

**Недостаточное управление:** Отсутствие эффективного управления и мер по сохранению почвы, такие как использование берм и контурной обработки, может усугубить деградацию почвы.

**Климатические изменения:** Глобальное потепление и изменения климата могут влиять на паттерны осадков и температур, усиливая процесс деградации почв.

Выше представленные факторы влияют на различные местности земной поверхности. Территория Казахстана практически целиком входит в засушливую зону, то есть две трети уже подвержено разной степени опустынивания. Основными типами опустынивания на территории Казахстана, принятые в Конвенции, определено 9 типов:

1. ветровая эрозия почв;
2. водная эрозия почв;
3. химическое загрязнение почв;
4. химическое загрязнение грунтовых и поверхностных вод;
5. ухудшение состояния растительного покрова;
6. дегумификация почв;
7. нарушение гидрологического режима;
8. засоление почв;
9. техногенное нарушение земельного покрова;

Опустынивание территории Казахстана связаны с низкой устойчивостью ландшафтов к антропогенным факторам. Деградация земель в Казахстане приводит

к проблемам с уровнем жизни, здоровья. Социально-экономического положения населения.

Основные влияния деградации:

- 1) снижение продуктивности сельскохозяйственных культур в результате деградации пахотных земель;
- 2) снижение эффективности и высокий риск для скотоводства в результате деградации пастбищ и нехватки кормов,
- 3) утрата потенциала и доходов (частного и государственного) охотничьего хозяйства и рыболовства в связи со снижением численности и видов животных из-за чрезмерного отлова и разрушения среды обитания,
- 4) ухудшение качества питьевой воды и связанные с этим проблемы со здоровьем людей,
- 5) недостаток древесных и не древесных лесопроductов, особенно для местного населения, зависящего от этих продуктов, а также утрата экологических услуг, предоставляемых лесами [4].

Воздействие, оказываемое на территорию Казахстана, пагубно влияет не только на природные ресурсы страны, но и сказывается на уязвимых слоях общества. Из-за специфического образования, расположения ландшафтов, на территории Казахстана есть и остаются местности естественные, засушливые биомы (степи, полупустыни, солончаки, горные степи, сухие леса и т. д.) которые не должны идентифицироваться с проблемой опустынивания. По статистике 2023 года около 38,2 % населения страны, насчитывающей около 7,5 млн. человек [5], живут в сельских районах, также большинство из них зависят от доходов, косвенно или напрямую связанных с аграрным сектором. Изменения в климатических условиях, такие как повышение температуры, изменение осадков и частоты экстремальных событий, могут привести к ухудшению влагообеспеченности почв и уменьшению уровня водоемов. Опустынивание земель, вызванное длительным дефицитом влаги и неблагоприятными климатическими условиями, усиливает деградацию почв, снижает плодородие и увеличивает риск образования пустынь. Высыхание водоемов, в свою очередь, связано с изменениями в гидрологическом цикле, что может быть вызвано климатическими факторами. Снижение влажности почвы и уровня водоемов может содействовать распространению опустынивания и усугублять проблемы в устойчивости биосферы.

В данной статье мы рассмотрим высыхание пруда и снижение уровня подземных вод в результате климатических изменений и человеческой деятельности, которое в дальнейшем приводит к опустыниванию земель. На примере мы рассмотрели экосистему пруда «Қарасу» расположенное на территории Казахстана, в Туркестанской области, в районе Турар Рыскулов.

Пруд «Қарасу» — это уединённый водоём в окружении лесных деревьев, расположенное на равнине, предположительно, сформировался под воздействием подземных вод. Водоём к сожалению, высыхает с каждым годом. Оно важно для сохранения экологического равновесия как местного, мягкого климата в поддержании экосистемы и жизни деятельности присущих ему флоры и фауны, для орошения сельскохозяйственных угодий и в рыболовстве, а также в рекреационных целях, предоставляющих возможности для отдыха, плавания.

Для более детального изучения масштаба проблемы высыхания пруда, проведены оценочные расчеты его размеров в два периода времени: до высыхания (2006 год) и после (2023 год).

#### Данные до Высыхания (2006 год):

Длина: 45 метров

Ширина: 65 метров

Площадь: 2925 кв. метров

Предполагаемая Средняя Глубина: 2.9 метра

Объем: Приблизительно 8467.5 куб. метров

#### Данные после Высыхания (2023 год):

Длина: 40 метров

Ширина: 35 метров

Площадь: 1400 кв. метров

Предполагаемая Средняя Глубина: 1,5 метра

Объем: Приблизительно 2800 куб. метров

Сравнение: Уменьшение Площади: Площадь пруда сократилась с 2925 кв. м до 1400 кв. м.

Уменьшение Объема: Объем пруда уменьшился с примерно 8467.5 куб. м до 2800 куб. м.

Изменение Геометрии: Длина и ширина пруда также заметно уменьшились (Рис. 2,3). Использование картографических данных из Google Earth [6]. Проиллюстрируем на рис. 2, 3.



Рис. 2. Состояние пруда в 2006 году: Размеры и геометрия до высыхания [6]



Рис. 3. Состояние пруда в 2023 году: Размеры после процесса высыхания [6]

Это графическое представление изменений объема воды позволяет наглядно оценить динамику и важные временные тренды, что может быть ключевым в понимании гидрологических процессов в рассматриваемой области. Высыхание пруда может быть вызвано различными факторами, и их взаимодействие может быть сложным. В данном случае, рассматривая изменения объема воды

в пруду с течением времени, возможные факторы влияния могут включать:

Климатические Факторы. Исследование климатических условий в регионе пруда «Қарасу» за период с 2006 по 2023 годы показывает, что повышенная температура и недостаток осадков могли оказать существенное воздействие на уровень водоема. Эти изменения климата могут

привести к увеличению испарения воды и снижению уровня в пруду.

Также кроме абиотических и биотических факторов мы рассмотрели наиболее интенсивные воздействия как антропогенные. В хозяйственной деятельности человека мы выделили фактор водопотребление. Интенсивное использование воды в сельском хозяйстве, рост населения в поселке, также анализ данных водоснабжения в регионе позволил нам предположить, изменения в водопотреблении, которые повлияли на объем воды в пруду «Карасу».

Задачами и методами Конвенции в борьбе с опустыниванием выступили следующие меры:

— Более эффективное управление лесами обеспечивает целый ряд преимуществ — сокращение масштабов обезлесения вдвое к 2030 году позволит избежать ущерба от изменения климата в результате выброса парниковых газов, составляющего, по оценкам, 3,7 трлн. долл. США, если даже не учитывать стоимость рабочих мест и дохода, биоразнообразия, чистой воды и медицинских препаратов, обеспечиваемых лесами.

— Улучшение способов сохранения и управления водными ресурсами в целях содействия развитию и защиты от опустынивания [7].

Изучив данные материалы, мы бы хотели привести примеры восстановления прудов и водоёмов. Практики восстановления поврежденных и деградировавших экосистем включает четыре основные возможности:

— восстановить в точности то, что было раньше (восстановление);

— воссоздать систему, в чем-то похожую на ту, что была раньше (реабилитация);

— превратить местность в другую экосистему (замещение);

— оставить землю в покое и позволить экологической сукцессии делать свое дело (невмешательство) [8].

Из всех перечисленных возможностей невмешательство может оказаться самым лучшим вариантом, потому что экосистема имеет такую особенность как самоочищаться, так же в экономическом плане это может оказаться потраченным впустую. К тому же есть риск нанести более серьёзный ущерб экологии, так как мы не можем быть уверены в том что вмешательство такого рода может оказаться удачным для восстановления экосистемы. Полагаясь на эти рассуждения, с нашей стороны нужно снизить уровень антропогенного воздействия и поддержание с минимальным ущербом.

В нынешнее время есть множество инновационных методов решения таких проблем. Но инновационные технологии могут оказаться не эффективны если не снизить антропогенный ущерб. То есть поддержание экологического фона природы самим человеком. Это значит что нужно начать с детей, которые вскоре будут отвечать за сохранность экосистемы. Школа является очагом воспитания экологических ценностей в подрастающем поколении. Для более эффективного распространения,

формирования в них знания и самодисциплины в окружающей среде, нужно организовывать более тесные коммуникации как с экспертами, так и связь с окружающей средой. К примеру можно организовать практические занятия и экскурсии, проекты и исследования, гостевые лекции и мастер-классы, сотрудничество с местными организациями, использование технологий такие как интерактивные приложения, цифровые игры — симуляторы, геотехнологии, виртуальные туры и онлайн-ресурсы для более интересного и доступного обучения, создание экологического клуба, конкурсы и мероприятия посвященные тем или иным проблемам, начиная с простых вещей как загрязнение отходами и их сортировка и т. д. Видов и техник обучения детей к этому массово, только нужно найти подход. То есть нужно развивать у детей цифровую грамотность для понимания и защите природы.

Восстановление высыхающего пруда может включать в себя ряд инновационных мероприятий. Ниже представлены версии таких методов:

- Внедрение водоудерживающих материалов;
- Создание подводных барьеров;
- Программы по зонированию использования земель;
- Использование гидрофильных полимеров;
- Меры по управлению стоками воды [9].

Такие инновационные методы обычно требуют применения современных технологий, новых материалов или подходов, чтобы эффективно справиться с вызовами восстановления водоёма.

В данном случае мы можем использовать несколько методов, одним из них является использование гидрофильных полимеров, внедрение водоудерживающих материалов и создание подводных барьеров. Это инновационные методы, основанные на применении современных материалов, гидрогелей, использование новых технологий для создания подводных структур и для уменьшения испарения воды и улучшения её удержания в водоеме. В нашем случае меры по управлению стоками воды, то есть использование автоматизированных систем управления стоками воды, основанных на современных технологиях и данных о климатических изменениях, которые, будут необходимы для прекращения дальнейшего высыхания пруда и деградации почвы, должны регулироваться местными или региональными управлениями по водным ресурсам.

Аэрация и оксигенация (насыщение воздухом или кислородом) применяются для восстановления нормального кислородного режима в водоеме для улучшения условий существования рыб и других гидробионтов [10].

Программы по зонированию использования земель. Использование современных геоинформационных технологий и методов пространственного анализа для разработки программ зонирования, направленных на эффективное управление землепользованием вокруг водоема.

Закключение: исследование высыхания пруда «Карасу» за период с 2006 по 2023 год выявило серьезные изменения в его состоянии. Пруд представляет серьезную экологическую проблему, которая может иметь далеко идущие по-

следствия для биоразнообразия и устойчивости экосистемы региона как опустынивание или деградация почвы. Основными факторами, влияющими на высыхание, являются изменения климата и техногенные воздействия человека, такие как демографический рост и изменения водоотводных систем. Инновационные подходы к проблеме включают в себя внедрение водо-сберегающих технологий, рекультивацию береговой зоны, использование экологически чистых материалов, создание резервуаров и активное вовлечение местного сообщества. Так же важным

аспектом в борьбе с деградацией водоема является также внедрение цифровой грамотности среди школьников. Обучение молодого поколения использованию цифровых инструментов и технологий способствует повышению экологической осведомленности и активному участию в сохранении водных ресурсов. Школьники, обладающие цифровой грамотностью, могут играть ключевую роль в мониторинге и распространении информации о состоянии пруда и принимать участие в инновационных инициативах по его восстановлению.

#### Литература:

1. Источник: <https://visasam.ru/emigration/vybor/srednyaya-prodolzhitelnost-zhizni-v-mire.html>
2. Всемирный день борьбы с опустыниванием и засухой, 17 июня // Организация Объединённых Наций. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.un.org/ru/events/desertificationday/>
3. Барабанщиков, Д. А. Борьба с опустыниванием земель / Д. А. Барабанщиков, А. Ф. Сердюкова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 25 (159). — с. 95–98. — URL: <https://moluch.ru/archive/159/44712/> (дата обращения: 20.09.2023).
4. Ибрагимов, Ф. Б., Агибаева К. Н., Бекнияз Б. К. Стратегические меры по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан до 2025 года. Астана, 2015 г. — 336 с.
5. <https://www.zakon.kz/sobytiia/6385745-skolko-kazakhstantsev-prozhivaet-v-selakh.html>
6. G1. Google Earth. [Электронный ресурс] / Картографические данные. Режим доступа: URL. <https://goo-gl.me/Zcc7m> (дата обращения: 25 октября 2023 г.)
7. /Конференция Организации Объединённых Наций по устойчивому развитию «Рио+20»./Официальный сайт ООН./Дата обращения: 26 октября 2023
8. Митчелл, П. 101 ключевая идея: Экология. — М.: ФАИР-Пресс, 2001. — с. 21–23.
9. С. В. Кривицкий, Е. В. Станис, Т. Н. Бирчак Экологическая реабилитация водоемов с использованием биоинженерных методов // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2010. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-reabilitatsiya-vodoemov-s-ispolzovaniem-bioinzhenernyh-metodov> (дата обращения: 21.11.2023).
10. Никитин, О. В., Латыпова В. З., Поздняков Ш. Р. Экотехнологии восстановления водоемов: учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. — 139 с.



# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 48 (495) / 2023

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова  
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, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 13.12.2023. Дата выхода в свет: 20.12.2023.

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

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

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

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

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