

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

21 2025
ЧАСТЬ II

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 21 (572) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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

Международный редакционный совет:

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

На обложке изображен *Имхотеп* (XXVIII век до н. э. — XXVII век до н. э.), древнеегипетский мудрец, архитектор, астролог периода Древнего царства, визирь (чати) Джосера (первого фараона III династии (2630–2611 годы до н. э.).

О рождении, детстве да и вообще о происхождении этого великого человека известно очень мало. Дело в том, что родился Имхотеп в семье простолюдина примерно в XXVII веке до н. э. Его отцом считают Канефера, а мать его была Херду-анх, из рода чиновников.

Имхотеп спроектировал первую ступенчатую пирамиду в Саккаре близ Мемфиса — усыпальницу Джосера, а также комплекс архитектурных сооружений, окружающих пирамиду. Именно он считается изобретателем пирамидальной архитектурной формы и основоположником архитектурной традиции всего Древнего царства, строившейся на использовании пирамидальной формы в проектировании царских захоронений. Кроме того, есть основания считать Имхотепа изобретателем колонны в зодчестве.

Имхотеп пережил Джосера. На северной стене, окружающей комплекс недостроенной пирамиды преемника Джосера Сехемхета, было обнаружено имя Имхотепа, что говорит о его возможном участии в строительстве и этой гробницы. Обычно его также считают творцом храма в Эдфу.

Имхотепу приписывается также основание египетской медицины. В частности, он считается автором папируса Эдвина Смита — фундаментального медицинского исследования, которое хоть и относится к 1700–1550 до н. э., но основано на материалах, известных с Древнего или даже Раннего царства. В этом папирусе впервые определяются реальные причины многих болезней. В частности, рассматриваются 48 травматических случаев, каждый с описанием физического обследования, лечения и прогноза. Известный канадский практикующий медик XIX века Уильям Ослер назвал Имхотепа отцом медицины и «первым медиком, чья личность выступает из тумана древности».

Имхотеп считается автором первого литературного произведения, известного как «Поучения Имхотепа». Но поскольку это произведение не сохранилось до нашего времени, то официально первым известным нам образцом подобной литературы является «Поучение Птаххотепа», написанное от имени визиря фараона Джемдара Исеси (2414–2375 до н. э.) из V династии.

Авторитет Имхотепа в последующие периоды египетской истории был столь велик, что он считался величайшим муд-

рецом всех времен, обладавшим волшебной силой. Первые признаки почитания Имхотепа как полубога встречаются уже через столетие после его смерти. В эпоху Нового царства оформилось обожествление Имхотепа в качестве бога врачевания и покровителя целителей. Кроме того, он наряду с Тотом слыл божественным покровителем писцов и всего их ремесла. Американский египтолог Джеймс Генри Брэстед писал: «В жреческой мудрости, в сложении мудрых пословиц, в медицине и архитектуре этот замечательный человек эпохи Джосера стал настолько широко известен, что его имя никогда не было забыто. Он сделался вдохновителем писцов будущих поколений».

В египетской мифологии Имхотеп считался сыном мемфисского бога-творца Птаха (и чаще всего богини-львицы Сехмет). Он изображался в виде юноши, сидящего с развернутым папирусом. Будучи также покровителем искусств, он был связан с Хатхор, Маат и другим визирем и архитектором, позже обожествленным, — Аменхотепом, сыном Хапу, жившим во времена фараона XVIII династии Нового царства Аменхотепа III.

Позднейшая греческая традиция (начиная с V века до н. э.) отождествляла бога Имхотепа с Асклепием. С последним отождествляется созвездие Змееносца. Таким образом, Имхотеп является единственной реальной личностью, «ставшей» созвездием. Культ Имхотепа достиг своего апогея в греко-римский период, когда его храмы в Мемфисе и Филах на Ниле были заполнены толпами немощных и больных, стремившихся добиться исцеления, оставаясь на ночь в святилище.

Некоторые египтологи приравнивали Имхотепа к Иосифу из Библии, основываясь на том, что он был первым лицом после фараона Джосера и в это время в Египте, судя по сохранившимся источникам, была семилетняя засуха. Это подтверждает Стела голода.

Некогда почитаемая гробница Имхотепа до сих пор так и не найдена. Уолтер Эмери возобновил раскопки на раннем династическом некрополе в 1964 году после перерыва длительностью почти девять лет. Но его работы этих лет никогда не издавались и оставались лишь предварительными докладами. Что на самом деле было обнаружено в эти сезоны раскопок — так и осталось тайной.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бондаренко Д. Д.

Применение метода двух моментов для оценки надежности железобетонных конструкций с учетом вариации геометрии.....69

Волкова Ю. В.

Сравнительный анализ геометрических конфигураций железобетонных подпорных стенок углового типа72

Лама Р.

Исследование характеристик сталефибробетона при сжатии.....77

Лама Р.

Исследование характеристик сталефибробетона при растяжении85

Майоров М. А.

Значимость методов определения группового состава высокомолекулярных соединений нефти в трубопроводном транспорте90

Никифоров Р. В.

Сравнительный анализ гироскопических и инерциальных датчиков для контроля резьбовых соединений насосно-компрессорных труб.....92

Пленкина К. О.

Применение методов визуализации утечек газа94

Пленкина К. О.

Алгоритмы для компьютерного зрения в области охраны труда.....96

Шокучков К. С., Кодиржонов Х. Н.,

Кодиржонов Х. Н.

Требования к современным грузовым вагонам97

Эльсайех А. С.

Технико-технологические решения по повышению эффективности бурения боковых стволов 100

Юсеф В. Ш.

Анализ и оптимизация работы скважин, оборудованных установками электроприводного центробежного насоса.... 103

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Абрамян С. С.

Разработка организационно-технологических решений по сокращению продолжительности производства бетонных работ..... 106

Морева А. С.

Декоративные сухие строительные смеси для устройства отделочного покрытия в технике сграффито и их использование в архитектуре и дизайне 109

Подольск М. А.

Городские ландшафты Крыма и их динамика на основе анализа визуальных источников.... 112

Сергиенко С. А., Пыжова А. С.

Критический взгляд на использование нейронных сетей в архитектурном проектировании..... 116

Тарханова Н. С., Красавина Э. Е.,

Поливаева Ю. А.

Технико-экономическое обоснование выбора толщины теплоизоляции подземных тепловых сетей в г. Владимире 120

Тастанбеков Р.

Адаптивный дизайн исторических зданий: сохранение культурной ценности при модернизации функционала 124

ГЕОГРАФИЯ

Хусаинов Д. Ф.

Изменчивость максимальных расходов воды весеннего половодья на реке Юрюзани..... 127

Хусаинов Д. Ф.

Изменчивость качества воды реки Юрюзани (в пределах Республики Башкортостан) 130

Цесаренко Д. В.

Анализ возможностей применения данных беспилотных воздушных судов для устойчивого развития труднодоступных территорий России..... 132

ГЕОЛОГИЯ

**Атнабаев Н. Н., Хайруллина Р. Р.,
Николаев С. Н.**

Гидрогеологическая характеристика
Лаявожского месторождения..... 138

Бадретдинова Д. Р.

Карстовые процессы на территории Уфы
на примере микрорайона Нижегородка..... 143

Лукина С. В.

Геологическое строение и нефтеносность
Башкирского свода 146

Сайфуллина Г. Ж.

Яр-Бишкадакское месторождение каменной
соли 148

ЭКОЛОГИЯ

Лыжин И. Д.

Нефтяные выбросы в Чёрное море
как техногенная катастрофа 150

КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Джемалединова Д. В.

Определение термина «мода» и история
её развития 153

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

Кясова А. А.

Иконография западной черкешенки
в книжной графике Джеймса Белла
и европейских художников 1840-х годов 157

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Применение метода двух моментов для оценки надежности железобетонных конструкций с учетом вариации геометрии

Бондаренко Дарья Дмитриевна, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается методика оценки надежности железобетонных конструкций с учетом изменчивости физических свойств материалов и геометрических показателей элемента, в частности внецентренно-сжатых элементов. Изложены теоретические основы и описаны современные подходы к расчету надежности, представлен анализ изменчивости нагрузок и физических характеристик материалов, выполнен сравнительный анализ положений российских и европейских норм в части учета эффектов второго порядка.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, метод двух моментов, индекс надежности.

Обеспечение надежности железобетонных конструкций является ключевой задачей современного строительного проектирования. Сложные эксплуатационные условия, а также внедрение новых материалов требуют совершенствования расчетных методик и нормативной базы. Особую актуальность приобретает необходимость сопоставительного анализа российских и европейских норм, особенно в условиях гармонизации стандартов.

Надежность строительной конструкции характеризуется ее способностью сохранять заданные эксплуатационные параметры в течение расчетного срока службы. Она определяется с учетом безопасности, долговечности и эксплуатационной пригодности. В современных подходах к расчету надежности широко применяются вероятностные методы, позволяющие учитывать случайный характер воздействий и отклонений от проектных параметров.

Ключевым показателем надежности выступает индекс β , отражающий обеспеченность конструкции несущей способностью:

$$\beta = \frac{\mu_G}{\sigma_G} = \frac{\mu_R - \mu_E}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_E^2}}, \quad (1)$$

где μ_G и σ_G — первые моменты распределения (математическое ожидание и стандарт) функции граничного состояния G ;

μ_R — среднее значение обобщенного сопротивления элемента сооружения;

μ_E — среднее значение обобщенной нагрузки элемента сооружения;

σ_R — среднее квадратичное отклонение (стандарт) обобщенного сопротивления элемента сооружения;

σ_E — среднее квадратичное отклонение обобщенной нагрузки элемента сооружения.

Метод двух моментов, предложенный А. Р. Ржаницыным [4], позволяет аналитически выразить индекс β и оценить вероятность отказа:

$$P_f = \Phi(-\beta), \quad (2)$$

где Φ — функция нормального распределения;

β — коэффициент надежности.

Метод удобен тем, что сводит вероятностные расчеты к оперированию только математическим ожиданием и дисперсией сопротивления и нагрузки. Это делает его применимым в практике проектирования и сравнения нормативных систем.

Метод, предложенный А. Р. Ржаницыным [4], лег в основу метода FORM, который используется в европейской нормативной документации.

В своих исследованиях, посвященных оценке надежности, современные ученые Е. П. Герасимов [1], Д. В. Кузнецов [2], А. С. Махно [3] учитывали влияние изменчивости геометрических параметров железобетонных элементов и пришли к выводу о том, что она сопоставима с изменчивостью прочностных свойств материалов.

В работе В. Д. Райзера [5] приводится аргументация против включения изменчивости геометрических параметров в расчет надежности из-за ее незначительности. В своих публикациях он акцентирует внимание на изменчивости нагрузок и свойств материалов. К такому выводу ученый пришел на основании более неоднородной изменчивости, нежели геометрические параметры.

Согласно российским нормам СП 63.13330.2018 для обеспечения жесткости внецентренно сжатых элементов

во всех направлениях должно выполняться следующее условие:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} < 120, \quad (3)$$

где l_0 — расчетная длина колонны;

i — радиус инерции ядра сечения.

Радиус инерции равен:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}, \quad (4)$$

где A — площадь сечения колонны;

I — момент инерции сечения.

Расчетная длина подкрановой части колонны:

$$l_0 = 0,7 \times l. \quad (5)$$

Расчетная длина надкрановой части колонны:

$$l_0 = 2 \times l. \quad (6)$$

Так как гибкость зависит от геометрических параметров элемента, можно представить ее в виде функции с учетом изменчивости данных пара-метров:

$$\lambda(b, h) = \frac{l_0}{\sqrt{I(b, h) / A(b, h)}}. \quad (7)$$

Попробуем упростить выражение (7) с учетом того, что момент инерции и площадь сечения можно представить в следующем виде:

$$I = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{b \times h^3}{12} \\ \frac{h \times b^3}{12} \end{array} \right.; \quad (8)$$

$$A = b \times h. \quad (9)$$

Получаем упрощенное уравнение гибкости с учетом изменчивости геометрических параметров сечения:

$$\lambda(h) = \frac{l_0 \times \sqrt{12}}{h}. \quad (10)$$

Из выражения (10) можно сделать вывод, что параметр гибкости зави-сит только от изменчивости высоты се-

чения. Таким образом, если отношение $\frac{\sigma_h}{\mu_h} \ll 1$, то стан-

дартное отношение высоты сечения к математическому ожиданию высоты сечения много меньше 1, следова-тельно, выражение (10) можно аппроксимировать:

$$\lambda(h) = \lambda(\mu_h) \times \left(1 - \frac{\delta \times h}{\mu_h} \right), \quad (11)$$

где

$$\delta = h - \mu_h. \quad (12)$$

Тогда математическое ожидание, гибкость и стан-дартное отклонение можно представить в следующем виде:

$$\mu_\lambda = \frac{l_0 \times \sqrt{12}}{\mu_h}; \quad (13)$$

$$\sigma_\lambda = \frac{l_0 \times \sqrt{12}}{\mu_h^2} \times \sigma_h. \quad (14)$$

В европейских нормативных документах имеются от-личия в отношении учета эффектов второго порядка при расчете сжатых железобетонных элементов, что особенно важно при анализе и обеспечении надежности зданий на стадии проектирования.

Так, согласно пункту 5.8.3 EN 1992 эффекты второго порядка могут не учитываться, если гибкость рассматри-ваемого элемента меньше значения предельной гибкости:

$$\lambda < \lambda_{lim}. \quad (15)$$

Предельная гибкость рассчитывается по следующей формуле:

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \times A \times B \times C}{\sqrt{n}}, \quad (16)$$

где n — относительное продольное усилие;

A, B, C — коэффициенты, зависящие от ползучести бе-тона, заданного армирования, внутренних усилий.

В практическом проектировании нахождение эффек-тивного значения коэффициента A довольно трудоемко. Европейские нормы предлагают счи-тать коэффициент A равным 0,7 в случаях, когда уровень ответственности здания относится к нормальному. В рамках данной ра-боты мы определяем уровень ответственности рассматри-ваемого каркаса как нормальный.

Коэффициент B , согласно европейским нормам, рас-считывается по следующей формуле:

$$B = \sqrt{1 + 2 \times \omega}, \quad (17)$$

где ω — механический коэффициент армирования, определяемый по формуле (18):

$$\omega = \frac{A_s + f_{yd}}{A_c + f_{cd}}, \quad (18)$$

где A_s — площадь поперечного сечения арматуры;

A_c — площадь сечения бетона;

f_{yd} — расчетное сопротивление арматуры;

f_{cd} — расчетное сопротивление бетона;

Коэффициент C не имеет граничных значений, что связано со значениями моментов, полученными при ста-тическом расчете. При отсутствии необходимых данных европейскими нормами предусмотрено фиксированное значение коэффициента C , равное 0,7; дополнительно при назначении значения коэффициента необходимо учесть знак момента. При наличии всех необходимых данных ко-эффициент можно найти по формуле (19):

$$C = 1,7 - r_m, \quad (19)$$

где r_m — отношение моментов, полученных при стати-ческом расчете с учетом эффектов первого порядка.

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}}, \quad (20)$$

где M_{01} — изгибающий момент с учетом эффектов первого порядка при практически постоянном сочетании нагрузок;

M_{02} — изгибающий момент с учетом эффектов первого порядка при расчетном сочетании нагрузок.

Значения моментов первого порядка у концов надкрановой и подкрановой частей колонны M_{01} и M_{02} определяются как произведение продольной силы и начального расчетного эксцентриситета:

$$M_{01} = N_{ed} \times e_{01}; \quad (21)$$

$$M_{02} = N_{ed} \times e_{02}. \quad (22)$$

Относительное продольное усилие вычисляется следующим образом:

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c \times f_{cd}}. \quad (23)$$

Гибкость надкрановой и подкрановой частей колонны определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}, \quad (24)$$

где l_0 — расчетная длина колонны;

i — радиус инерции ядра сечения.

Расчетная длина подкрановой части колонны определяется по формуле:

$$l_0 = 0,5 \times l \times \sqrt{\left(1 + \frac{k_1}{0,45 + k_1}\right) \times \left(1 + \frac{k_2}{0,45 + k_2}\right)}, \quad (25)$$

где l — длина в свету сжатого элемента между закреплениями концов;

k_1 и k_2 — значения относительной податливости закрепления от поворота на концах 1 и 2 соответственно.

Так как колонна жестко закреплена в фундаменте, то коэффициент k_1 мы принимаем равным 0,1, а для шарнирного опирания k_2 — равным 0,5.

Расчетная длина надкрановой части колонны определяется по формуле:

$$l_0 = l \times \max \left\{ \sqrt{1 + 10 \times \frac{k_1 \times k_2}{k_1 + k_2}}; \left(1 + \frac{k_1}{1 + k_1}\right) \times \left(1 + \frac{k_2}{1 + k_2}\right) \right\}. \quad (26)$$

Для надкрановой части колонны коэффициент k_1 принимаем равным 0,5, а значение коэффициента k_2 — равным ∞ , так как в верхней части отсутствует раскрепление колонны.

Радиус инерции находим по формуле:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}, \quad (27)$$

где A — площадь сечения колонны;

I — момент инерции сечения.

Так как гибкость зависит от геометрических параметров элемента, можно представить ее в виде функции с учетом изменчивости данных параметров:

$$\lambda_{lim} = 20 \times A \times B \times C \times \sqrt{\frac{A_c(b, h) \times f_{cd}}{N_{ed}}}. \quad (28)$$

При помощи аппроксимации через разложение Тейлора второго порядка математическое ожидание площади сечения колонны и стандартное отклонение можно представить в виде:

$$\mu_A = \sqrt{\mu_b \times \mu_h} + \frac{1}{8} \times \left(\frac{\sigma_b^2}{\mu_b} + \frac{\sigma_h^2}{\mu_h} \right) \times \frac{1}{\sqrt{\mu_b \times \mu_h}}; \quad (29)$$

$$\sigma_A = \sqrt{\mu_b^2 \times \sigma_h^2 + \mu_h^2 \times \sigma_b^2 + \sigma_b^2 \times \sigma_h^2}. \quad (30)$$

При помощи выражений (29) и (30) и аппроксимации выражения (28) математическое ожидание гибкости и стандартное отклонение примут вид:

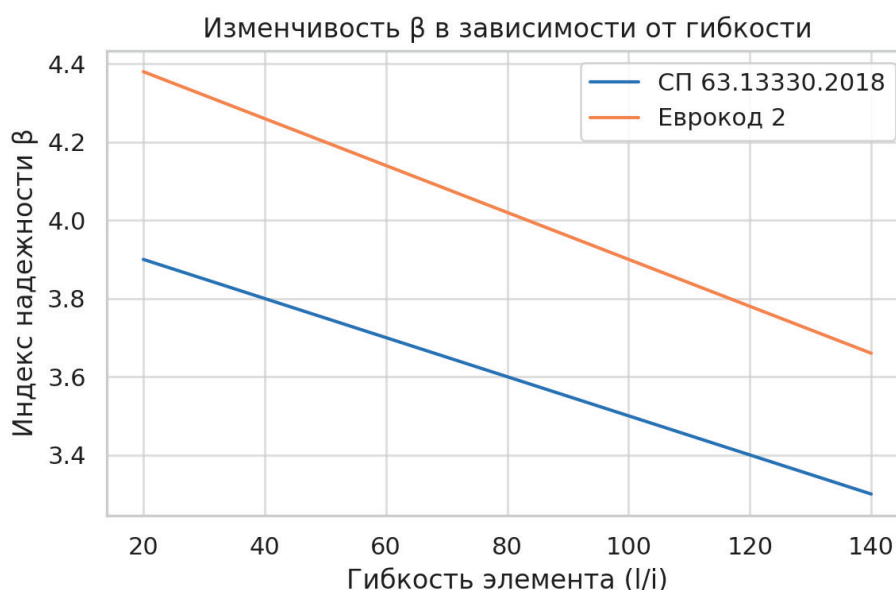


Рис. 1. Зависимость индекса надежности от изменения геометрических параметров

$$\mu_{\lambda} = 20 \times A \times B \times C \times \sqrt{\frac{f_{cd}}{N_{ed}}} \times \mu_A; \quad (31)$$

$$\sigma_{\lambda} = 20 \times A \times B \times C \times \sqrt{\frac{f_{cd}}{N_{ed}}} \times \frac{\sqrt{\mu_b^2 \times \sigma_h^2 + \mu_h^2 \times \sigma_b^2}}{2 \times \sqrt{\mu_b \times \mu_h}}. \quad (32)$$

Эти формулы позволяют количественно учесть допуски на геометрию и их влияние на надежность конструкции.

Результаты нашего исследования говорят о большей жесткости требований европейских норм при одновременном более полном учете вариации параметров.

На рисунке 1 показана зависимость влияния коэффициента вариации геометрических параметров на индекс надежности.

Итак, мы рассмотрели вероятностный подход к оценке надежности внецентренно сжатых железобетонных элементов с учетом изменчивости геометрических параметров. Использование метода двух моментов позволяет значительно упростить расчеты и в упрощенной форме оценить зависимость индекса надежности от статистических характеристик сопротивления и нагрузок.

Сравнительный анализ европейских и российских норм показал, что первые обеспечивают более полный учет изменчивости параметров.

Литература:

1. Герасимов, Е. П. К вопросу нормирования надежности по деформациям железобетонных изгибаемых конструкций / Е. П. Герасимов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2019. — Т. 21, № 5. — С. 115–126.
2. Кузнецов, Д. В. Надежность внецентренно сжатых железобетонных элементов при расчете по прочности нормальных сечений: дис. ... кандидата технических наук: 05.23.01 / Д. В. Кузнецов. — М., 2012. — 187 с.
3. Махно, А. С. Надежность изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям, усиленных бетоном и арматурой: дис. ... кандидата технических наук / А. С. Махно. — М., 2005. — 174 с.
4. Ржаницын, А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А. Р. Ржаницын. — М.: Стройиздат, 1978. — 239 с.
5. Райзер, В. Д. Теория надежности в строительном проектировании / В. Д. Райзер. — М.: АСВ, 1998. — 304 с.

Сравнительный анализ геометрических конфигураций железобетонных подпорных стенок уголкового типа

Волкова Юлия Вадимовна, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Настоящая работа посвящена исследованию и выбору наиболее рациональной конфигурации железобетонных подпорных стенок с применением возможностей расчетно-графического комплекса SCAD. Проведён системный анализ влияния вариативности геометрических параметров на ключевые показатели напряженно-деформированного состояния, массу конструкций, величину перемещений, реакции основания и объем необходимого армирования. Полученные данные позволили сформулировать рекомендации по оптимизации конструктивных решений с целью повышения экономической эффективности при сохранении нормативной надежности.

Ключевые слова: подпорная стенка, оптимизация геометрии, SCAD, расчёт НДС, армирование, проектирование, экономическая эффективность.

Comparative analysis of geometric configurations of reinforced concrete retaining walls of corner type

This study is devoted to the investigation and selection of the most efficient configuration of reinforced concrete cantilever retaining walls using the capabilities of the SCAD structural analysis software. A systematic analysis was conducted to assess the impact of geometric parameter variations on key indicators such as stress-strain state, structural weight, displacement magnitudes, foundation reactions, and the required amount of reinforcement. The obtained results allowed for the development of recommendations for optimizing structural solutions aimed at improving economic efficiency while maintaining regulatory reliability.

Keywords: retaining wall, geometry optimization, SCAD, stress-strain analysis, reinforcement, structural design, economic efficiency.

Введение

В условиях активного развития инфраструктурных объектов, особенно на территориях со сложным рельефом, возрастает потребность в рациональных конструктивных решениях для удержания грунтовых массивов. Подпорные стенки, обладая простотой изготовления и достаточной прочностью, широко применяются в современном строительстве. Вместе с тем их геометрическая оптимизация остаётся актуальной задачей, позволяющей сократить материалоемкость и себестоимость без ущерба для эксплуатационных характеристик.

Классификация подпорных стенок

Одним из способов классификации подпорных стен является разделение их по степени вовлечения грунта в работу. В соответствии с этой классификацией, выделяют следующие типы стен:

— массивные стенки

Выполняются в основном из сравнительно непрочного материала (бут, бутобетон, габионы). В данном случае конструкция не предусматривает использование грунта в целях сохранения устойчивости стенки, грунт играет только негативную роль, оказывая на стенку давление, данный вид стенок изображен на рисунке 1.

— полумассивные подпорные стенки

Полумассивные стенки сохраняют устойчивость не только благодаря весу стенки, но и весу грунта, который лежит на фундаменте. Преимуществом таких стенок является меньшая материалоемкость по сравнению с массивными стенками. Тонкие стенки как правило из сборных элементов в виде пластины или уголка с широкой подошвой, благодаря которой стенка противостоит опрокидыванию из-за включения в работу, расположенного вблизи грунта.

В зависимости от такого используемого конструктивного приема полумассивные подпорные стенки можно разделить на:

1. комбинированные;
2. тонкоэлементные;
3. тонкие.

В качестве исследования выбрана тонкоэлементная подпорная стенка. На рисунке 2 изображен пример тонкоэлементной уголковой подпорной стенки.

Методика исследования

Расчётные исследования выполнены с использованием метода конечных элементов в среде SCAD. В качестве базовой (типовой) стенки рассматривается монолитная уголковая подпорная стенка с размерами в плане — 2800 x 3000 мм, с высотой 4000 мм. Эскиз данной стенки изображен на рисунке 3.



Рис. 1. Массивные стенки

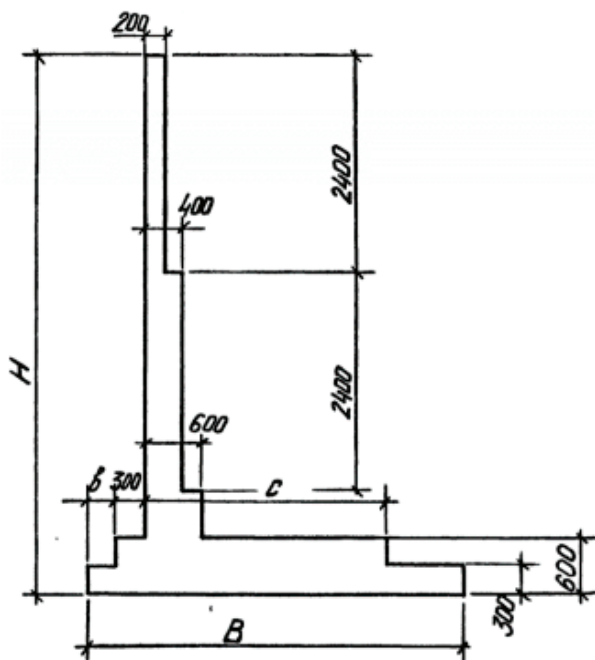


Рис. 2. Угловая подпорная стенка

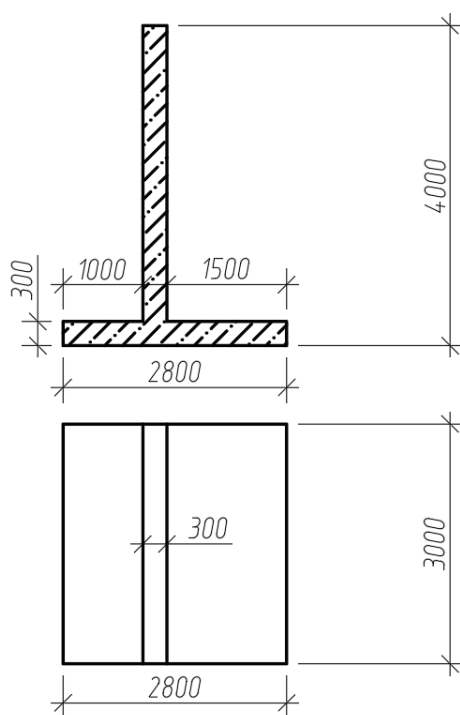


Рис. 3. Базовая подпорная стенка

Путём последовательного изменения длины подошвы и конструктивной формы были смоделированы три типа стенок (А, Б, В), каждая представлена четырьмя вариантами исполнения, данные конфигурации изображены на рисунках 4–6.

Для обеспечения корректности сравнительного анализа все модели рассчитывались при одинаковых условиях работы:

- Имитация основания с использованием упругих характеристик;
- Учет бокового сопротивления грунта посредством элементов конечной жёсткости;
- Идентичная схема приложения внешних нагрузок, включающая давление грунта и собственный вес конструкции.

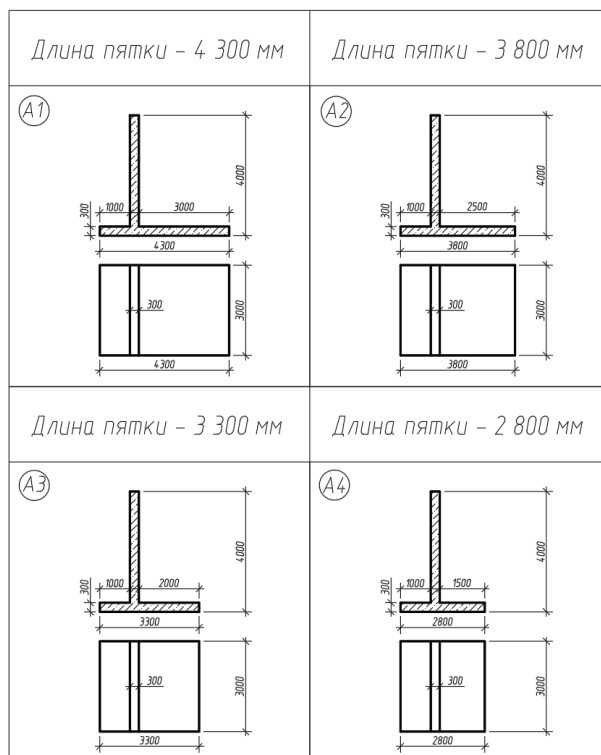


Рис. 4. Конфигурации подпорных стенок типа А

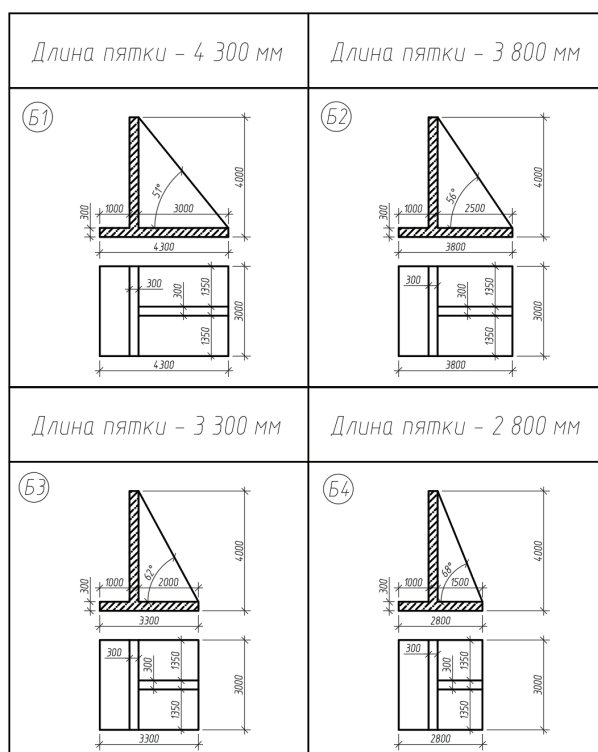


Рис. 5. Конфигурации подпорных стенок типа Б

В качестве критериев оценки эффективности рассматривались:

- Суммарная масса конструкции;
- Горизонтальные и вертикальные перемещения контрольных точек;
- Реакции, воспринимаемые основанием;
- Объём требуемого армирования, выраженный через условные единицы.

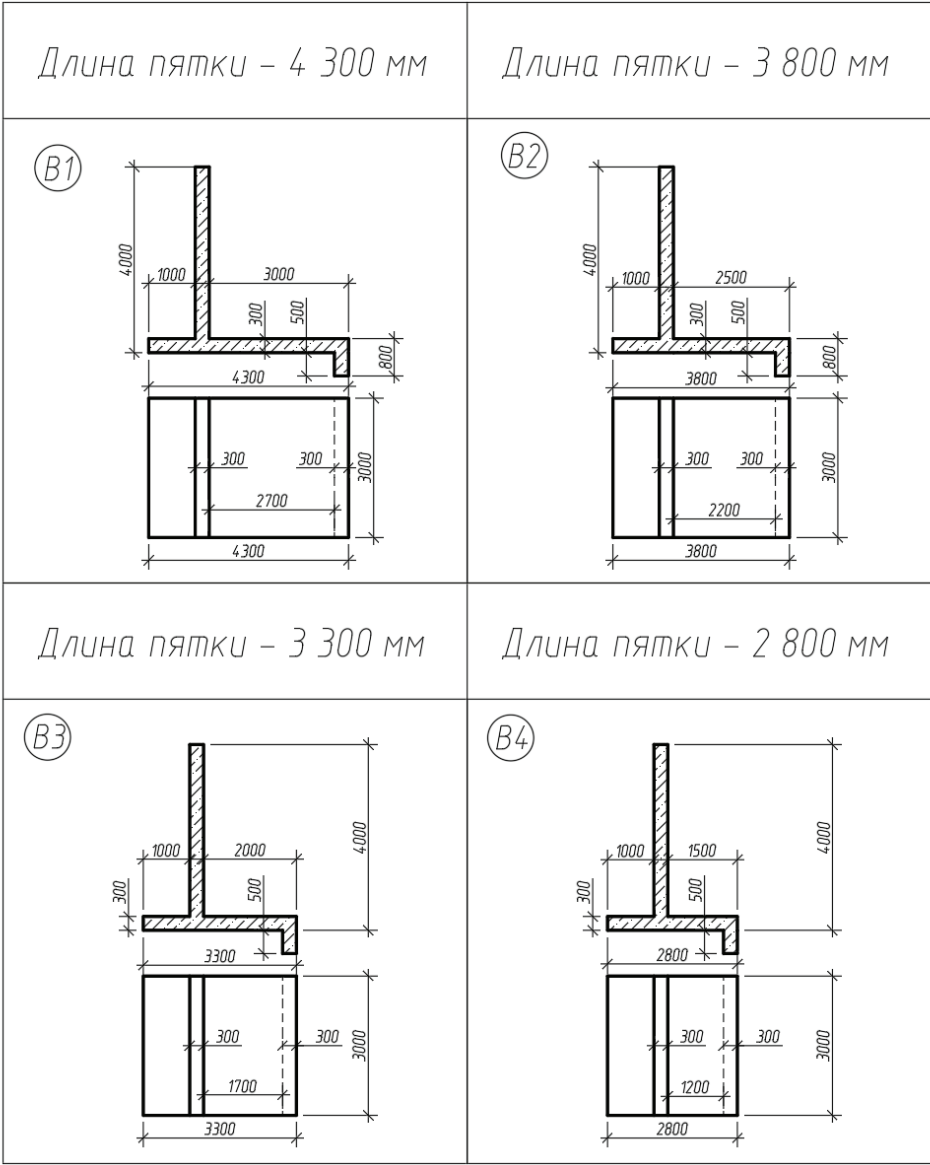


Рис. 6. Конфигурации подпорных стенок типа В

Методика определения наиболее эффективной конфигурации

Для комплексного сопоставления вариантов были введены нормированные коэффициенты эффективности (K1–K5) по каждому из рассматриваемых параметров. За эталон принималось минимальное значение параметра, для остальных конфигураций коэффициент рассчитывался по формуле:

$$K = 1 - ((\text{Фактическое значение} / \text{Минимальное значение}) - 1)$$

Итоговый показатель эффективности ($K_{\text{общ}}$) определялся как сумма всех частных коэффициентов. Наивысшее значение $K_{\text{общ}}$ свидетельствовало о наиболее рациональной конфигурации с точки зрения совокупной технико-экономической оценки.

Результаты исследования

Анализ продемонстрировал, что увеличение размеров подошвы приводит к значительному снижению перемещений и реакций под основанием, однако сопровождается ростом массы и увеличением объёмов армирования.

Максимальную эффективность показала конфигурация стенки типа B1, обеспечившая минимальные значения горизонтальных перемещений и наилучшие показатели взаимодействия с основанием при приемлемом увеличении массы и рациональном объёме армирования.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1. **Определение наиболее эффективной конфигурации подпорной стенки**

	Масса (т)	K1	Переме- щения X (мм)	K2	Переме- щения Z (мм)	K3	Реакция Rz (т/м ²)	K4	Усл.ед. арм.	K5	Кобщ
Подпорная стенка А4	14.62	1	26.66	-0.18	8.2	0.794	4.19	0.796	20.02	0.572	2.98
Подпорная стенка А3	15.75	0.923	24.57	-0.01	7.92	0.835	4.05	0.836	21.32	0.479	3.06
Подпорная стенка А2	16.88	0.845	23.15	0.104	7.73	0.863	3.95	0.865	22.73	0.379	3.06
Подпорная стенка А1	18	0.769	22.16	0.185	7.58	0.885	3.88	0.885	24.22	0.272	3.00
Подпорная стенка Б4	17.77	0.785	19.51	0.402	7.95	0.831	4.07	0.83	17.25	0.77	3.62
Подпорная стенка Б3	19.65	0.656	16.38	0.658	7.52	0.894	3.85	0.894	14.67	0.954	4.06
Подпорная стенка Б2	21.53	0.527	14.04	0.85	7.14	0.95	3.65	0.951	14.02	1	4.28
Подпорная стенка Б1	23.4	0.399	12.21	1	6.8	1	3.48	1	14.91	0.937	4.34
Подпорная стенка В4	16.43	0.876	25.18	-0.06	8.5	0.75	4.35	0.75	21.89	0.439	2.75
Подпорная стенка В3	17.55	0.8	22.97	0.119	8.13	0.804	4.16	0.805	22.5	0.395	2.92
Подпорная стенка В2	18.68	0.722	21.48	0.241	7.86	0.844	4.02	0.845	23.96	0.291	2.94
Подпорная стенка В1	19.8	0.646	20.45	0.325	7.66	0.874	3.92	0.874	25.57	0.176	2.89

Выводы

1. Проведённое исследование подтвердило высокую значимость геометрической оптимизации подпорных стенок уголкового типа для достижения экономии материалов при сохранении требуемых эксплуатационных свойств.
2. Конфигурация типа Б1 признана наиболее эффективной по совокупности критериев, обеспечивая снижение горизонтальных перемещений до 38 % при увеличении массы на 25 %.
3. Разработанная методика комплексной оценки может быть использована как инструмент проектных решений при разработке аналогичных конструкций.

Литература:

1. «СП 381.1325800.2018. Свод правил. Сооружения подпорные. Правила проектирования» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 23.07.2018 N 444/пр)
2. Серия 3.002.1–2 «Подпорные стенки из монолитного железобетона»
3. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»

Исследование характеристик сталефибробетона при сжатии

Лама Рафаэль, студент магистратуры

Научный руководитель: Хегай Алексей Олегович, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор исследует целесообразность введения стальных волокон в бетонную матрицу. В данной работе автор демонстрирует, как введение стальных волокон в бетонную матрицу может повысить ее механические характеристики, в частности характеристики сжатия.

Ключевые слова: бетон, стальная фибра, фибробетон, сжатие.

1. Краткое содержание

Сталефибробетон (СФБ) появился как инновационный материал в сфере строительства, сочетающий в себе преимущества традиционного бетона с армирующими свойствами стальных волокон. В настоящем исследовании основное внимание уделяется анализу характери-

стик сталефибробетона (СФБ) при сжатии, изучению его механических свойств, факторов, влияющих на его прочность, а также его практическому применению. Экспериментальные результаты показывают, что СФБ демонстрирует более высокую прочность на сжатие, чем обычный бетон даже при наличии трещин, благодаря положительному влиянию стальных волокон. В данной статье рассма-

триваются характеристики СФБ В30 и В60 при сжатии, дается обзор механизмов улучшения механических свойств, результатов экспериментальных исследований и практических приложений. Мы расскажем о преимуществах добавления стальной фибры в бетон, а также о проблемах, связанных с ее использованием.

1.1. Введение

Бетон является одним из наиболее широко используемых материалов в строительной отрасли, известным своей прочностью на сжатие. Однако его порой сложная область применения, его хрупкость, склонность к трещинам, пластичность, разбухание, изгиб и растяжение ограничивают его эффективность во многих строительных применениях. Для преодоления этих ограничений были проведены исследования по интеграции стальных волокон в бетонную матрицу с целью создания бетона, армированного сталефиброй. СФБ не только по-

вышает прочность на растяжение, но и характеристики сжатия, что имеет важное значение для многих конструкций, включая плиты, балки и сборные элементы.

Целью данного исследования является углубленное изучение характеристик СФБ при сжатии, анализ механизмов улучшения механических свойств, результатов экспериментальных испытаний и практических последствий.

2. Используемые материалы

Материалы, используемые для приготовления высокопрочного фибробетона: портландцемент КПЖ ЦЕМ II42,5 (ГОСТ 31108–2020 и ГОСТ 30515–2013), универсальный кварцевый песок (0–2,5 мм) с сухой фракцией 0–2,5 мм, определяемой по ГОСТ 8736–2014, а также добавка (Микросилика-МКУ-85) по ГОСТ Р 58894–2020, суперпластификатор (MS-POWERFLOW 6955) и стальная фибра диаметром 0,3 и длиной 30 мм, определяемая по ГОСТ Р 57407–2017.



Рис. 1. Стальная фибра 30/0,3 мм

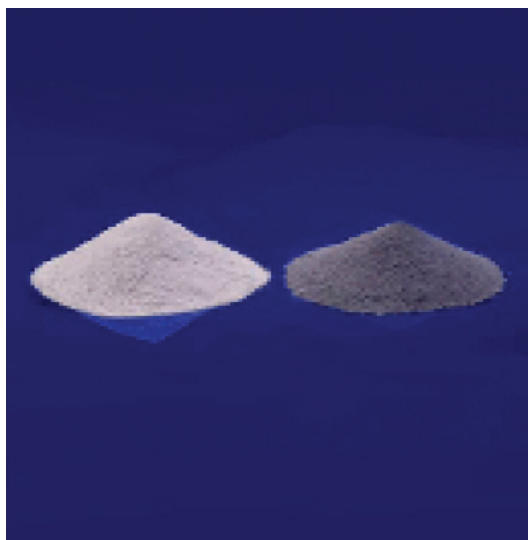


Рис. 2. Микрокремнезем МКУ-85



Рис. 3. Пластификатор MC-ПАУЭРФЛОУ 6955



Рис. 4. Песок (0–2,5 мм)

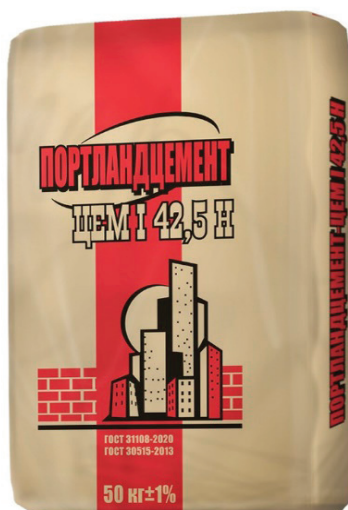


Рис. 5. Цемент М500 ДО ЦЕМ I 42,5

2.1. Подбор составов бетонных смесей

Для его изготовления использована стальная фибролитовая плита. нормативные документы (ГОТ 27006–2019).

Следует отметить, что для получения требуемого класса бетона (Rb) в среднем необходимо водоцементное отношение (В/Ц) и содержание (активного) используемого цемента:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{AR_{ц}}{R_b + 0,8AR_{ц}};$$

где В/Ц — водоцементное отношение;
А — коэффициент для низкокачественных материалов;
R_ц — активность цемента МПа;
R_б — средняя прочностью бетона класса В60- 60 Мпа;
Для бетона класса В80, М(500) цемент Potland Composit CM I-(42,5 МПа); ГОСТ 26633–91.

В зависимости от зернистости песка его количество может увеличиваться до 1500 кг/м3.

2.2. Поведение при сжатии

СФБ демонстрирует поведение при сжатии, которое отличается от поведения традиционного бетона. В ходе испытаний на сжатие было отмечено, что СФБ демонстрирует повышенную способность противостоять приложенным нагрузкам даже в случае образования трещин. Это связано с наличием стальных волокон, которые, образуя сетку в бетоне, ограничивают и замедляют распространение трещин. Таким образом, даже когда бетон начинает трескаться, волокна могут продолжать поглощать и перераспределять нагрузку, позволяя материалу сохранять часть своей прочности.

3. Экспериментальные исследования

3.1. Методология

Образцы готовились путем добавления в смесь стальных волокон в различных пропорциях. Затем образцы были выдержаны в условиях естественного окру-

жающего воздуха, после чего были подвергнуты испытаниям на сжатие, см. рис. 6–9.

Испытания на сжатие образцов СФБ проводятся на ньютоновской пресс-машине усилием 600 кН и 1000 кН в соответствии со стандартом ASTM C39 для определения прочности бетона на сжатие. Метод заключался во взвешивании каждого образца перед его установкой на компьютеризированную пресс-машину.

3.2. Результаты теста

Результаты испытаний показывают, что прочность на сжатие у СФБ значительно выше, чем у бетона. Так, образцы, содержащие 1,85 % стальной фибры, показали увеличение кубической прочности на сжатие на 25 % и призматической прочности на 40 % по сравнению с образцами бетона В30. Аналогично, 1,91 % стальной фибры в образцах также позволило увеличить кубическую прочность на сжатие на 10 % и призматическую прочность на 35 % по сравнению с образцами бетона В60, состоящими из добавки (Микрокремнезем МКУ-85) и Пластификатора (МС-ПАУЙРФЛОУ 6955). Кроме того, испытания показывают, что СФБ сохраняет значительную прочность даже после растрескивания, что подчеркивает его эффективность как экологически чистого строительного материала.

3.3. Анализ данных

Экспериментальные результаты анализируются с использованием статистических методов для определения корреляции между содержанием волокон и прочностью на сжатие. Для оценки значимых различий между группами выборок можно использовать дисперсионный анализ.

4. Заключение

Изучение характеристик сталефибробетона при сжатии показывает, что он является перспективным мате-

Таблица 1. Расход компонентов на 1 м³ (кг)

Расход компонентов на 1 м³, кг							
Вид и класс бетона	Цемент ПЦ500- до ОАО «Новоро- сцемент»	Песок М <= 2,35 ОАО «Рудас Северо Запад»	Пластификатор МС-АУЗРФ ЛОУ-6955 (0,4 %)	Добавка Микрокремнезем МКУ85 10 %Ц	В/Ц	Фибра	Вода
Высокопрочный сталефибробетон с фиброй «Челябинка»В60	588	1500	10,6	58,8	0,27	150,48	160
Высокопрочный бетон В60	450	1500	10,6	58,8	0,27	0	160
Сталефибробетон с фиброй «Челябинка»В30	513	1500	—	—	0,45	145	230
Бетон В30	400	1500	—	—	0,45	145	230



Рис. 6. Общий вид разрушенных образцов серии В30.1,85 %



Рис. 7. Общий вид разрушенных образцов серии В30.1,85 %



Рис. 8. Общий вид разрушенных образцов серии В30.0 %



Рис. 9. Общий вид разрушенных образцов серии В30.0 %

Таблица 2. Результаты испытаний бетонных образцов-кубов и призм при сжатии

Серия	Кубиковая прочность R_B (МПа)	Призменная прочность R_b (МПа)
В30.0 %	30,98	22,72
В60.0 %	65,67	48,132
В30.1,85 %	38,20	33,558
В60.1,91 %	74,15	65,627

Таблица 3. Определение фактического коэффициента перехода от кубиковой прочности к призменной для фибробетонных образцов

Серия	Кубиковая прочность R_B (МПа)	Призменная прочность R_b (МПа)	КПП
В30.0 %	30,98	22,72	0,733
В30.1,85 %	65,67	48,132	0,733
В60.0 %	38,20	33,558	0,846
В60.1,91 %	74,15	65,627	0,885

Таблица 4. Отклонение теоретических значений начального модуля упругости от экспериментальных для образцов серий В60

По формуле	Модуль упругости (Мпа)	
	В30	В60
Начальный модуль (данные испытания)	64273	67357
По модели Фойгта	63688,969	70500,46
По СП 52.104.2006* (соответствует модели Фойхта)	67008,905	67210,466
Д. А. Смирнова	64736,980	67833,028

Таблица 5. Отклонение теоретических значений призматической прочности от экспериментальных значений для образцов бетона В30 и В60

По формуле	Призменная прочность (Мпа)	
	В30	В60
Призменная прочность (данные испытания)	22,72	48,132
По СП 52.104.2006*	39,618	65,58
По СП 52.104.2006* с изменениями Ф. М. Рабиновича	26,365	51,32
По способу Л. Г. Курбатова	23,35	64,52

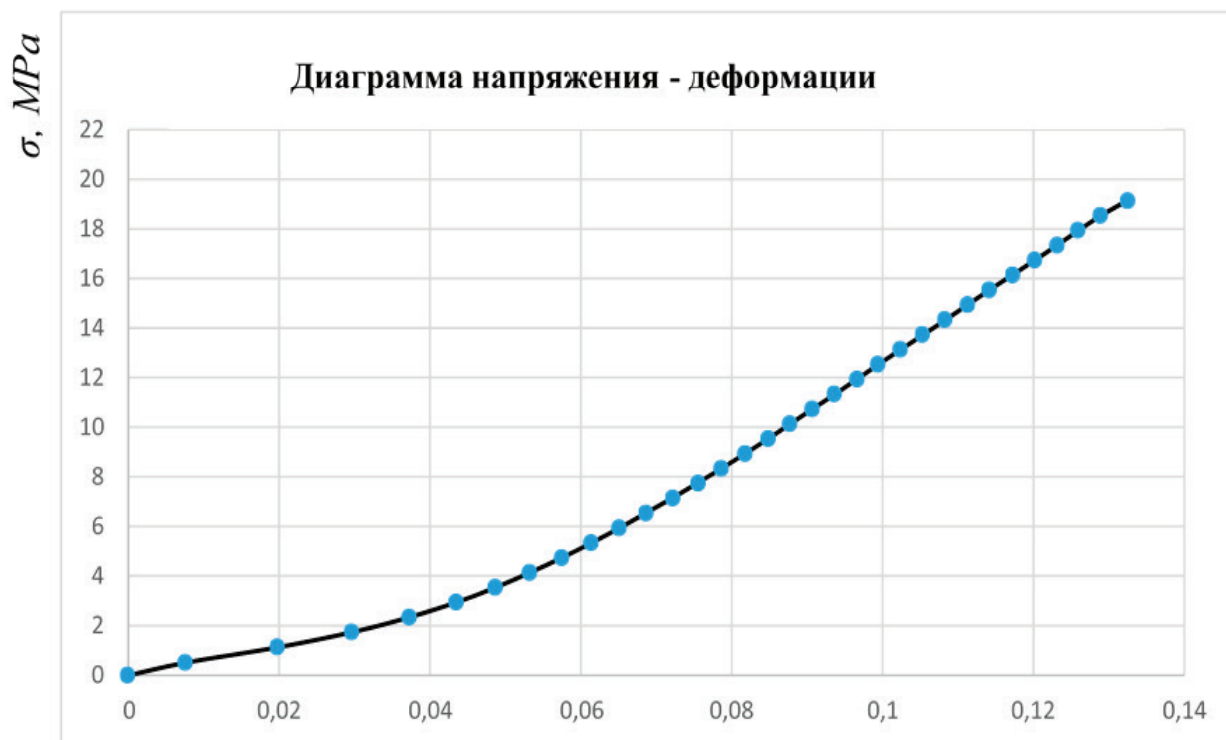


Рис. 10. Зависимость «напряжение-деформации» В30.(0 %)

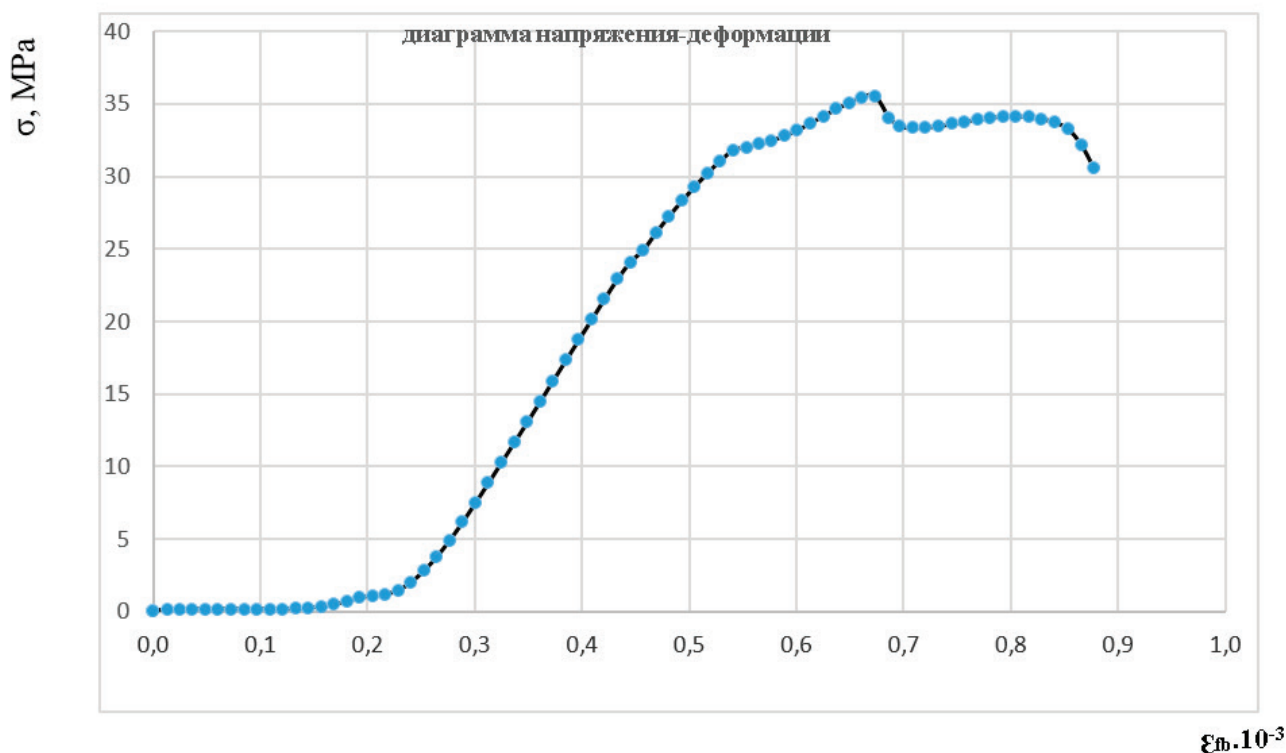


Рис. 11. Зависимость «напряжение-деформации» В30.1,85 %

риалом для будущего строительства. Благодаря значительному улучшению прочности на сжатие и способности противостоять трещинам СФБ обеспечивает значительные преимущества по сравнению с традиционным бетоном. По мере продолжения исследований и совершенствования

методов внедрения СФБ может стать предпочтительным выбором в области гражданского строительства и архитектуры, способствуя созданию более устойчивых и надежных конструкций в условиях глубокого подземного строительства и с более сложными формами.

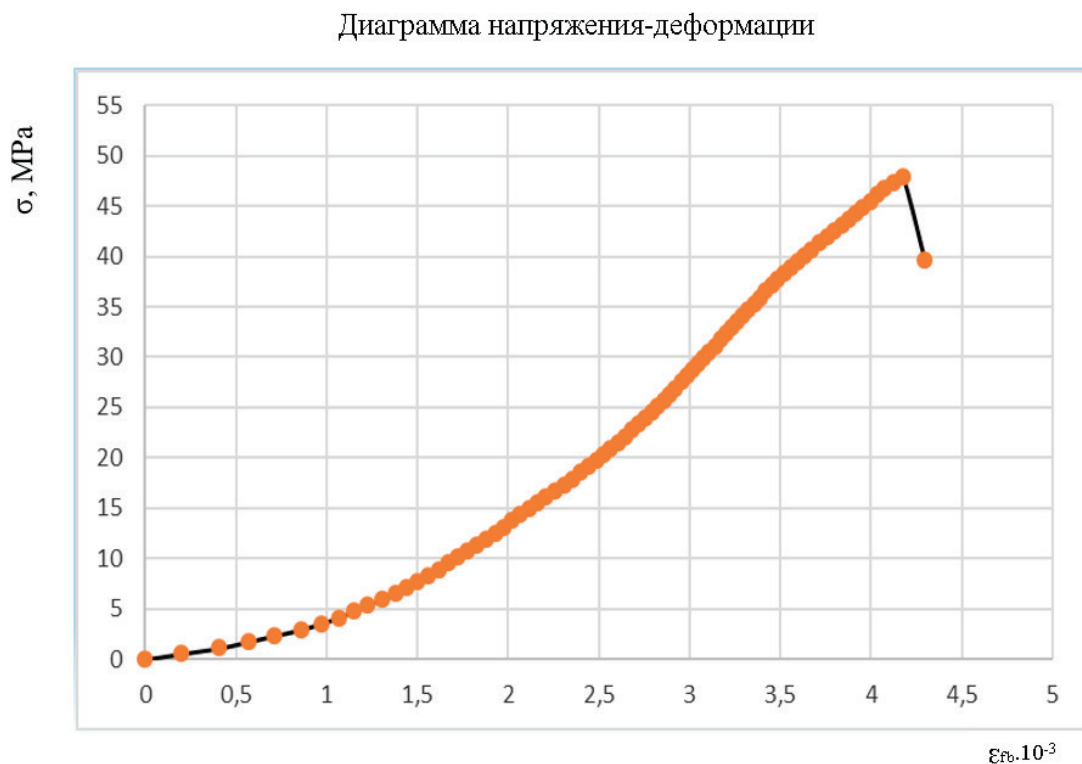


Рис. 12. Зависимость «напряжение-деформации» B60-0.0%

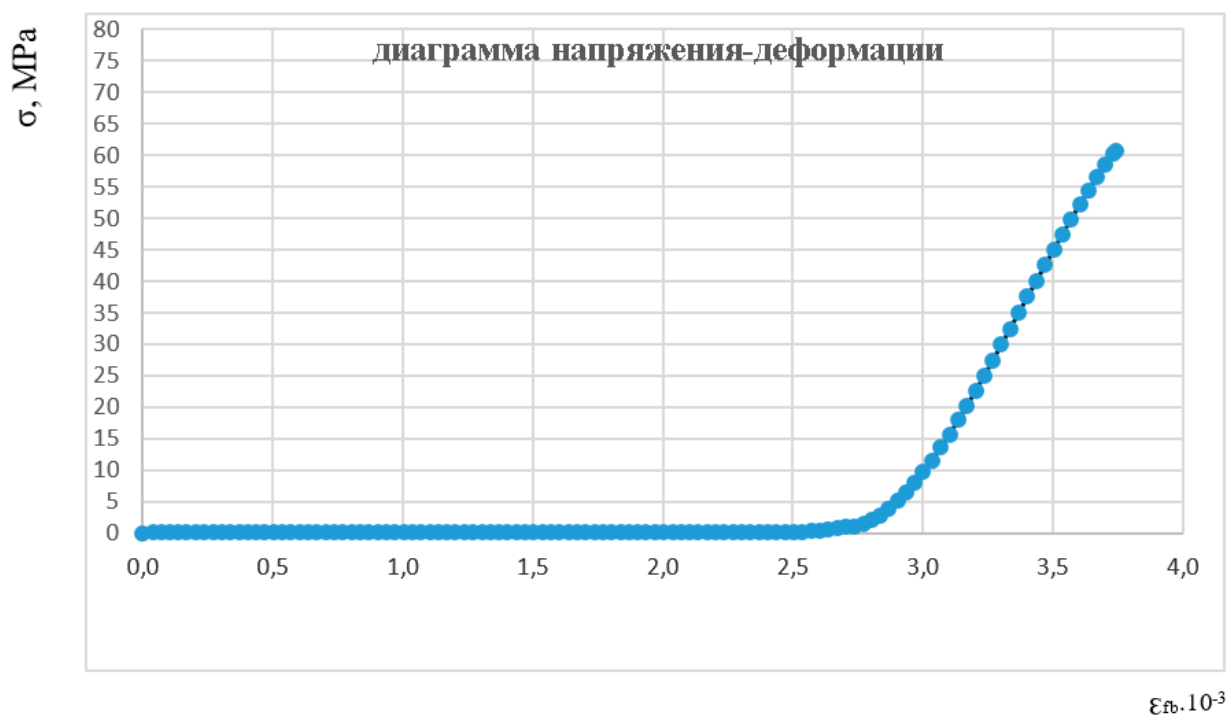


Рис. 13. Зависимость «напряжение-деформации» B60.1,91%

Литература:

1. Лакасс, К. (2011). Экспериментальное и аналитическое исследование поведения при сжатии и изгибе композитных колонн, частично покрытых высокопрочным бетоном и бетоном, армированным металлическими волокнами [Докторская диссертация, Политехническая школа Монреаля]. ПолиПубликация. (<https://publications.polymtl.ca/567/>)

2. Вестник Череповецкого государственного университета 2012, № 4, Т. 2
3. Голубев, В. Ю. Высокопрочный бетон повышенной вязкости разрушения;
4. ACI Committee 544. (2008). *Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Steel Fiber Reinforced Concrete*. American Concrete Institute.
5. Banthia, N., & Gupta, R. (2006). «Flexural Behavior of Steel Fiber Reinforced Concrete Beams». *Journal of Materials in Civil Engineering*, 18(3), 397–404.
6. Межгосударственный Стандартгост 7473–2010 (<https://meganorm.ru/Data2/1/4293801/4293801374.pdf>)
7. ГОСТ 27006— 86 Бетоны. Правила подбора состава
8. ГОСТ 30108— 94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов
9. Хегай, О. Н. Прочность элементов сталефибробетонных конструкций при растяжении и изгибе с учетом неоднородности распределения фибр: дис...канд. техн. наук / О. Н. Хегай; ЛенЗНИИЭП. — Л., 1986.
10. Bentur, A., Mindess, S., 2007, Fibre Reinforced Cementitious. Composites, 2nd edition, Taylor & Francis, Abingdon, UK — 2007–601 p.
11. Хегай А. О. Внецентренно сжатые элементы из фибробетона, армированные высокопрочной арматурой: Дис.... канд. техн. наук / СПбГАСУ. — СПб., 2011
12. Курбатов, Л. Г. Изгибная прочность сталефибробетона при неравномерном распределении фибр по высоте сечения / Л. Г. Курбатов, Г. В. Копанский, О. Н. Хегай // Пространственные конструкции в гражданском строительстве. — Л., 1982. — С. 43–50

Исследование характеристик сталефибробетона при растяжении

Лама Рафаэль, студент магистратуры

Научный руководитель: Хегай Алексей Олегович, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор исследует целесообразность введения стальных волокон в бетонную матрицу. В данной работе автор демонстрирует, как введение стальных волокон в бетонную матрицу может повысить ее механические характеристики, в частности характеристики растяжения.

Ключевые слова: бетон, стальная фибра, фибробетон, растяжение.

1. Краткое содержание

Сталефибробетон (СФБ) стал инновационным материалом в строительной отрасли, сочетающим в себе преимущества традиционного бетона с армирующими свойствами стальных волокон. В настоящем исследовании основное внимание уделяется анализу характеристик сжатия и растяжения СФБ, его механических свойств, факторов, влияющих на его прочность, и его практического применения. Экспериментальные результаты показывают, что СФБ демонстрирует более высокую прочность на сжатие и растяжение, чем обычный бетон, даже при наличии трещин, благодаря положительному влиянию стальных волокон. В данной статье рассматриваются характеристики растяжения В30 и В60, дается обзор механизмов улучшения механических свойств, экспериментальных результатов и практических приложений. Мы обсудим преимущества добавления стальной фибры в бетон, а также проблемы, связанные с ее использованием.

1.1. Введение

Бетон является одним из наиболее широко используемых материалов в строительной отрасли, известным своей прочностью на сжатие и растяжение. Однако его порой сложная область применения обуславливает его хрупкость, склонность к растрескиванию, пластичность, разбухание, изгиб и растяжение, что ограничивает его эффективность во многих строительных применениях. Для преодоления этих ограничений были проведены исследования по интеграции стальных волокон в бетонную матрицу для создания бетона, армированного стальной фиброй. СФБ улучшает не только прочность на растяжение, но и сжатие, что важно для многих конструкций, включая плиты, балки и сборные элементы.

Целью данного исследования является тщательное изучение характеристик растяжения СФБ, анализ механизмов улучшения механических свойств, результатов экспериментальных испытаний и практических последствий.

2. Используемые материалы

Материалы, используемые для приготовления высокопрочного фибробетона: портландцемент КПЖ ЦЕМ II 42,5 (ГОСТ 31108–2020 и ГОСТ 30515–2013), универсальный

кварцевый песок (0–2,5 мм) с сухой фракцией 0–2,5 мм, определяемой по ГОСТ 8736–2014, а также добавка (Микро-силика-МКУ-85) по ГОСТ Р 58894–2020, суперпластификатор (MS-POWERFLOW 6955) и стальная фибра диаметром 0,3 и длиной 30 мм, определяемая по ГОСТ Р 57407–2017.



Рис. 1. Стальная фибра 30/0,3 мм



Рис. 2. Цемент М500 ДО ЦЕМ II 42,5

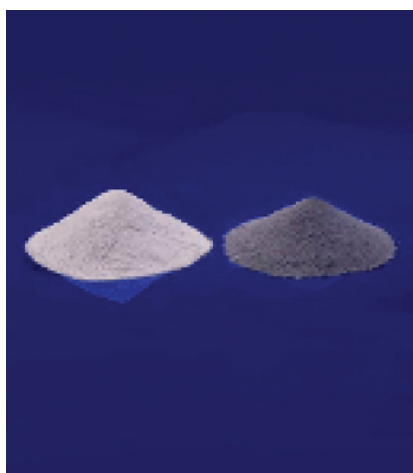


Рис. 3. Микрокремнезем MKU-85



Рис. 4. Пластификатор MC-ПАУЭРФЛОУ 6955



Рис. 5. Песок (0–2,5 мм)

2.1. Подбор составов бетонных смесей

Изготовлен из стального волокнистого картона. Нормативные документы (ГОСТ 27006–2019).

Следует отметить, что для получения требуемого класса бетона (R_b) в среднем необходимо водоцементное отношение (B/C) и содержание (активного) используемого цемента.

$$\frac{B}{C} = \frac{AR_c}{R_b + 0,8AR_c};$$

где B/C — водоцементное отношение;

A — коэффициент для низкокачественных материалов;

R_c — активность цемента МПа;

R_b — средняя прочностью бетона класса В80–80 Мпа;

Для бетона класса В80, М(500) цемент Potland Composit CM I-(42,5 МПа); ГОСТ 26633–91.

В зависимости от зернистости песка, его количество может увеличиваться до 1500 кг/м³.

2.2. Поведение при растяжении

СФБ ведет себя при растяжении иначе, чем традиционный бетон. Испытания на растяжение показали, что СФБ обладает большей способностью выдерживать нагрузки даже в случае образования трещин. Это связано с наличием

стальных волокон, которые, образуя сетку в бетоне, ограничивают и замедляют распространение трещин. Таким образом, даже когда бетон начинает трескаться, волокна могут продолжать поглощать и перераспределять нагрузку, позволяя материалу сохранять часть своей прочности.

3. Экспериментальные исследования

3.1. Методология

Образцы готовились путем добавления в смесь стальных волокон в различных пропорциях. Затем образцы были выдержаны в условиях естественного окружающего воздуха, после чего были подвергнуты испытаниям на растяжение, см. рис. 6, 7.

Испытания на растяжение образцов СФБ проводятся на ньютоновской пресс-машине усилием 600 кН и 1000 кН в соответствии со стандартом для определения прочности бетона на сжатие. Метод заключался во взвешивании каждого образца перед его установкой на компьютеризированную пресс-машину.

3.2. Результаты теста

Результаты испытаний показывают, что прочность на растяжение у СФБ значительно выше, чем у бетона.

Таблица 1. Расход компонентов на 1 м3 (кг)

Расход компонентов на 1 м³, кг							
Вид и класс бетона	Цемент ПЦ500-ДО ОАО «Новорос- цемент»	Песок М <= 2,35 ОАО «Рудас Северо Запад»	Пластификатор МС-АУЭРФ ЛОУ-6955 (0,4 %)	Добавка Микрокремнез ен МКУ85 10 %Ц	В/Ц	Фибра	Вода
Высокопрочный стале- фибробетон с фиброй «Челябинка»В60	588	1500	10,6	58,8	0,27	150,48	159
Высокопрочный бетон В60	450	1500	10,6	58,8	0,27	0	159
Сталефибробетон с фи- брой «Челябинка»В30	513	1500	—	—	0,45	145	230
Бетон В30	400	1500	—	—	0,45	145	230

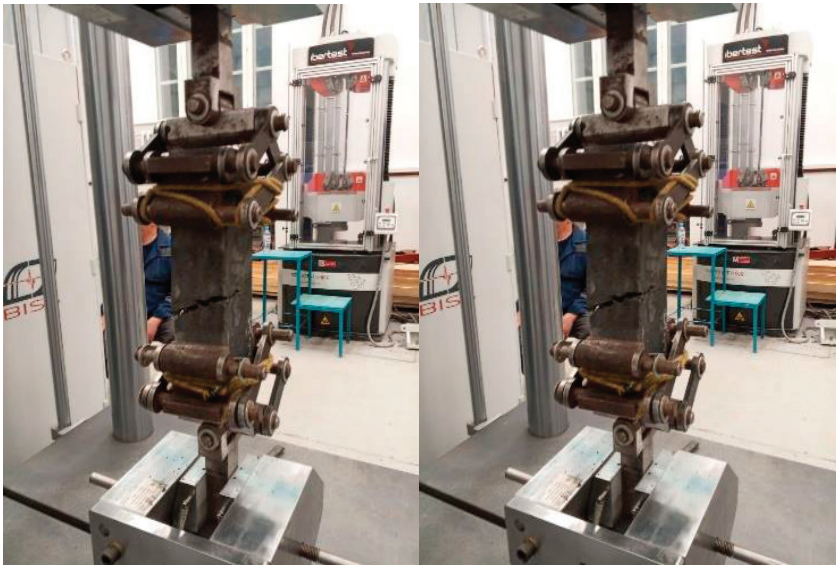


Рис. 6. Общий вид разрушенных образцов серии В60.1.91 %

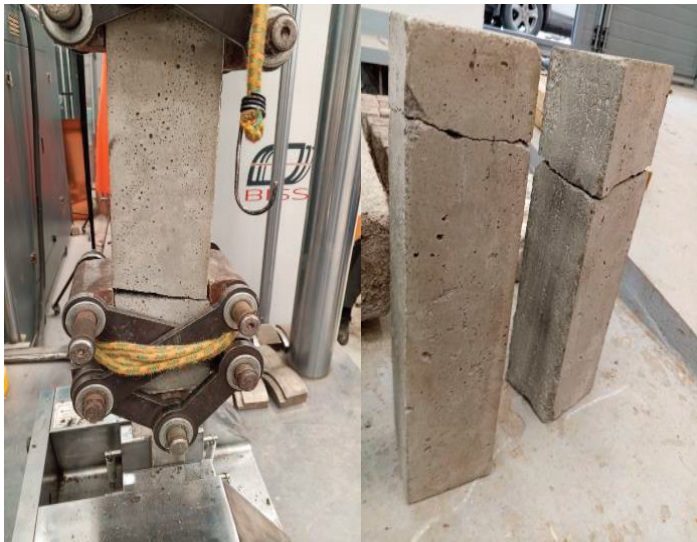


Рис. 7. Общий вид разрушенных образцов серии В60.0 %

Таблица 2. Результаты испытаний бетонных образцов-кубов и призм при растяжении

Серия	Призменная прочность R_b (МПа)
B30.0 %	1,47
B60.0 %	2,59
B30.1,85 %	3,59
B60.1,91 %	4,99

Так, образцы, содержащие 1,85 % стальной фибры, показали увеличение прочности на растяжение почти вдвое по сравнению с прочностью обычного бетона. Аналогичным образом, добавление 1,91 % стальных волокон в образцы бетонной матрицы также увеличило прочность на растяжение образцов бетона B60, содержащих добавку (Microsilica MKY-85) и пластификатор (MS-POWERFLOW 6955), в два раза. Кроме того, испытания показывают, что СФБ сохраняет значительную прочность даже после растрескивания, что подчеркивает

его эффективность как экологически чистого строительного материала.

3.3. Анализ данных

Экспериментальные результаты анализируются с использованием статистических методов для определения корреляции между содержанием волокон и прочностью на растяжение. Для оценки значимых различий между группами выборок можно использовать дисперсионный анализ.

Таблица 3. Отклонение теоретических значений начального модуля упругости от экспериментальных для образцов серий B30 и B60

По формуле	Модуль упругости (Мпа)	
	B30	B60
Начальный модуль (данные испытания)	64273	67357
По модели Фойгта	63688,96	70500,46
По СП 52.104.2006* (соответствует модели Фойхта)	67008,91	67210,46
Д. А. Смирнова	64736,98	67833,03

Таблица 4. Отклонение теоретических значений призматической прочности от экспериментальных значений для образцов бетона B30 и B60

По формуле	Призменная прочность (Мпа)	
	B30	B60
Призменная прочность (данные испытания)	22,72	48,132
По СП 52.104.2006*	39,618	65,58
По СП 52.104.2006* с изменениями Ф. М. Рабиновича	26,365	51,32
По способу Л. Г. Курбатова	23,35	64,52

4. Заключение

Исследование прочностных свойств сталефибробетона показывает, что он является перспективным материалом для будущего строительства. Благодаря значительному улучшению прочности на растяжение и трещиностойкости СФБ обладает существенными преимуществами

по сравнению с традиционным бетоном. По мере продолжения исследований и совершенствования методов внедрения СФБ может стать предпочтительным выбором в гражданском строительстве и архитектуре, помогая создавать более устойчивые и надежные конструкции для глубокого подземного применения и с более сложными формами.

Литература:

1. Лакасс, К. (2011). Экспериментальное и аналитическое исследование поведения при сжатии и изгибе композитных колонн, частично покрытых высокопрочным бетоном и бетоном, армированным металлическими волокнами [Докторская диссертация, Политехническая школа Монреаля]. ПолиПубликация.(<https://publications.polymtl.ca/567/>)
2. Вестник Череповецкого государственного университета 2012, № 4, Т. 2
3. Голубев, В. Ю. Высокопрочный бетон повышенной вязкости разрушения;

4. ACI Committee 544. (2008). *Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Steel Fiber Reinforced Concrete*. American Concrete Institute.
5. Banthia, N., & Gupta, R. (2006). «Flexural Behavior of Steel Fiber Reinforced Concrete Beams». *Journal of Materials in Civil Engineering*, 18(3), 397–404.
6. Межгосударственный Стандарт ГОСТ 7473–2010 (<https://megainorm.ru/Data2/1/4293801/4293801374.pdf>)
7. ГОСТ 27006— 86 Бетоны. Правила подбора состава
8. ГОСТ 30108— 94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов
9. Хегай, О. Н. Прочность элементов сталефибробетонных конструкций при растяжении и изгибе с учетом неоднородности распределения фибр: дис... канд. техн. наук / О. Н. Хегай; ЛенЗНИИЭП. — Л., 1986.
10. Bentur, A., Mindess, S., 2007, Fibre Reinforced Cementitious Composites, 2nd edition, Taylor & Francis, Abingdon, UK — 2007–601 p.
11. Хегай А. О. Внецентренно сжатые элементы из фибробетона, армированные высокопрочной арматурой: Дис.... канд. техн. наук / СПбГАСУ. — СПб., 2011
12. Malier, Y. «les bétons à hautes performances -caractérisation, durabilité, applications». Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, France, 1992.

Значимость методов определения группового состава высокомолекулярных соединений нефти в трубопроводном транспорте

Майоров Максим Алексеевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Ташбулатов Радмир Расулович, кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

В статье автором проведено исследование существующих методов анализа высокомолекулярных соединений нефти. Приведены примеры и подтверждена значимость методов определения группового состава высокомолекулярных соединений нефти в трубопроводном транспорте

Ключевые слова: нефть, высокомолекулярные соединения, методы анализа, трубопроводный транспорт.

Введение

В современных условиях развития нефтяной промышленности возрастает значимость транспортировки тяжелых и высоковязких нефтей, характеризующихся повышенным содержанием высокомолекулярных соединений (ВМС) — смол, асфальтенов, парафинов и ароматических углеводородов. Эти компоненты напрямую влияют на реологические свойства сырья, создавая технологические сложности при его перемещении по трубопроводным системам [1]. Например, асфальтены и парафины склонны к выпадению в осадок при изменении температуры, давления или состава нефти (например, при смешивании с легкими фракциями). Образующиеся отложения снижают пропускную способность трубопроводов, увеличивают риск аварий и требуют частых ремонтов [2]. Кроме того, высокая вязкость таких нефтей приводит к росту энергозатрат на перекачку, особенно в условиях низких температур, когда парафины формируют кристаллические структуры [3].

Основные проблемы и методы анализа

Важным инструментом для минимизации этих проблем является анализ группового состава ВМС. Данные исследо-

вания позволяют прогнозировать поведение нефти в трубопроводе и разрабатывать превентивные меры. Например, определение содержания смол и асфальтенов помогает подобрать депрессорные присадки, которые снижают вязкость сырья на 20–30 %, облегчая его транспортировку [4]. Знание концентрации парафинов необходимо для расчета оптимального температурного режима перекачки и выбора ингибиторов, предотвращающих их кристаллизацию. Особое внимание уделяется также агрессивным компонентам, таким как сернистые соединения, которые ускоряют коррозию труб. На основе их содержания разрабатываются защитные покрытия и ингибиторы коррозии, продлевающие срок службы инфраструктуры [5].

Несмотря на отсутствие прямых требований к содержанию ВМС в ГОСТ 51858–2002 «Нефть. Общие технические условия», их анализ остается критически важным для проектирования трубопроводных систем. На этапе разработки месторождений тяжелых нефтей эти данные используются для выбора диаметра труб, частоты установки подогревательных станций и типа применяемых реагентов [6]. Например, для нефтей с высоким содержанием парафинов часто проектируют системы периодического прогрева трубопровода, а при доминировании асфальтенов — внедряют схемы введения стабилизаторов.

Практические аспекты применения

На практике оперативный контроль группового состава на нефтеперекачивающих станциях затруднен из-за длительности стандартных методов анализа (например, хроматографического разделения фракций по ГОСТ 32269–2013). Однако для месторождений с аномальными нефтями такие исследования проводятся на стадии подготовки технологического регламента. Полученные данные позволяют оптимизировать режимы перекачки, определить совместимость смешиваемых сортов нефти и предотвратить коагуляцию асфальтенов [7]. Например, при последовательной транспортировке разных нефтей через один трубопровод их несовместимость может привести к резкому росту вязкости смеси и образованию пробок.

В российской практике для тяжелых нефтей активно применяются методы физико-химической модификации, такие как добавление разбавителей (легких фракций) или термообработка. Эффективность этих подходов напрямую зависит от исходного состава ВМС. Так, введение 10–15 % газового конденсата снижает вязкость высокосмолистых нефтей в 2–3 раза, но требует предварительного анализа на совместимость компонентов [8]. Для трубопроводов, работающих в условиях Крайнего Севера, ключевое значение имеет контроль парафинов: их содержание выше 5 % требует обязательного подогрева или использования депрессорных присадок [9].

Перспективным направлением является внедрение экспресс-методов анализа, таких как инфракрасная спектроскопия или оптические технологии, позволяющие получать данные о составе нефти в режиме реального времени [10]. Это особенно актуально для магистральных трубопроводов, где оперативная корректировка режимов перекачки может предотвратить аварийные ситуации. Например, своевременное увеличение температуры или дозы реагента на конкретном участке трассы снижает риски образования парафиновых пробок.

Заключение

Анализ группового состава ВМС остается неотъемлемой частью обеспечения надежности трубопроводного транспорта. Его результаты используются на всех этапах — от проектирования инфраструктуры до ежедневной эксплуатации. Несмотря на нормативные проблемы, практическая ценность таких исследований подтверждается снижением аварийности и экономией затрат на обслуживание трубопроводов. Для студентов, изучающих трубопроводный транспорт, понимание взаимосвязи состава нефти и ее транспортабельных свойств является ключевым аспектом при проектировании и оптимизации систем перекачки. Перспективы развития связаны с интеграцией новых технологий анализа и адаптацией решений под специфику трудноизвлекаемых запасов.

Литература:

1. ГОСТ 32269–2013. Нефть. Методы лабораторного анализа. — Введ. 2014–07–01. — М.: Стандартинформ, 2013. — 24 с.
2. Глазков, В. И., Глазов, Н. П., Петров, Н. А. Коррозия и защита подземных трубопроводов. — Москва: [б. и.], 1972. — 101 с.
3. РД39–0147103–566–89. Методика расчета режимов перекачки парафинистых нефтей: утв. Минтопэнерго РФ 15.03.1989. — Москва, 1989. — 45 с.
4. Новиков А. А., Чухарева Н. В. Физико-химические основы процессов транспорта и хранения нефти и газа. Учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005. — 111 с.
5. Глазов, Н. П., Ловачев, В. А. Катодная защита стальных сооружений от коррозии прерывистым током. — Москва: ВНИИОЭНГ, 1976. — 61 с.
6. СНиП 2.05.06–85. Магистральные трубопроводы: утв. Госстроем СССР 20.12.1985. — М.: Стройиздат, 1986. — 64 с.
7. Васильев Г. Г., Коробков Г. Е., Коршак А. А., Лурье М. В., Писаревский В. М., Прохоров А. Д., Сощенко А. Е., Шаммазов А. М. — Учебное пособие. — Под общей редакцией С. М. Вайнштока. — В 2-х томах. — М.: Недра, 2002. — 408 с.
8. Технологический регламент перекачки нефти: ТР-045–2020 / ПАО «Транснефть». — Москва, 2020. — 60 с.
9. Рекомендации по транспортировке нефтей в условиях низких температур / ВНИИГАЗ. — М.: ВНИИГАЗ, 2017. — 38 с.
10. Кирсанов Ю. Г., Шишов М. Г., Коняева А. П. Анализ нефти и нефтепродуктов: учеб.-метод. пособие / [науч. ред. О. А. Белоусова]; Минобрнауки РФ, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 88 с.

Сравнительный анализ гироскопических и инерциальных датчиков для контроля резьбовых соединений насосно-компрессорных труб

Никифоров Роберт Витальевич, студент

Научный руководитель: Галеев Ахметсалим Сабирович, доктор технических наук, профессор
Альметьевский государственный нефтяной институт (Республика Татарстан)

В статье проведено сравнение точности, надежности и устойчивости к внешним воздействиям различных типов датчиков угла поворота, применяемых для контроля свинчивания и развинчивания насосно-компрессорных труб (НКТ). Рассмотрены МЭМС-гироскопы, волоконно-оптические гироскопы (BOG) и инерциальные измерительные модули (IMU). Определены оптимальные типы датчиков для различных условий эксплуатации, включая вибрации, ударные нагрузки и агрессивные среды.

Ключевые слова: гироскопический датчик, IMU, резьбовые соединения, НКТ, точность измерений, МЭМС, волоконно-оптический гироскоп.

Comparative analysis of gyroscopic and inertial sensors for monitoring threaded tubing connections

Nikiforov Robert, student

Scientific advisor: Galeev Akhmetosalim Sabirovich, doctor of technical sciences, professor
Almetyevsk State Petroleum Institute (Republic of Tatarstan)

The article presents a comparison of the accuracy, reliability, and resistance to external influences of different types of rotation angle sensors used for monitoring the makeup and breakout of sucker rods (tubing). MEMS gyroscopes, fiber-optic gyroscopes (FOG), and inertial measurement units (IMUs) are analyzed. The optimal sensor types for various operating conditions, including vibrations, shock loads, and aggressive environments, are identified.

Keywords: gyroscopic sensor, IMU, threaded connections, tubing, measurement accuracy, MEMS, fiber-optic gyroscope.

Контроль угла поворота при свинчивании и развинчивании НКТ является важной задачей в нефтегазовой отрасли, поскольку от точности затяжки резьбовых соединений зависит герметичность и надежность эксплуатации скважины. Традиционные методы (механические счетчики, энкодеры) обладают рядом недостатков, таких как чувствительность к загрязнениям и вибрациям.

Значение точного контроля угла поворота

При монтаже насосно-компрессорных труб (НКТ) точность затяжки резьбовых соединений критически важна:

1. Герметичность соединения — недостаточный или избыточный момент затяжки приводит к утечкам флюидов.
2. Механическая надежность — неправильная сборка вызывает усталостные разрушения резьбы.
3. Предотвращение аварий — неконтролируемое развинчивание при эксплуатации может привести к ЧП.

Традиционные требования (например, стандарт API RP 5C1) предусматривают контроль как момента затяжки, так и угла поворота.

Недостатки традиционных методов

Механические счетчики — низкая точность ($\pm 5^\circ$ и более), износ механических частей

Инкрементальные энкодеры — чувствительность к загрязнениям (буровой раствор, песок)

Абсолютные энкодеры — высокая стоимость, уязвимость к ударным нагрузкам ($>100g$)

Стробоскопические системы — требуют прямой видимости, не работают при запыленности

В связи с этим возрастает интерес к гироскопическим и инерциальным датчикам, обеспечивающим высокую точность в сложных условиях.

Цель данной работы — провести сравнительный анализ МЭМС-гироскопов, волоконно-оптических гироскопов и IMU с точки зрения их применимости для контроля резьбовых соединений НКТ.

В исследовании рассматривались три основные технологии:

1. МЭМС-гироскопы — микроэлектромеханические системы, основанные на измерении кориолисовых сил. Обладают компактными размерами и низким энергопотреблением, но подвержены дрейфу (рис.1).

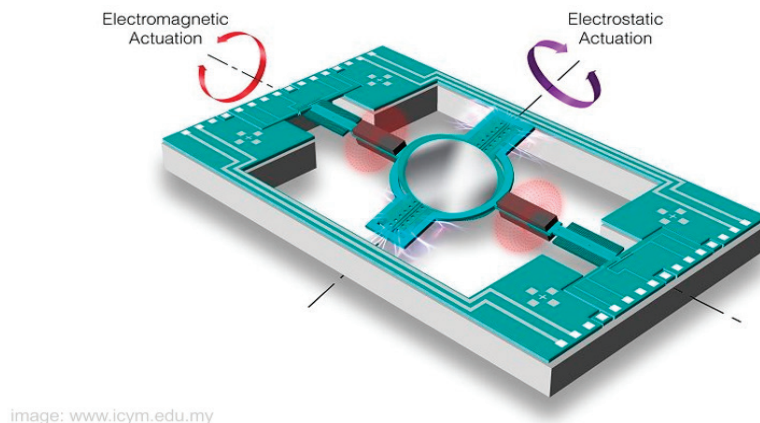


Рис. 1. МЭМС — гироскоп

2. Волоконно-оптические гироскопы (ВОГ) — работают на основе эффекта Саньяка, обеспечивая высокую точность и устойчивость к электромагнитным помехам. Однако имеют высокую стоимость и сложность интеграции (рис. 2).



Рис. 2. Волоконно-оптические гироскопы

3. Инерциальные измерительные модули (IMU) — комбинируют акселерометры и гироскопы, что позволяет компенсировать погрешности за счет сенсорного слияния (например, с использованием фильтра Калмана) (рис. 3).

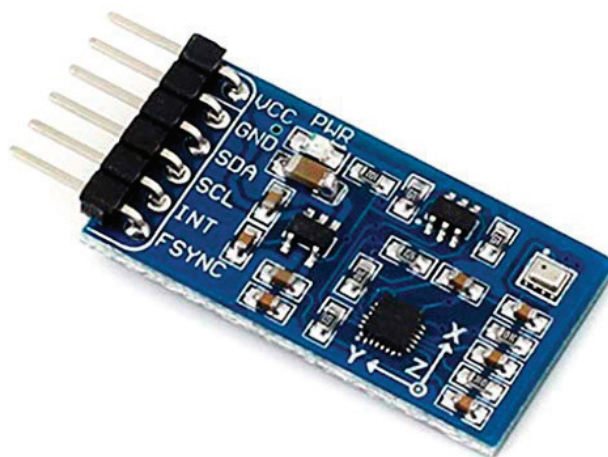


Рис. 3. Инерциальные измерительные модули

Для сравнения датчиков был проведен анализ характеристик датчиков (таблица 1).

Таблица 1

Тип датчика	Погрешность (град/мин)	Устойчивость к вибрациям
МЭМС	0,5–2,0	Средняя
ВОГ	0,01–0,1	Высокая
IMU	0,1–0,5	Высокая

Волоконно-оптические гироскопы демонстрируют наивысшую точность, но их применение ограничено из-за стоимости. IMU с алгоритмами компенсации дрейфа (фильтр Калмана) обеспечивают хороший баланс между точностью и надежностью.

МЭМС-гироскопы чувствительны к ударам, но дешевы и легко заменяемы.

ВОГ устойчивы к электромагнитным помехам, но требуют защиты от механических повреждений.

IMU наиболее универсальны, особенно при использовании в системах с резервными датчиками.

На основании проведенного анализа можно сделать выводы. Для высокоточных измерений в стабильных условиях предпочтительны волоконно-оптические гироскопы. В условиях вибраций и ударных нагрузок оптимальным решением являются IMU с фильтрацией сигнала. МЭМС-гироскопы могут применяться в бюджетных системах с периодической калибровкой.

Литература:

1. Вадигуллин, А. Д. Разработка методов и средств для совершенствования процесса развинчивания насосно-компрессорных труб: диссертация / ГБОУ ВПО «Альметьевский государственный нефтяной институт», Нефтегазовое оборудование. 2014. — с. 24, — Текст: непосредственный.
2. Лукьянов А. П., Распопов В. Я., Филатов Ю. В. Прикладная теория гироскопов: учебник. СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2015. 315 с.
3. Юльметова О. С., Щербак А. Г., Челпанов И. Б. / Под ред. Валетова В. А. Специальные технологии изготовления прецизионных узлов и элементов гироскопических приборов. Учебное пособие — СПб: Университет ИТМО, 2017. — 131 с.
4. Контрольные испытания датчиков угловой скорости, выполненных на основе волоконно-оптических гироскопов. — Москва -. — URL: <https://www.cta.ru/articles/soel/2016/2016-6/14378/> (Дата обращения 02.03.2025).
5. Назначение гироскопических датчиков и системы их использования в современных навигационных системах. — Москва- URL: <https://habr.com/ru/articles/218027/> (Дата обращения 02.03.2025).

Применение методов визуализации утечек газа

Пленкина Кристина Олеговна, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

В статье рассмотрены методы оптической и акустической визуализации утечек газов и было произведено их сравнение.
Ключевые слова: утечки газов, визуализация, методы.

Было рассмотрено применение методов оптической и акустической визуализации утечек газов. Эти подходы были тщательно оценены на предмет их потенциала в улучшении качества и достоверности получаемых данных. Оптическая визуализация, использующая световые технологии для захвата изображений, в сочетании с акустической визуализацией, основанной на анализе звуковых волн, открывает новые горизонты для более точного мониторинга и анализа ситуаций. Объединение этих методов может значительно расширить функциональные возможности системы, обеспечивая более полное и многогранное представление о происходящих событиях.

Таким образом, интеграция оптической и акустической визуализации представляет собой перспективное направление, способствующее совершенствованию существующих технологий видеофиксации.

Своевременное обнаружение и локализация утечек газа играют ключевую роль в диагностике для газораспределительных компаний. Это связано с тем, что утечки могут привести к серьезным авариям, отравлению работников и значительным финансовым потерям. Даже незначительная утечка способна нанести ощутимый вред.

Коррозия металла, разрушение уплотнительных элементов из-за вибраций, старение материалов, ослабление

резьбы на гайках и болтах, а также влияние перепадов температур и давления — все это способствует быстрому износу компонентов газовых систем. В результате этого нарушается герметичность, что может привести к утечке газа.

Система обеспечения безопасности, направленная на предотвращение утечек природного газа и выбросов других углеводородов, включает в себя регулярные проверки, планово-предупредительные мероприятия, своевременное обслуживание, а также эксплуатацию оборудования и трубопроводных систем в соответствии с инструкциями и отраслевыми нормативами. Однако соблюдение общих правил эксплуатации газовых инженерно-технических систем не обеспечивает полной гарантии отсутствия аварий.

А используя комбинацию оптического и акустического методов для визуализации утечек газа, можно существенно снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев. Этот подход позволяет на расстоянии обнаружить утечку газов, измерить объем газа, рассчитать размер потерь в рублях.

Основной рабочий орган для осуществления оптического метода — параболические микрофоны. Они регистрируют ультразвук в диапазоне частот 2–65 кГц. Большое количество встроенных микрофонов позволит выполнять свою функцию с большой точностью и отсеивать ложные сигналы-помехи.

Прибор функционирует, улавливая ультразвуковые сигналы, возникающие при утечках из-за турбулентности газа, вызванной изменением давления. Звуковая волна достигает микрофонов устройства менее чем за 1 миллисекунду, этого времени хватает процессору быстро обрабо-

тать сигнал, определить местоположение источника звука и визуализировать его.

Инфракрасная камера является наиболее эффективным, но и дорогостоящим способом удаленного обнаружения утечек. Этот прибор способен выявлять невидимые газы и отображать их на экране в виде облака или потока газа.

Ярким примером применения методов визуализации углеводородов является тепловизор. Этот портативный прибор включает объектив и экран, а его основным рабочим элементом является инфракрасный детектор, который служит чувствительным элементом. Электронные компоненты обрабатывают сигнал от детектора, и на экране отображается термограмма.

Принцип работы таких устройств основан на том, что газ поглощает инфракрасное излучение в определенном диапазоне. Чувствительная камера определяет, какой именно диапазон инфракрасного света был поглощен, и визуализирует это место. Эти камеры разработаны с использованием современных технологий и оснащены сверхчувствительными детекторами.

Все объекты излучают и отражают инфракрасное излучение, которое в совокупности образует фоновое излучение. Когда это излучение попадает в объектив инфракрасной камеры, оно проходит через линзу и фильтр, который пропускает длины волн, соответствующие газам, для обнаружения которых предназначена камера. Если между фоновыми объектами и инфракрасной камерой находится утечка газа — «газовое облако», это облако поглощает часть фонового излучения в диапазоне, характерном для данного газа. В результате количество излучения, достигшего детектора, уменьшается, что позволяет камере визуализировать газ [1].

Таблица 1. Сравнение методов

Функции	Оптическая визуализация	Акустическая визуализация
Выявление утечек на малой дистанции	+	+
Выявление утечек с расстояния до 100 метров	+	+
Выявление утечек с расстояния от 100 метров	+	-
Режим моно и мультисигнала	+	+
Сканирует большие площади	+	+
Имеет облачное аналитическое решение для дальнейшего анализа с создание отчетов	+	+
ПО для анализа с алгоритмами нейронной сети	+	+
Расчет объема утечки в режиме реального времени	-	+
Расчет стоимости утечки в режиме реального времени	-	+
Возможность выявления дефектов вне прямой видимости методом отраженного сигнала	-	+
Локализация любых газов под давлением и вакуумных присосов	-	+
Определение концентрации газа в смеси	-	-
Локализация утечки газа без турбулентности, самотеком	+	-
Контроль загазованности, определение концентрации газа в смеси	+	-

Литература:

1. Хроленко Б. Методы визуализации утечек газа / Б. Хроленко. –Текст: электронный // Химическая техника — 2021 — № 4. — URL: <https://chemtech.ru> (дата обращения: 20.11.2024).

Алгоритмы для компьютерного зрения в области охраны труда

Пленкина Кристина Олеговна, студент магистратуры

Научный руководитель: Ударцева Ольга Владимировна, доктор технических наук, профессор

Тюменский индустриальный университет

В статье приведены алгоритмы для компьютерного зрения, разработанные на основе выявленных нарушений в области охраны труда.

Ключевые слова: компьютерное зрение, алгоритмы, охрана труда.

Интегрирование компьютерного зрения может значительно облегчить работу сотрудников, так как данная технология способна автоматически анализировать видеозаписи и выявлять потенциальные нарушения или опасные ситуации. Благодаря этому, нагрузка на работников существенно снизится, и они смогут сосредоточиться на выполнении своих основных обязанностей.

Необходимо классифицировать и систематизировать типовые нарушения. Это позволит не только выявить наиболее распространенные проблемы, но и определить их коренные причины, что, в свою очередь, станет основой для разработки эффективных мер по их предотвращению.

Были выявлены следующие типовые нарушения в области охраны труда — 614 несоответствий:

- не облицованы керамической плиткой, не покрыты влагостойкими и маслостойкими материалами светлых тонов стены осмотровой канавы в автомобильном боксе;
- не оснащена освещением осмотровая канава в боксе, не имеет ниш для размещения электрических светильников напряжением не выше 50В и розеток с влагозащищенными разъемами для подключения ручных переносных электрических светильников напряжением не выше 12В;
- не вывешен габаритный знак (знак ограничения высоты автотранспортного средства) на производственной территории над въездными воротами;
- не установлено колесоотбойное устройство, обеспечивающее расстояние не менее 0,3 м от крайней точки транспортного средства до стены, вдоль стен гаражных боксов, где осуществляется хранение транспортного средства;
- не вывешена схема движения автотранспорта по территории, отсутствует табличка «берегись автомобиля» при въезде на территорию предприятия, где осуществляется передвижение автотранспорта;
- не запрещен проход работников на территорию через въездные ворота, по причине отсутствия отдельной калитки (двери) для работников;
- не нанесена сигнальная разметка на реборах автомобильной эстакады;
- не установлены бирки с указанием инвентарных номеров и даты следующего испытания на корпусах электроинструмента;
- не прошли испытание (отсутствуют бирки с инвентарным номером и даты испытаний) лестницы и стремянки;

- не представлены информационные таблички на стеллажах с указанием высот уровней хранения и максимально допустимой нагрузки на каждый из уровней хранения;
- не в полном объеме имеются навыки использования и применения шлангового противогаса у структурных подразделений, занимающихся аварийно-восстановительными работами и работами в котлованах, траншеях и колодцах;
- не вывешены возле действующих станков инструкции по охране труда и список допущенных к работе лиц.

Основными задачами или направлениями, которые лежат в основе разработки технологий компьютерного зрения являются проверки:

- соответствия действий работников безопасным методам и способам выполнения работ;
- наличия блокирующих устройств на калитках;
- организации размещения аварийного запаса на складе;
- укомплектованности автомобилей аварийно-диспетчерской службы;
- проведения первичного инструктажа потребителям газа;
- отсутствия посторонних предметов на газопроводах;
- облицовки и покрытия стен осмотровой канавы в автомобильном боксе;
- наличия ниш для размещения светильников;
- установки колесоотбойного устройства;
- запрета прохода работников через въездные ворота;
- нанесения сигнальной разметки;
- проведения испытания лестниц и стремянок;
- навыков использования и применения шлангового противогаса;
- размещения инструкций по охране труда;

Методы, которые позволят системе компьютерного зрения выполнять поставленные задачи:

- сравнения действия работников с заранее заданными безопасными процедурами и стандартами;
- использования алгоритмов анализа пространственных данных для определения расстояний;
- обнаружения и классификации объектов;
- идентификации и верификации лиц;
- распознавания и форматирования текста;
- анализа движений объектов или людей, например, для определения скорости или направления движения;
- стереозрения для создания 3D-карт и определения глубины объектов;

– измерения яркости пикселей [3].

Входные данные: видеоматериалы и аудиоматериалы с камер, изображения, метаданные, размеченные данные, контекстуальная информация и так далее.

Выходные данные: логирование данных с указанием времени, места и типа нарушения, генерация отчетов (см. Рисунок 1) для анализа и дальнейшего улучшения безопасности на производстве.

Отчет по анализу видеоматериалов с использованием технологий компьютерного зрения

Дата:

Подразделение:

Объем данных (количество видеоматериалов), шт.:

Общая длительность видеоматериалов, ч.:

Выявленные нарушения

№ п/п	Тип нарушения	Описание	Время/дата нарушения	Лицо, совершившее нарушение (Ф.И.О., должность)	Обоснование (номер пункта НПА и тд.)	Ответственное лицо (Ф.И.О., должность)	Примечание
...							

Общее кол-во нарушений, шт.:

Рис. 1. Форма отчета по анализу видеоматериалов

Литература:

1. Bishara M. Making sites safer with AI camera technology / M Bishara. — Text: electronic // Industrial Safety News: [Website]. — URL: <https://www.safetynews.co.nz/making-sites-safer-ai-camera-technology/> (date of application 26.11.2024).

Требования к современным грузовым вагонам

Шокучковов Курбонназар Салим угли, доктор технических наук, профессор;
Кодиржонов Хасан Нодиржон угли, студент;
Кодиржонов Хусан Нодиржон угли, студент
Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан)

В статье рассматривается совокупность действующих международных, региональных и национальных требований, предъявляемых к проектированию и эксплуатации современных грузовых вагонов. Рассматриваются структурная прочность кузова, ходовые части, тормозные и сцепные устройства, экологические ограничения по шуму и пыли, внедрение цифровых автоматических сцепов (DAC), телематические системы мониторинга состояния, а также вопросы жизненного цикла и экономической эффективности. Методологической основой работы выступает критический анализ нормативных документов TSI WAG, UTP WAG, EN 12663-2, AAR MSRP, ГОСТ 3370-2020 и других стандартов, дополненный сравнением инженерных решений, реализованных в серийных вагонах 2020-2025 гг. Результатом исследования является систематизированная модель классификации требований, отражающая тенденции перехода отрасли на повышенную осевую нагрузку 25 т, унификацию цифровых интерфейсов и ориентацию на экологическую устойчивость. Сделаны выводы о ключевых вызовах, связанных с модернизацией парка: необходимость обновления ремонтной базы, переход к прогнозно-ориентированному обслуживанию и гарантированная совместимость с инфраструктурой разных стран. Ключевые слова: грузовой вагон, TSI WAG, UTP WAG, EN 12663-2, осевая нагрузка 25 т, цифровой автоматический сцеп, шумовые ограничения, жизненный цикл.

Ключевые слова: грузовой вагон, нормативные требования, TSI WAG, UTP WAG, EN 12663-2, цифровой автоматический сцеп, телематика, жизненный цикл, шум, устойчивость

Введение

Мировой объём железнодорожных грузоперевозок, по оценкам Международного союза железных дорог

(UIC), превысил 12 трлн ткм в 2024 г., а прогноз на 2030 г. предполагает рост не менее чем на 20 %. При этом приоритетными остаются задачи повышения пропускной способности инфраструктуры и снижения удельных экс-

плуатационных затрат. Современный грузовой вагон должен соответствовать совокупности разноуровневых требований: от глобальных соглашений OTIF/ERA до национальных стандартов (например, ГОСТ 3370-2020 для пространства СНГ или AAR MSRP для Северной Америки). В европейском контексте обязательным является соблюдение Технической спецификации по взаимной совместимости подсистемы «Подвижной состав — грузовые вагоны» (TSI WAG), последняя редакция которой опубликована в 2022 г. Для международного сообщения на сети колеи 1520 мм дополнительно действуют требования Соглашения об международном железнодорожном сообщении (СМГС) и Унифицированных технических предписаний OTIF (UTP WAG, 2025). Рост осевых нагрузок до 25 т, внедрение дисковых тормозов, переход на цифровой автоматический сцеп (DAC) и развертывание телематики — ключевые тренды, определяющие модернизацию грузового парка. Целью настоящей работы является систематизация актуальных требований и формулирование комплексной классификации, необходимой для инженерного проектирования вагонов нового поколения.

Нормативно-правовая база и стандарты

Нормативные требования к подвижному составу формируются многоуровневой системой документов:

- Международные соглашения. Ключевыми являются TSI WAG (EU 2022/...) и UTP WAG (OTIF, 2025), устанавливающие обязательный перечень параметров по совместимости, габаритам, динамике и безопасности.
- Региональные директивы. В странах ЕС действует Регламент (EU) 2023/1694, определяющий структурные требования к кузовам (EN 12663-2:2018) и классификацию линий (EN 15528:2015).
- Национальные стандарты. В СНГ применяются ГОСТ 3370-2020 и альбом габаритов Г/2, а в США — AAR MSRP Section C Part II (ред. 2023).

С точки зрения сертификации, вагон допускается к эксплуатации после успешного прохождения комплексных статических и ходовых испытаний, подтверждающих параметры прочности, устойчивости, тормозной эффективности и совместимости с системами контроля схода. Процедура оценки соответствия включает независимую проверку (NoBo, DeBo) и регистрацию в Европейском реестре типов подвижного состава (ERATV).

Конструкционная прочность и материалы кузова

Прочностная верификация кузова грузового вагона проводится в соответствии с EN 12663-2:2018, которая задаёт шесть категорий нагружения (P-I — P-VI) в зависимости от массы брутто и предельной скорости. Основные силовые случаи включают вертикальное нагружение при погрузке, горизонтальные ударные воздействия при маневровых соударениях (допускаемый уровень 1500 кДж для вагонов с цифровым сцепом) и крутильные деформации

при прохождении кривых малого радиуса. Материалы. Для несущих элементов кузова применяются малоуглеродистые конструкционные стали класса S355JR/S420J0 по EN 10025-2 либо коррозионно-стойкие стали класса A710 для североамериканского рынка. Распространяется практика использования высокопрочных низколегированных (HSLA) сталей, что позволяет снизить массу тары на 8-12 % без ущерба для жёсткости. Сварочные работы сертифицируются по ISO 15085-2:2020, категория CL1/CL2 для кузова и надрессорных балок. Допустимые отклонения по плоскостности панелей — не более 3 мм на 1 м. Поверхностная защита достигается системой грунтовок с цинковым наполнителем и полиуретановых эмалей, обеспечивающих срок между ремонтами не менее 8 лет при коррозионной категории C4.

Ходовые части и динамика

Современные тележки грузовых вагонов проектируются на расчетную осевую нагрузку 22,5 или 25 т с учётом требований EN 15827 и AAR M-1003. Установка дисковых тормозов и интеграция датчиков вибрации обуславливают переход к буксовым подшипникам категории Class K с ресурсом 1,2 млн км. Лабораторные испытания включают стохастическое возбуждение по спектру CN-EL 22 и проверку на хомутные колебания с критерием угловой устойчивости $\zeta \geq 0,05$. Особое внимание уделяется геометрии колёсных пар: увеличение диаметра от 920 до 1000 мм позволяет снизить частоту несовпадения резонанса 1-го порядка, однако приводит к росту центра тяжести. Баланс противоположных факторов регламентируется приложением D к EN 14363:2024.

Тормозные устройства и средства безопасности

Тормозная система грузового вагона должна обеспечивать коэффициент тормозной нагрузки $\lambda \geq 0,12$ для поездов категории П согласно TSI WAG. Переход на композиционные колодки LL-типа позволил снизить уровень внешнего шума на 7-9 дБА. Актуальные проекты предусматривают установку дублированного пневматического контура UIC 540 и электропневматического модуля управления (ECP-brake) с CAN-шиной. С 2028 г. вагоны, включаемые в трансъевропейские коридоры, должны быть оборудованы цифровым автоматическим сцепом (DAC) типа 4, обеспечивающим непрерывную линию питания 1000 В и обмен данными со скоростью 1 Мбит/с. Средствами пассивной безопасности выступают направляющие устройства предотвращения змеевидного движения, усиленные поглощающие аппараты EN 15227 и контейнеры энергоёмкостью 350 кДж.

Цифровизация и мониторинг состояния

Внедрение телематики и интернета вещей (IoT) позволяет перейти к концепции «вагон-как-сервис». На борту

устанавливается шлюз с поддержкой протоколов GSM-R/LTE-M и спутникового GNSS, датчики температуры букс, деформации рессорного звена и давления в тормозной магистрали. Сбор данных осуществляется с частотой 10 Гц, информация агрегируется и передаётся на платформу RailData с задержкой менее 5 мин. Алгоритмы машинного обучения прогнозируют износ элементов тележки и рекомендуют окно для планового обслуживания за 14 дней до наступления отказа. Цифровой автоматический сцеп (DAC) обеспечивает сквозной Ethernet-канал и питание периферийных датчиков, убирая необходимость в батарейных источниках. Консорциум Europe's Rail оценивает экономический эффект от внедрения DAC в ЕС как 9,3 млрд € за 20 лет за счёт сокращения времени маневров на 40 %.

Экологические и акустические ограничения

Согласно Директиве (EU) 2015/995 и TSI NOI ограничения по внешнему шуму для грузовых вагонов установлены на уровне 83 дБА при скорости 80 км/ч в испытательном режиме Pass-By. Применение дисковых тормозов и LL-колодок вместе с плазменной наплавкой ободьев снижает шероховатость поверхности колеса ($R_a \leq 6,3 \text{ мкм}$) и уменьшает тональный компонент шума. Уровень выбросов твёрдых частиц от тормозной системы должен быть $\leq 1 \text{ мг/км}^3$ по ISO 22241. В контексте устойчивого развития широко применяются вторично переработанные полимерные композиты для настила пола, что сокращает углеродный след на 1,2 т CO₂-экв. на вагон за жизненный цикл.

Техническое обслуживание и жизненный цикл

Срок службы современного вагона устанавливается в 32 года, включая два капитальных ремонта. Переход к принципу Condition-Based Maintenance (CBM) предусматривает выполнение планового ТО-2 через 250 000 км вместо традиционных 160 000 км. Модульная архитектура (съёмные двери, стандартные поглощающие аппараты, унифицированные колёсные пары с дисками) снижает среднюю трудоёмкость капитального ремонта до 240 нормо-часов. Экономическая оценка жизненного цикла (LCC) показывает, что внедрение телематики и DAC увеличивает капитальные затраты на 6-8 %, но приводит

к сокращению эксплуатационных расходов на 18-22 % и повышению готовности парка до 94 %.

Обсуждение результатов

Проанализированные требования демонстрируют взаимосвязанность конструкционных, эксплуатационных и цифровых аспектов. Переход на осевую нагрузку 25 т без удлинения базы тележки требует применения высокопрочных сталей и оптимизации подвески для сохранения динамики. Цифровизация усиливает зависимость вагона от инфраструктурных решений (GSM-R → FRMCS), что должно учитываться при разработке миграционных планов. Фактор шума становится ключевым конкурентным преимуществом, особенно на пригородных участках, поэтому дисковые тормоза и композитные колодки следует рассматривать как базовый элемент проекта. Важным остаётся вопрос унификации: европейский DAC-тип 4 пока не совместим с AAR E-типе, временное решение — переходные адаптеры, однако в долгосрочной перспективе отрасли нужна единая архитектура. Ограничивающими факторами выступают капиталоемкость модернизации и нехватка ремонтных мощностей.

Выводы

1. Современный грузовой вагон представляет собой сложную киберфизическую систему, требования к которой формируются международными регламентами (TSI WAG, UTP WAG), национальными стандартами и отраслевыми руководствами.
2. Ключевые тенденции — рост осевой нагрузки до 25 т, интеграция цифрового автоматического сцепа и широкое использование телематики для предиктивного обслуживания.
3. Структурная прочность регулируется EN 12663-2, применение HSLA-сталей и композитов позволяет снизить массу тары и увеличить полезную нагрузку.
4. Экологические ограничения по шуму и выбросам твёрдых частиц диктуют переход на LL-колодки и дисковые тормоза.
5. Экономический анализ жизненного цикла подтверждает целесообразность инвестиций в цифровизацию при условии параллельного развития инфраструктуры.

Литература:

1. Лукин В. В., Анисимов П. С., Федосеев Ю. П. Вагоны. Общий курс. — М.: Маршрут, 2004. 424 с. ([ЦентрМАГ])
2. Аналитический отчёт «Грузовое вагоностроение России 2023-2024: тренды, состояние и перспективы на 2025 год». — ROLLINGSTOCK Agency, 2024. ([ROLLINGSTOCK])
3. Сборник докладов конференции «Новые направления развития грузового вагоностроения». — НВЦ «Вагоны», Москва, 2023. ([nvc-vagon.ru])
4. «Цифровой автоматический сцеп: переход отрасли на новый уровень». // *Автоматика, связь, информатика*, № 4, 2024. ([asi-journal-rzd.ru])

5. Киселев А. А. и др. «Исследование функциональной схемы и алгоритма работы системы цифрового сцепа грузовых вагонов» // *Вестник ВНИИЖТ*, 2020, т. 79, № 2, с. 103-116. ([Semantic Scholar])
6. «Телематика ZTR будет внедрена на парк грузовых вагонов GATX». // *Railway Supply*, 2023. ([Железнодорожные поставки])
7. «Новые грузовые вагоны на PRO//Движение.Экспо-2023». // Альфа-Рэйл, 2023. ([alfarail.ru])

Технико-технологические решения по повышению эффективности бурения боковых стволов

Эльсайех Абдельразек Солиман Абдельразек, студент

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

В статье представлены технологические решения для повышения эффективности бурения и разработки трудно-извлекаемых запасов. Рассматривается применение двухколонной конструкции и гидравлических расширителей при спуске потайной колонны, а также технология Blood Vessels (BV), основанная на бурении разветвлённой сети боковых стволов в продуктивном пласте. Описаны преимущества метода, приведены результаты промышленного внедрения и стендовых испытаний оборудования, подтверждающие работоспособность и эффективность технологий.

Ключевые слова: гидравлический расширитель, боковые стволы, Blood Vessels, дренирование, интенсификация добычи.

Одним из эффективных способов решения проблем, связанных с несоответствием условий бурения в БГС, является двухколонная схема: техническая колонна опускается до кровли продуктивного пласта и закрепляется по всей длине, а фильтровой или цементуемый хвостовик размещается в интервале продуктивного пласта, включая горизонтальный участок.

При зарезке боковых стволов от колонны Ø146 мм возникает необходимость использования породорезов малого диаметра (до 126 мм) и обсадки участка между окном и продуктивным пластом потайной колонной. Обычно применяют безмуфтовую колонну Ø114 мм, что уменьшает кольцевой зазор, исключает установку центраторов и увеличивает риск перетоков и потери герметичности.

Для предотвращения этих проблем часто выполняют расширение ствола под потайную колонну с применением СПО, нередко в несколько этапов. Это может привести к дестабилизации стенок, поглощениям и разрушению фильтрационной корки. Альтернативный вариант — двухколонковые долота, однако они имеют низкую управляемость и могут вызвать отклонения траектории, требующие пересмотра КНБК и технологии бурения.

Наиболее технологичным решением является применение гидравлических расширителей. Для облегчения спуска колонны Ø114 мм возможно использовать бицентричные долота либо проводить расширение отдельной операцией с помощью гидравлических инструментов.

Лучшие результаты получены при использовании расширителя Rhino Model XS Reamer на скважине № 4143Л. Он обеспечивает концентрическое расширение до 25 %, улучшает контроль эквивалентной плотности и совместим с различными системами управляемого бурения.

Практическая эффективность подтверждена снижением рисков и стабильностью работ (рисунок 1).

Режущие блоки Rhino XS (типы ISB и ICB) подбираются с учётом горно-геологических условий бурения. Конфигурация варьируется в зависимости от наличия солей, сланцев или песчаника в траектории скважины. При необходимости резцы можно заменить в условиях ремонтной мастерской.

Технология Blood Vessels (BV) представляет собой метод бурения сети разветвлённых боковых стволов внутри продуктивного пласта, имитирующей сосудистую систему. Цель — значительное увеличение зоны дренирования и эффективное воздействие на залежь для повышения извлечения углеводородов.

Бурение осуществляется струйным способом с применением колтюбинговых установок, геонавигации и высокоточной системы управления. Использование кабельного канала позволяет передавать команды и данные в реальном времени, включая управление траекторией при работе с многофазными жидкостями.

BV-стволы применимы не только для добычи, но и для закачки реагентов, теплоносителей, а также в качестве разгрузочных каналов при ГРП — направляя рост трещин в нужную часть пласта.

Эта технология отличается высокой точностью, масштабируемостью и адаптивностью, что делает её перспективным инструментом интенсификации добычи. По эффективности она сопоставима с горизонтальным бурением, зарезкой боковых стволов и гидроразрывом. BV внедряется как комплексное решение, способное увеличить коэффициент извлечения нефти на 30–40 %, повысить дебит в 2–3 раза и снизить удельные затраты на тонну добытой нефти.



Рис. 1. Конструкция гидравлического расширителя Rhino XS

На этапе подготовки выполняется фрезерование эксплуатационной колонны. Сначала спускается клин-отклонитель для ориентированного фрезерования, затем колонна прорезается ротором с гидроприводом (рисунок 2). После разворота компоновки на 90° выполняется фрезеровка четырёх окон размером 70×350 мм, проводится промывка и подъем инструмента.

Бурение боковых стволов осуществляется с применением гибкой трубы $\varnothing 38,1$ мм, на конце которой устанавливается гидромониторная насадка с автономным модулем измерения зенитного угла. Разрушение породы происходит под действием струи высокого давления, а продвижение трубы формирует канал в продуктивном пласте. Стволы бурятся последовательно, с поворотами компоновки, что позволяет точно задавать направление каждого из них (рисунок 3).

Технология Blood Vessels (BV) увеличивает площадь дренирования: при бурении четырёх стволов по 100 м — на 100 м^2 . Стволы направляются в наиболее проницаемые участки пласта, охватывая интервалы как по простиранию, так и по вертикали. Эффективность очистки подтверждается выносом шлама, а управление забойным давлением снижает фильтрацию раствора в пласт.

Технология также позволяет снизить скин-фактор за счёт кислотной обработки и немедленного освоения вскрытого интервала. Даже при низком пластовом давлении BV обеспечивает интенсификацию за счёт работы на депрессии, направленного вскрытия высокоёмкостных зон и экологической щадящей разработки.

Эффект применения: рост дебита нефти в 2,5–3 раза, газа — в 3–5 раз, увеличение коэффициента извлечения на 20–40 %, снижение скин-фактора до $-0,5$.

Опыт внедрения на скважине № 10 Осланьюрского месторождения (Коми, 2020 г.) подтвердил эффективность BV в реальных условиях. Были сформированы окна на глубине 2165 м, применена система позиционирования отклонителя и испытан новый автономный инклинометр, обеспечивший точные замеры угла наклона при движении в стволе. Всё оборудование, включая элементы на НКТ и гибких трубах, отработало в штатном режиме, подтвердив надёжность и ресурс.

Также в августе 2020 года проведены стендовые испытания, направленные на отработку создания затравочных каналов с доработанными гидромониторными насадками. Испытания подтвердили готовность оборудования к реальным задачам.

Технология BV применяется в скважинах с отклонением до 40° , при необходимости — до 60° , в эксплуатационных колоннах $\varnothing 140\text{--}245$ мм и при наличии открытых горизонтальных стволов от 120 мм. Эффективна при толщине продуктивного пласта от 3 м, с прохождением до 7 м прочной породы перед выходом в горизонт.

Целевые объекты могут находиться на глубине до 3500 м. Технология применяется при низком пластовом давлении, заколонных каналах, снижении продуктивности после РИР, потере перфорации, а также при разработке нетрадиционных резервуаров, включая баженовскую и доманиковскую свиты.

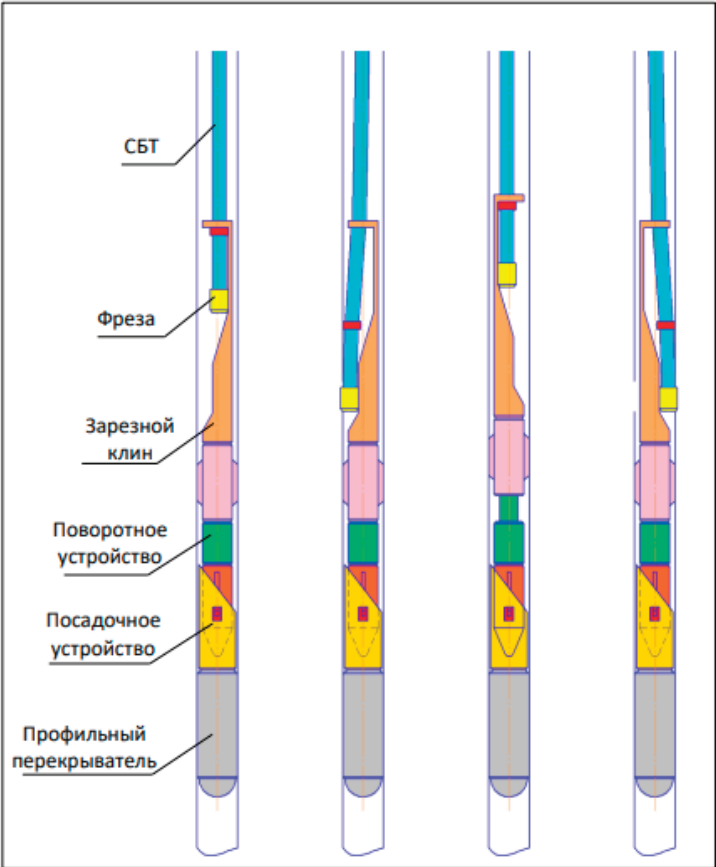


Рис. 2. Подготовительные работы и фрезерование эксплуатационной колонны

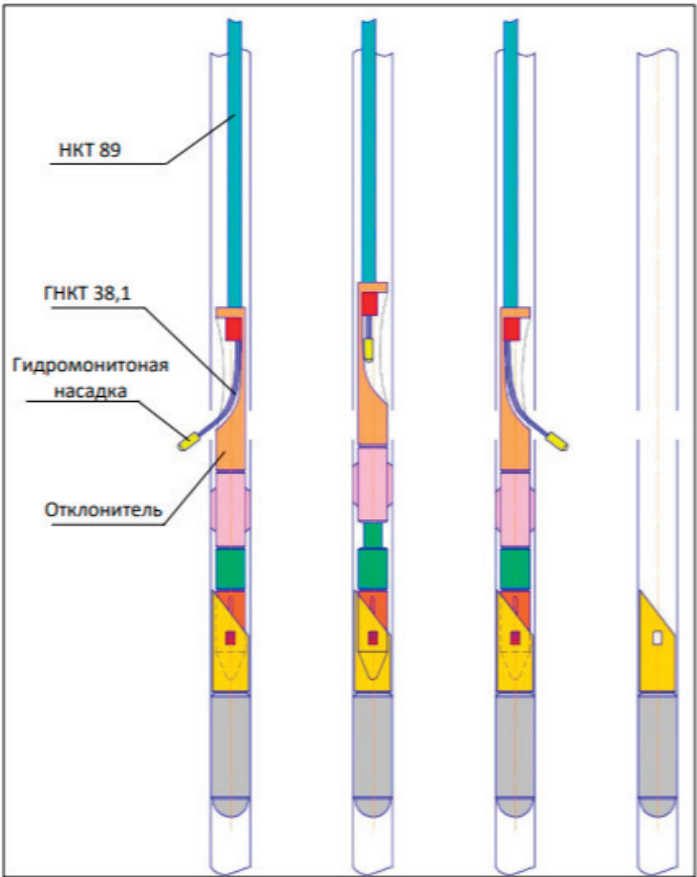


Рис. 3. Процесс бурения стволов по технологии Blood Vessels

Литература:

1. Басарыгин Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А. И., Гераськин В. Г. Строительство наклонных и горизонтальных скважин. — М.: Издательство Недра, 2000. — 262 с.
2. Булатов А. И. Бурение горизонтальных скважин [Текст] / А. И. Булатов: справочное пособие. — Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2008. — 419 с.
3. Кудинов В. И. Основы нефтегазопромыслового дела. Москва–Ижевск, 2004 г. — 720 с.

Анализ и оптимизация работы скважин, оборудованных установками электроприводного центробежного насоса

Юсеф Ваел Шаабан десуки, студент

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

Одно из важнейших условий эффективного использования УЭЦН — это правильный подбор УЭЦН к скважине, то есть выбор для каждой конкретной скважины таких взаимообусловленных типоразмеров насоса, электродвигателя с гидрозащитой, кабеля, трансформатора, подъемных труб из имеющегося парка оборудования, и такой глубины спуска насоса в скважину, которые обеспечат освоение скважины и технологическую норму отбора жидкости (номинального дебита) из нее в установившемся режиме работы системы скважина — УЭЦН при наименьших затратах [1].

Ключевые слова: УЭЦН, нефтяные скважины, оптимизация, дебит, подбор

Процесс выбора режима работы насосного оборудования ориентирован на решение двух основных задач — предотвращения срыва подачи и максимизации добычи на отдельно взятом временном промежутке. При этом не принимаются во внимание возможные негативные последствия на более длительных промежутках работы системы «УЭЦН — пласт — скважина», а именно снижение продуктивности пласта вследствие повышенной интенсивности отбора нефти, снижение ресурса насосного оборудования в связи с ненормальными режимами эксплуатации, а также возможное засорение рабочих органов УЭЦН мехпримесями в результате интенсификации добычи. Кроме того, нередко при подборе типоразмера ЭЦН не учитываются регулировочные характеристики погружных систем с частотными преобразователями, что также снижает эффективность работы насоса [2].

Режим работы подбирается с учётом конструктивных особенностей установленного оборудования, параметров его работы и геологических условий конкретного месторождения. Он разрабатывается производственными подразделениями в соответствии с утверждёнными нормативами по извлечению ресурсов и закрепляется решением технических руководителей предприятия, включая главного инженера и главного геолога.

Основной задачей подбора является обеспечение стабильной работы установки с заранее запланированными показателями. Для начала расчета установки необходимо знать ряд величин, определяющих работу системы пласт–скважина–УЭЦН. Перечень этих величин довольно большой, в него входят данные о планируемом дебите, фи-

зических свойствах и составе пластового флюида, данные о скважине, различные значения давлений и т.д [3].

При выборе технологий разработки продуктивных пластов необходимо обеспечить согласование режимов работы всех компонентов добывающей системы, включая как геологические, так и технологические аспекты. Обычно этот процесс включает предварительную оценку эффективности различных способов эксплуатации в заданных условиях на основе экспертных данных, а затем подбор оптимальной компоновки оборудования для наиболее перспективных вариантов. При этом для каждого рассматриваемого случая рассчитывается комплексный экономический показатель эффективности [4].

Для поддержания эффективности работы насосных установок и рационального освоения месторождения определяются минимально допустимые значения забойного давления. Эти параметры рассчитываются с учётом технологических ограничений на содержание свободного газа на приёме насоса, которое по требованиям к работе УЭЦН не должно превышать четверти объёма. Однако чрезмерное снижение давления — более чем на четверть по отношению к давлению насыщения — нежелательно, поскольку может привести к ухудшению фильтрационных свойств призабойной зоны и снижению дебита.

Альтернативный подход заключается в кратковременном циклическом включении оборудования. Этот метод позволяет значительно снизить амплитуду колебаний уровня жидкости и добиться большей стабильности работы. Он также обеспечивает экономное потребление электроэнергии, особенно в комбинации с системой вариативной добычи. Реализация такого режима тре-

бует установки насосов с высокой производительностью и точного расчёта продолжительности каждого цикла, который, как правило, не превышает одного часа. Цикличность работы может регулироваться как по времени, так и по текущим параметрам давления.

Данный подход используется более широко, особенно в отношении низкопродуктивных, глубоко залегающих скважин, где постоянная откачка невозможна. Благодаря ему удаётся оптимизировать эксплуатацию оборудования, поддерживать приемлемые уровни производительности и эффективно вовлекать в разработку сложный фонд скважин.

КПР основывается на кратковременной интенсивной откачке жидкости насосами больших типоразмеров (с номинальной подачей $Q_{ж} \geq 60 \text{ м}^3/\text{сут}$), работающими в зоне максимального КПД.

Одним из критериев эффективности выбранного подхода служит соответствие реальных параметров добычи техническим возможностям насоса в рамках его рекомендованной рабочей характеристики, что свидетельствует о корректном подборе оборудования под конкретные условия работы.

Оптимизация режима работы достигается за счет точного расчета продуктивности скважины. Цикл работы подбирается так, чтобы время работы насоса в 3–5 раз превышало продуктивность скважины, что позволяет достичь энергоэффективности. Общая длительность цикла ($T_{п}$) варьируется от 20 до 60 минут. При этом, например, насосы типа УЭЦН–60 используются для скважин с дебитом менее $20 \text{ м}^3/\text{сут}$, а УЭЦН–80 — для скважин с дебитом $21\text{--}40 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Выбор оптимального режима работы насоса может предотвратить появление некоторых осложнений. Для этого, на стадии подбора УЭЦН, необходимо оценить в какой области рабочей характеристики будет работать насос. Делается это пересечением двух линий (рисунок 1).

Точка пересечения А на графике отражает оптимальное взаимодействие между пластом, скважиной и насосом.

Для эффективной работы системы «пласт–скважина–насос» необходимо также соблюдение дополнительного условия — правильный выбор режима работы пласта. Рассматривая график зависимости потока (Q) от забойного давления ($P_{заб}$), можно выделить две ключевые зоны.

Первая зона, называемая зоной нормальных условий работы пласта (зона 1 на рисунке 2), характеризуется стабильным процессом добычи, где забойное давление соответствует необходимым параметрам. Вторая зона (зона 2 на рисунке 2) характеризуется пониженными забойными давлениями, когда $P_{заб} < P_{заб}^{min}$. Минимальное забойное давление, $P_{заб}^{min}$, обычно определяется из условия, что отношение $P_{заб}$ и давления насоса должно быть равно $0,75 \cdot P_{заб}^{min}$. Вторая зона часто возникает при интенсивном отборе жидкости из скважины, что может вызывать ряд проблем, связанных с эффективностью добычи нефти [5].

Оптимальным режимом работы системы «пласт — скважина — насос» считается такой режим, при котором УЭЦН функционирует в пределах рабочей зоны, обеспечивая максимально возможный коэффициент полезного действия (КПД), а пласт эксплуатируется в зоне 1 на рисунке 3.3, при условии, что забойное давление остается выше минимального значения ($P_{заб} > P_{заб}^{min}$). Для обеспечения стабильной работы этой системы необходимо следить за режимом работы как на этапе выбора оборудования, так и после проведения различных мероприятий, направленных на изменение фильтрационно–емкостных характеристик пласта.

Таким образом, УЭЦН обладает достаточно высоким коэффициентом полезного действия (к.п.д.), способна обеспечивать значительный перепад давления в скважине в широком диапазоне условий. При этом УЭЦН — сложная машина, комплекс узлов, работающих глубоко под землей в неблагоприятных условиях. Надежность УЭЦН — важный фактор экономической целесообразности его применения. При любой поломке для продолжения добычи оборудование должно быть извлечено и заменено, что является достаточно затратным мероприятием.

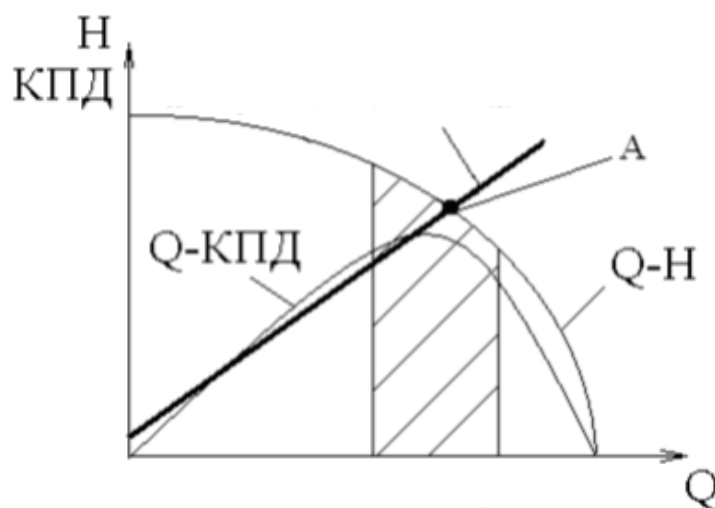


Рис. 1. Напорная характеристика УЭЦН

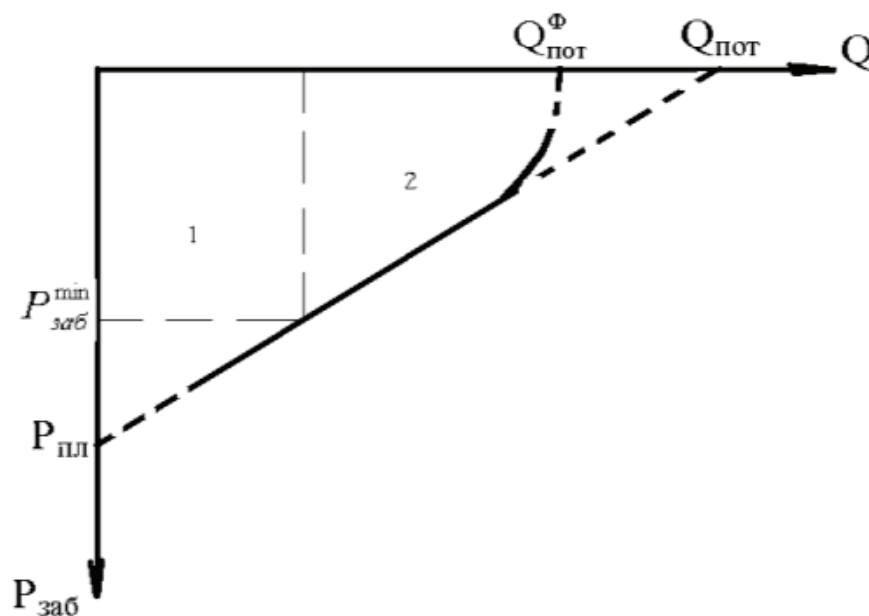


Рис. 2. Схема выбор соответствующего режима работы пласта

Литература:

1. Соловьев, И. Г. Оптимизация подбора типоразмера и режима работы погружного насоса [Текст] / И. Г. Соловьев, Д. Н. Субарев // Автоматизация нефтегазовых технологий. — 2012. — № 1. — С. 3–6.
2. Абдуллаев, Г. А. Особенности подбора погружных установок электроцентробежных насосов [Текст] / Г. А. Абдуллаев // Академический журнал Западной Сибири. — 2016. — № 5. — С. 4–5.
3. Прощекальников, Д. В. Выбор рационального способа эксплуатации в механизированной добыче нефти [Текст] / Д. В. Прощекальников, П. И. Алиев, Е. И. Кульменьева, Р. Р. Рамазанов // Вестник Технологического университета. — 2019. — Т. 22, № 12. — С. 79–81.
4. Зейгман Ю. В., Колонских А. В. Оптимизация работы УЭЦН для предотвращения образования осложнений // Нефтегазовое дело. Электрон. науч. журн. 2005. № 2. 8 с.
5. Шабонас, А. Р. Оптимизация работы электроцентробежного насоса (ЭЦН) для повышения наработки на отказ / А. Р. Шабонас // Нефтяное хозяйство. — 2021. — № 8 (632). — С. 30–36.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Разработка организационно-технологических решений по сокращению продолжительности производства бетонных работ

Абрамян Серине Суреновна, студент магистратуры
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

В статье рассматриваются организационно-технологические решения для сокращения сроков бетонных работ при строительстве многоэтажных зданий. Проведен анализ типового объекта, разработаны и проанализированы календарные планы производства бетонных работ с различными трудозатратами и механизмами. Предложенные мероприятия способствуют повышению эффективности и сокращению продолжительности строительных процессов.

Ключевые слова: строительство, бетонирование, сокращение сроков производства бетонных работ, монолитное строительство, календарное планирование.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности строительства многоэтажных зданий, сокращения сроков строительства и снижения его стоимости. Бетонные работы являются одним из ключевых этапов строительства, и их оптимизация оказывает существенное влияние на общую продолжительность проекта.

Целью данной работы является разработка организационно-технологических решений, способствующих сокращению длительности бетонных работ.

В современном строительстве важным этапом является точное планирование производства бетонных работ, что позволяет обеспечить своевременное выполнение проекта и оптимальное использование ресурсов. Одним из ключевых аспектов такого планирования является определение объема необходимых материалов и ресурсов для каждого объекта строительства.

Для достижения поставленной цели в работе предлагается внедрение организационно-технологических решений, таких как параллельное выполнение работ, оптимизация режимов труда и применение современных методов подачи бетона. Особое внимание уделяется использованию нормативных документов, таких как нормы ГЭСН 2022, ФЭР 2001 года в текущем уровне цен, которые позволяют точно планировать и рассчитывать объемы работ, а также оптимизировать ресурсы. В результате реализации предложенных мероприятий предполагается существенное сокращение продолжительности бетонных работ и повышение общей производительности строительного процесса.

Для определения объема бетонных работ, необходимых для выполнения данной работы, был выбран объект —

19-этажный жилой дом точечного типа с типовым этажом (далее — Объект-образец), который послужил основой для разработки календарного плана производства бетонных работ. Общая площадь такого объекта составляет 432,5 м². Проектная продолжительность в днях — 16 дней (по нормам ГЭСН — 16,6 дней с учетом работы в 2 смены по 12 часов).

Такой объект был выбран из-за своей типовой конструкции и повторяющихся элементов, что способствует более точному и эффективному планированию. Далее определен объем бетонной смеси, используемой на одном этаже, который составляет 167,8 м³. При этом учитывался только объем бетона, необходимый для заливки основных конструкций этажа, таких как плиты перекрытия, перегородки и стены, что позволяет более точно планировать объемы и ресурсы для данной части работ.

Далее были разработаны три варианта календарных планов производства бетонных работ в соответствии с нормами ГЭСН:

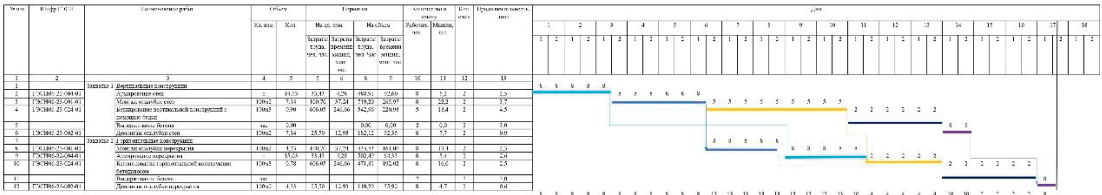
— Вариант А — исходный календарный план с разделением на 2 захватки;

— Вариант Б — оптимизированный план с разделением работ на 4 захватки и использованием в горизонтальных конструкциях подачу бетона с помощью бадьи и бетононасоса;

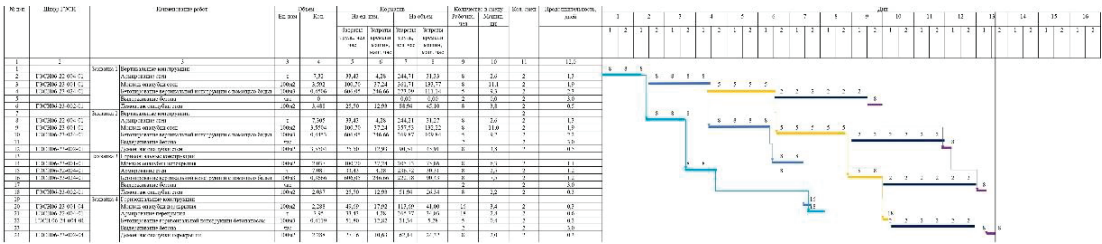
— Вариант Б(1) — аналогичный варианту Б, также разделённый на 4 захватки и использующий подачу бетона в горизонтальных конструкциях бетононасосом (см. рисунок 1).

Для каждого варианта был проведён сравнительный анализ, результаты которого представлены в технико-экономических показателях (ТЭП), изложенных в таблице 1.

Вариант А — исходный календарный план



Вариант Б



Вариант Б (1)

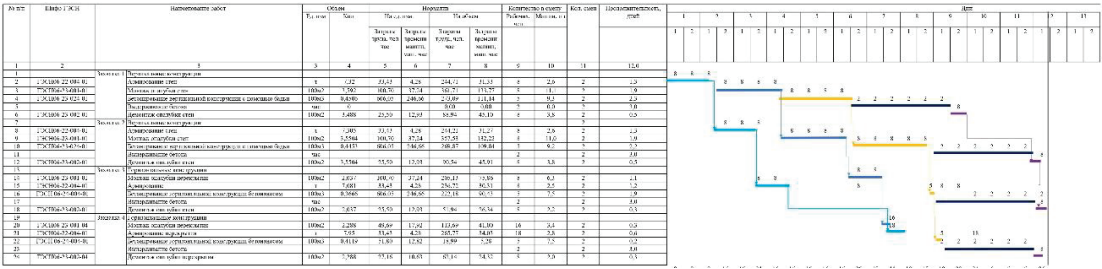


Рис. 1

Удалось сократить продолжительность производства бетонных работ на 29 % по сравнению с Вариантом А за

счет уменьшения трудоемкости «Бетонирования горизонтальных конструкций бетононасосом» на 4 захватке.

Таблица 1.

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Технико-экономические показатели			
			Вариант А	Вариант Б		
				Пос	Вариант А (Пос по ГЭСН)	Вариант Б (1)
1	Объем работ (бетонные работы на типовой этаж)	100 м³	1,68		1,68	1,68
2	Нормативные общие затраты труда рабочих	чел-час	3 453,31		3 107,15	2 903,96
3	Нормативные общие затраты труда машинного времени	маш-час	1 115,23		968,12	882,20
4	Продолжительность	дни	16	16,60	13,00	11,40
5	Итого прямые затраты (справочно)	руб.	4 590 862,75		4 566 044,36	4 549 700,19
6	в том числе:					
7	Оплата труда рабочих	руб.	1 032 235,90		1 017 540,82	1 006 578,02
8	Эксплуатация машин	руб.	169 073,72		173 477,69	177 620,65
9	в том числе оплата труда машинистов (Отм)	руб.	99 729,11		101 920,80	104 018,76
10	Материалы	руб.	3 389 553,13		3 375 025,85	3 365 501,52
11	Строительные работы	руб.	6 413 100,94		6 367 902,03	6 337 108,16
12	в том числе:					
13	оплата труда	руб.	1 032 235,90		1 017 540,82	1 006 578,02
14	эксплуатация машин и механизмов	руб.	169 073,72		173 477,69	177 620,65
15	в том числе оплата труда машинистов (Отм)	руб.	99 729,11		101 920,80	104 018,76
16	материалы	руб.	3 389 553,13		3 375 025,85	3 365 501,52
17	накладные расходы	руб.	1 176 792,65		1 163 288,99	1 153 714,96
18	сметная прибыль	руб.	645 445,54		638 568,68	633 693,01
19	Итого ФОТ (справочно)	руб.	1 131 965,01		1 119 461,62	1 110 596,78
20	Итого накладные расходы (справочно)	руб.	1 176 792,65		1 163 288,99	1 153 714,96
21	Итого сметная прибыль (справочно)	руб.	645 445,54		638 568,68	633 693,01
22	НДС 20%	руб.	1 282 620,19		1 273 580,41	1 267 421,63
23	Всего	руб.	7 695 721,13		7 641 482,44	7 604 529,79
24	Экономический эффект от сравнения вариантов, в том числе от:	руб.			54 238,69	91 191,34
25	Изменения ФОТ (разница затрат)	руб.			12 503,39	21 368,23
27	Изменения накладные расходы	руб.			13 503,66	23 077,69
28	Изменения сметная прибыль	руб.			6 876,86	11 752,53
29	Сокращение сроков строительства	%			23%	29%

В рамках исследования продемонстрирована высокая экономическая эффективность вариантов Б и Б(1), выражающаяся в снижении общей стоимости строительных работ на типовом этаже по сравнению с базовым вариантом А.

— Вариант Б обеспечивает снижение затрат на 45 198,91 руб. (без учета НДС),

— Вариант Б(1) — на 75 992,78 руб. (без учета НДС).

Достижение указанных результатов обусловлено оптимизацией трудозатрат, сокращением времени эксплуатации машинного парка, а также уменьшением сроков реализации строительных процессов.

— Вариант Б позволяет сократить сроки строительства на 23 %,

— Вариант Б(1) — на 29 %.

Наиболее предпочтительным представляется вариант Б(1), благодаря более значительной экономии времени и затрат.

Эффективное планирование, основанное на разработке детальных календарных графиков, способствует соблюдению установленных сроков, повышению уровня качества строительных работ и снижению общих затрат. Реализуемые организационно-технологические мероприятия обладают высоким потенциалом для повышения конкурентоспособности строительных предприятий за счет сокращения сроков выполнения работ и снижения издержек, что актуально в условиях современной строительной индустрии.

Литература:

1. Абелев К. М., Шерозия З. И., Щерба В. Г. Особенности устройства монолитных бетонных фундаментов реконструируемых и пристраиваемых зданий: учеб. пособие. — М.: ГАСИС, 2019. — 280 с
2. Адамцевич А. О., Пустовгар А. П. Оптимизация организации производственных процессов монолитного строительства // Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 242–248
3. Алексеева А. А. Технологии возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций: учеб.-метод. пособие. — М.: Изд-во БГУТ, 2018. — 107 с
4. Афанасьев А. А. Бетонные работы. М.: Высш. Шк., 2018. 287 с
5. Афанасьев В. А., Афанасьев А. В. Поточная организация работ в строительстве. СПб.: СПбГА-СУ, 2000. 152 с
6. Баженов Ю. М. Технология бетона: учебник. — М.: АСВ, 2018. — 500 с
7. Батюшенко А. А., Соколов Н. С. Сокращение сроков строительства зданий из монолитного бетона // Строительные материалы. 2020. № 3.
8. Бибик, М. С. Об энергосберегающих режимах тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий / М. С. Бибик, В. В. Бабицкий // Строительная наука и техника. — 2010. — № 4. — С. 55–59
9. Воронин В. В., Шувалова Е. А., Одинцов А. А., Архангельский Е. А. Применение добавок для ускорения набора прочности как альтернатива тепловлажностной обработке бетона // Транспортные сооружения. — 2018. — Т. 5. — № 2. — С. 10
10. Дадар А. -к Х., Бичеол Х. В. Применение поточной организации работ при строительстве новых микрорайонов // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. 2021. № 1 (74).
11. Иремадзе Э. О. Оптимизация оперативно-календарного планирования продукции на производстве // Теория и практика современной науки. 2015. № 5 (5). С. 154–157.
12. Каптюшина А. Г., Казинаускас М. А. Организационно-технологические решения при оперативно-календарном планировании строительства монолитного здания // Жилищное строительство. 2018. № 10. С. 44–48.
13. Мовсисян А. М. Влияние применения самоуплотняющегося бетона в монолитных конструкциях на эффективность возведения строительного объекта // Современные научные исследования и инновации. — 2024. — № 2.
14. Молодых С. А. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона: учеб. пособие. — М.: Изд-во АСВ, 2005. — 192 с.
15. Несветаев Г. В. Бетоны. — М.: Феникс, 2013. — 384 с.
16. Николенко Ю. В., Манаева М. М., Сташевская Н. А. О технологии бетонных работ в монолитном домостроении // Вестник Российского университета дружбы народов. — 2014, № 4. — С. 84–89.
1. Никоноров, С. В. Технология раннего нагружения монолитных перекрытий при использовании балочно-стоечной опалубки / С. В. Никоноров, О. А. Тарасова // Инженерно-строительный журнал. — 2010. — № 4. — С. 17–20
2. Ратц Е. М., Хряпченкова И. Н. Анализ эффективности применения химических добавок для тяжёлого бетона с целью сокращения сроков производства бетонных работ // Вестник науки и образования Северо-Запада России. — 2015. — Т. 1. — № 2. — С. 57–65.
3. Сиверкова А. И., Величкин В. З. Параллельно-поточный метод организации строительства // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015, № 4 (31).
4. Соколов, Г. К. Технология и организация строительства [Текст] / Г. К. Соколов. — М.: Издательский центр «Академия». -2006. С. 193–214.

5. Степанов А. Е. Анализ возможности сокращения сроков возведения монолитных конструкций // Наука и бизнес: пути развития. — 2018. — № 6(84). — С. 89–93.
6. Теличенко В. И. Технология строительных процессов [Текст] / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лапидус. — М.: Высш. шк.; 2007. — 512 с.
7. Шевченко М. В. Создание календарного планирования бетонирования в зимних условиях // Трибуна ученого. — 2020, № 10. — С.102–105.
8. Шишкин Б. Ф. Организация, планирование и управление в строительстве. М. : АСВ, 2012. — 528 с.
9. Москаев И. Д. Перспективы 3D-печати бетона в строительстве // Молодой учёный. — 2023. — № 47 (494). — С. 40–41.
10. Козьменко А. С. Развитие нефтегазового проекта «Восток Ойл» в современных условиях // Известия СПбГЭУ. 2024. № 3 (147).
11. Хаятин Ю. Г. Монолитный бетон. Технология производства работ. — М. : Стройиздат, 1991. С. 573.
12. Шестернин А. И., М. О. Коровкин М. О., Ерошкина Н. А. Основы технологии самоуплотняющегося бетона // Молодой учёный. 2015. № 6 (86). С. 226–228.
13. Климовская Д. В., Игнатова А. С., Полинцева Т. А., Пузынин М. Ю., Банщиков С. Д., Гуськов Д. А. Современные технологические решения, направленные на уменьшение сроков возведения бетонных конструкций // E-Scio. 2020. № 9 (48).

Декоративные сухие строительные смеси для устройства отделочного покрытия в технике сграффито и их использование в архитектуре и дизайне

Морева Ангелина Станиславовна, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена декоративным сухим строительным смесям и, в частности, технике сграффито. Рассматриваются особенности технологии сграффито, ее область применения, достоинства и недостатки существующих сухих смесей для декоративной отделки, а также особенности их производства на примере разработки продукта «Рунит Сграффито». Особое внимание уделяется влиянию состава смеси на ее свойства, различным техникам нанесения декоративных штукатурок и вопросам безопасности при работе с ними. Статья иллюстрирована схемами и изображениями примеров использования сграффито в архитектуре и дизайне.

Ключевые слова: декоративные штукатурки, сухие смеси, сграффито, отделка, производство, состав, безопасность.

Decorative dry building mixes for the device of finishing coating in the technique of sgraffito and their use in architecture and design

This article focuses on decorative dry building mixes, specifically the sgraffito technique. It explores the specifics of the sgraffito technology, its application areas, the advantages and disadvantages of existing dry mixes for decorative finishing, and the peculiarities of their production using the «Runit Sgraffito» product development as a case study. Particular attention is given to the influence of the mix composition on its properties, various application techniques of decorative plasters, and safety precautions when working with them. The article is illustrated with diagrams and images showcasing examples of sgraffito usage in architecture and design.

Keywords: decorative plasters, dry mixes, sgraffito, finishing, production, composition, safety.

Декоративные сухие строительные смеси — это современные материалы, предназначенные для создания эстетически привлекательных и функциональных покрытий на различных поверхностях. Они обладают широким спектром применения, от внутренней отделки жилых помещений до фасадных работ, и позволяют реализовать самые разнообразные дизайнерские решения [1].

Техника сграффито (от итальянского *graffiare* — царапать) — это способ декорирования, основанный на нанесении нескольких слоев разноцветной штукатурки с последующим процарапыванием верхних слоев до появления нижних, создавая таким образом рельефный рисунок. Эта

техника известна с древних времен и широко применялась для украшения фасадов зданий и интерьеров.

Ключевая особенность сграффито — использование нескольких (как минимум двух) слоев штукатурки разных цветов. Рисунок создается путем процарапывания верхних слоев штукатурки специальными инструментами до появления нижних слоев. Это требует определенной сноровки и точности.

В зависимости от глубины и характера процарапывания, можно добиться различных фактур и эффектов. Покрытия, выполненные в технике сграффито, отличаются высокой прочностью и долговечностью.

Сграффито — эффектный способ декорирования фасадов, позволяющий создавать уникальные архитектурные образы. Внутри помещений сграффито может использоваться для украшения стен, колонн, каминов и других элементов. Техника сграффито часто применяется при реставрации исторических зданий [3].

Сухие смеси для декоративной отделки обладают рядом преимуществ:

1. Сухие смеси легко готовятся к работе путем добавления воды, что упрощает процесс нанесения.
2. Современный рынок предлагает огромное разнообразие декоративных смесей, позволяющих создавать покрытия с различными эффектами.
3. Качественные декоративные смеси обладают высокой прочностью, устойчивостью к влаге, температурным перепадам и другим внешним воздействиям.
4. Сухие смеси относительно недороги по сравнению с другими отделочными материалами [5].

Однако у некоторых декоративных смесей есть и недостатки:

1. Для достижения хорошего результата необходимо тщательно подготовить поверхность перед нанесением декоративной смеси.
2. Работа с некоторыми декоративными смесями, например, для создания сложных фактур, требует определенных навыков.
3. Некоторые смеси предназначены только для внутренних или только для наружных работ.
4. Не все производители предлагают качественные смеси, соответствующие заявленным характеристикам. Встречаются смеси с недостаточной адгезией, склонные к образованию трещин или осыпанию, что особенно критично для техники сграффито.

Производство декоративных сухих смесей — сложный технологический процесс, включающий несколько этапов:

Состав смеси разрабатывается с учетом требуемых характеристик конечного продукта, таких как прочность, адгезия, водостойкость, цвет и фактура. Например, для обеспечения водоудерживающей способности, необходимой для техники сграффито, в состав добавляются эфиры целлюлозы (как в рассматриваемом примере «Рунит Сграффито»). Для достижения нужной реологии используются реологические добавки, такие как бентонитовая глина. Пигменты, например диоксид титана, применяются для достижения желаемого цвета.

Сухие компоненты тщательно смешиваются в специальных смесителях для обеспечения однородности состава.

Готовая смесь фасуется в мешки или ведра и упаковывается для хранения и транспортировки.

На всех этапах производства осуществляется строгий контроль качества сырья и готовой продукции. Проводятся лабораторные испытания для определения соответствия смеси заявленным характеристикам.

На основе анализа существующих продуктов и технического задания были выбраны необходимые компоненты и их пропорции. Особое внимание уделялось обеспечению водоудерживающей способности, тиксотропности и цветовым характеристикам смеси. В ходе разработки проводились испытания различных составов для оптимизации реологии и достижения требуемых свойств. Этот пример наглядно иллюстрирует сложность и многоэтапность процесса разработки и производства декоративных сухих смесей.

Каждый компонент сухой смеси играет важную роль в формировании ее конечных свойств. Например:

— Влияют на фактуру поверхности, прочность и технологичность нанесения. Замена песка на мраморную крошку в «Рунит Сграффито» позволила добиться более гладкой поверхности и улучшить рабочие характеристики смеси. Крупность заполнителя определяет максимальную толщину наносимого слоя и влияет на рельефность рисунка в технике сграффито.

— Обеспечивает равномерное высыхание штукатурки, предотвращает образование трещин и позволяет работать с материалом более длительное время. В «Рунит Сграффито» используется Tylose MN 60010 P4 — эфир целлюлозы, обеспечивающий высокую водоудерживающую способность (98 %). Это критически важно для техники сграффито, так как позволяет наносить несколько слоев штукатурки без риска отслоения или образования «холодных швов».

— Снижает водопоглощение затвердевшего материала, повышая его морозостойкость и устойчивость к атмосферным воздействиям.

— Определяет прочность и долговечность покрытия. Комбинация белого цемента и гидратной извести в «Рунит Сграффито» обеспечивает необходимую прочность, при этом сохраняя светлый цвет смеси, что важно для последующей колеровки.

— Регулируют вязкость и тиксотропность смеси, обеспечивая оптимальные условия для нанесения и формирования рисунка. В «Рунит Сграффито» подбор рео-

Таблица 1. Сравнения характеристик различных декоративных штукатурок (составлено автором)

Характеристика	Минеральная	Акриловая	Силикатная	Силиконовая
Паропроницаемость	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая
Водостойкость	Низкая	Высокая	Средняя	Высокая
Устойчивость к УФ	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Эластичность	Низкая	Высокая	Средняя	Высокая
Стойкость к загрязнениям	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая
Цена	Низкая	Средняя	Высокая	Высокая

логических добавок позволил добиться необходимой консистенции для нанесения как шпателем, так и валиком, а также предотвратить оплывание фактуры.

— Обеспечивают желаемый цвет покрытия. В «Рунит Сграффито» используется диоксид титана для получения белого цвета, который может быть заколерован в пастельные тона с помощью щелочестойких пигментных паст [2].

Помимо сграффито, существует множество других техник нанесения декоративных штукатурок:

1. Набрызг. Создание рельефной поверхности путем набрызгивания раствора на основание.
2. «Короед». Формирование характерных борозд на поверхности с помощью специальной терки.
3. «Венецианская штукатурка». Создание гладкой, глянцевой поверхности, имитирующей полированный мрамор.
4. Фактурная штукатурка. Нанесение смеси с созданием различных рельефов и текстур с помощью валиков, шпателей, кистей и других инструментов.

Техника сграффито, благодаря своей выразительности и долговечности, широко применяется в архитектуре и дизайне. Вот несколько примеров:

Сграффито часто использовалось для украшения фасадов зданий в эпоху Возрождения. Ярким примером служит Палаццо Медичи-Риккарди во Флоренции, где сграффито использовано для создания сложных орнаментов и сюжетных композиций. В современной архитектуре сграффито также находит применение, позволяя создавать уникальные и стильные фасады.

Сграффито может использоваться для декорирования стен в театрах, музеях, ресторанах и других общественных пространствах. Эта техника позволяет создавать крупномасштабные панно и декоративные композиции, которые становятся настоящим украшением интерьера.

Сграффито может быть использовано для декорирования каминов, колонн, ниш и других архитектурных элементов в частных домах. Эта техника позволяет добавить индивидуальности и уникальности в интерьер.

Работа с сухими строительными смесями требует соблюдения определенных мер безопасности.

При работе с сухими смесями необходимо использовать респиратор, чтобы предотвратить вдыхание пыли, которая может раздражать дыхательные пути и вызывать аллергические реакции. Рекомендуется использовать защитные очки для предотвращения попадания пыли и раствора в глаза [7].

Использование перчаток защитит кожу рук от воздействия щелочных компонентов смеси.

При работе в закрытых помещениях необходимо обеспечить хорошую вентиляцию.

Перед началом работ необходимо внимательно ознакомиться с инструкциями производителя по приготовлению и нанесению смеси.

Декоративные сухие строительные смеси представляют собой эффективный инструмент для создания разнообразных отделочных решений, как в интерьере, так и на фасадах зданий. Техника сграффито, являясь одной из наиболее выразительных и долговечных техник декоративной отделки, позволяет реализовывать уникальные художественные замыслы и придавать зданиям индивидуальный облик. Разработка новых продуктов, таких как «Рунит Сграффито», с учетом специфики техники и требований к качеству покрытия, открывает новые возможности для архитекторов и дизайнеров.

Успешное применение декоративных штукатурок зависит не только от качества самих материалов, но и от правильного подбора состава смеси в соответствии с условиями эксплуатации и желаемым декоративным эффектом, а также от соблюдения технологии нанесения и мер безопасности. Современные технологии производства позволяют создавать сухие смеси с улучшенными характеристиками, такими как высокая адгезия, водостойкость, морозостойкость и устойчивость к атмосферным воздействиям, что обеспечивает долговечность и эстетическую привлекательность декоративных покрытий на долгие годы. Дальнейшее развитие технологий производства декоративных сухих смесей и популяризация техники сграффито будут способствовать созданию более выразительной и долговечной архитектурной среды.

Таблица 2. Состав и свойства «Рунит Сграффито» (составлено автором)

Компонент	Свойство, на которое влияет
Цемент белый	Прочность, цвет
Известь гидратная	Пластичность, связующие свойства
Мрамор измельченный	Фактура, прочность
Мрамор молотый	Фактура, реология
Целлюлозно-древесные волокна	Текстура, водоудерживающая способность
Олеат натрия	Гидрофобизация
Tylovis EP28	Реология
Тилоза МН 60010 Р4	Водоудерживающая способность
Repol S 51	Реология
Глина бентонитовая	Тиксотропность
Диоксид титана	Цвет
Гиперпластификатор (если есть)	Подвижность, водопотребность

Литература:

1. Безбородов, В. А. Сухие смеси в современном строительстве / В. А. Безбородов, В. И. Белан, П. И. Мешков. — Новосибирск, 1998. — 94 с.
2. Бельский, Е. Ф. Химия и технология пигментов / Е. Ф. Бельский, И. В. Рискин. — Л.: Химия, 1974. — 656 с.
3. Большаков, Э. Л. Актуальные проблемы науки и технологии сухих строительных смесей / Э. Л. Большаков // Цемент. Бетон. Сухие смеси. — 2009. — № 4–5. — С. 94–105.
4. Пащенко, А. А. Физическая химия силикатов / А. А. Пащенко. — Киев: Вища школа, 1977. — 384 с.
5. Прошин, А. П. Новые отделочные сухие смеси / А. П. Прошин, В. И. Логанина, А. М. Данилов, И. А. Гарькина, И. С. Великанова // Строительные материалы. — 2006. — № 1. — С. 38–40.
6. Пустовгар, А. П. Эффективность применения активированного диатомита в сухих строительных смесях / А. П. Пустовгар // Строительные материалы. — 2006. — № 4. — С. 2–4.
7. Свергузова, С. В. Получение декоративных штукатурных смесей на основе хвостов обогащения железистых кварцитов / С. В. Свергузова, И. В. Старостина, Е. В. Фомина, Л. А. Порожнюк, Л. В. Денисова, И. Г. Шайхiev // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. — 2016. — № 6. — С. 197–201.
8. Логанина, В. И. Декоративные сухие строительные смеси на основе цветных песков / В. И. Логанина, Э. Р. Акжигитова // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2012. — № 6. — С. 27–30.

Городские ландшафты Крыма и их динамика на основе анализа визуальных источников

Подольяк Мария Александровна, студент

Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского в г. Ялте

Исследование посвящено анализу трансформации городских ландшафтов Крыма за последние 100–200 лет на основе визуальных источников — картин, фотографий и карт. Рассмотрены ключевые этапы урбанизации и антропогенного воздействия на природную среду. Доказана эффективность визуальных материалов для изучения изменений городской среды. На примере крымских городов показано, как развивалась их инфраструктура при сохранении историко-культурного наследия.

Ключевые слова: антропогенные ландшафты, урбанизация, Крым, визуальные источники, историческая география, трансформация городской среды.

Введение

Человечество с древнейших времен использовало природу в хозяйственных целях (охота, собирательство, рыболовство). Росла численность населения, увеличивались масштабы производства, происходило изменение естественной природной среды в результате человеческой деятельности. Антропогенный ландшафт: созданный в результате целенаправленной деятельности человека; или возникший в ходе непреднамеренного изменения природного ландшафта. К антропогенным ландшафтам относятся природно-производственные комплексы, городские поселения и т. д. В настоящее время антропогенные ландшафты занимают около половины территории суши.

В первобытном обществе примитивные средства производства не могли изменить природный ландшафт так, чтобы он не мог восстановиться естественным путем. Начиная с XX века технические средства изменения ландшафтов и потребности людей выросли настолько, что изъятие из ландшафта какой-либо его части уже не успе-

вало компенсироваться естественным возобновлением. Практически на Земле не осталось хотя бы слегка не нарушенных естественных ландшафтов. Среда обитания человека безвозвратно меняется им за века. Населенные пункты — это наиболее подверженные влиянию антропогенного фактора ландшафты.

Ландшафты городов — это живое отражение эпох, культурных течений и социально-экономических перемен. На протяжении веков художники стремились запечатлеть облик городов, передавая их уникальную атмосферу и характер в своих произведениях. Картины служат не только источником вдохновения и эстетического наслаждения, но и становятся своеобразными «визуальными хрониками» урбанистических изменений. С их помощью можно проследить, как на протяжении столетий города росли, перестраивались, теряли и вновь обретали свои черты, адаптируясь к изменяющимся условиям.

Данная статья предлагает взглянуть на то, как ландшафты городов менялись на картинах художников разных эпох. Как промышленные и технологические революции

изменили облик крымских городов, и какое влияние на это оказали художники, запечатлевшие эти изменения? Через сравнение произведений искусства разных времён и рассмотрение контекста их создания мы попытаемся раскрыть, каким образом развитие городских ландшафтов стало отражением нашей истории и культурного прогресса.

Цель исследования — проанализировать степень трансформации городских ландшафтов крымских городов под влиянием антропогенного фактора за интервал времени.

Задачи:

1. Изучить визуальные источники информации, старинные карты (фотографии, картины художников)
2. Проанализировать масштабы антропогенного влияния на территории городских поселений.
3. Доказать, что визуальные источники информации не теряют своей актуальности как способ получения информации о территории.

Актуальность исследования. Целью развития городов Крыма сегодня является улучшение качества городской среды, создание благоприятного городского микроклимата, экологизация пространства. Для этого строятся новые микрорайоны, кварталы, поглощая все больше и больше естественных природных ландшафтов. Порою безвозвратно исчезают уникальные урочища, рощи и долины рек, степи и леса. Поэтому изучение процесса динамики ландшафтов, антропогенное изменение территории и продумывание способов сохранить природу вокруг человеческого жилища является актуальным в Крыму.

Объект исследования: визуальные источники информации, такие как фотографии и картины художников.

Предмет исследования: изменение городских ландшафтов за определенный интервал времени в 100–200 лет.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение научной литературы, практический анализ источников информации, архивных фото, предметов искусства; обобщение полученных данных; представление обработанной информации в виде таблиц.

Гипотеза: визуальные источники — эффективный способ получения информации, позволяющий проследить, как изменился облик городов за интервал времени.

Развитие крымских городов. Как растут города

Крым характеризуется большим ландшафтным разнообразием. Более чем двухтысячелетняя история хозяйственного освоения полуострова привела наряду с уничтожением многих естественных ландшафтов к возникновению разнообразных природно-антропогенных ландшафтов.

На территории Крыма города возникли в далекие времена. Древнейшими антропогенными ландшафтами в Крыму можно считать пещерные города Мангуп-Кале, Чуфут-Кале, Тепе-Кермен и др., жизнедеятельность населения которых навсегда оставлена нам в качестве истори-

ческих памятников и древнего наследия. В античный период в ходе греческой и римской колонизации возникли крупные города Пантикапей, Керкинитида, Херсонес, Феодосия

К началу 14 в Крыму обосновались генуэзцы и венецианцы. Опорным пунктом генуэзцев стала Каффа, венецианцев — Сугдея. В 1381 г. генуэзцы заключили договор с Золотой Ордой, по которому закреплялось владение генуэзцев всем южным побережьем Крыма с селениями Чембало, Фор, Лупико, Каулита, Горзовиум, Луста, Солдайя, Черкие. Во многих из них началось строительство и реконструкция крепостей. Каффа стала главным портом генуэзцев. В то время население городов было небольшим, пестрым. Более урбанизированными были юго-западные районы Крыма, где удобство географического положения состояло в близости побережья, что связано с удобной торговлей, производимой на равнинах продукцией. Во внутренних районах развивались города Старый Крым, Бахчисарай Мангуп-Кале-Княжество Феодоро.

Огромная роль в дальнейшем росте городов и развитии населенных пунктов принадлежит такому историческому событию, как присоединение Крыма к России Царским указом от 1784 г полуостров вошел в состав Таврической области, рядом с Ак-Мечетью был заложен Симферополь как административный центр, а годом ранее в 1783 г был заложен город Севастополь как главная база Черноморского флота. Российские торговые суда получили право свободного прохода через Босфор и Дарданеллы. В короткие сроки на полуострове вырастают новые города и села, появляются предприятия и верфи, прокладываются дороги.

Эти процессы сопровождаются ростом численности населения в селах и городах. Возникают солдатские поселения (зуя, мазанка), немецкие поселения (Розенталь) в степном Крыму. В результате нескольких волн эмиграции в Крым переселились болгары, греки, армяне, евреи.

Освоение территории полуострова сопровождается все большим влиянием человека на природные ландшафты, меняя их безвозвратно. Бурное развитие промышленности и сельского хозяйства заменило равнины на виноградники, сады, зерновые поля. Городские ландшафты дополняются первыми предприятиями обрабатывающей промышленности — суконными фабриками, кожевенными заводами соледобывающими и рыбозасолочными предприятиями. На казенных верфях Севастополя строились военные корабли, а на частных Ялты, Алушты, Феодосии — суда для малого каботажного судоходства. В Керчи пущена первая доменная печь.

Первый лечебный курорт появился в Саках в 1827 г — первая грязелечебница в России «Казенный дом при Сакских целительных грязях». В 1826 г закончено строительство дороги Симферополь-Алушта, в 1837 оно было продолжено до Ялты, а в 1848 г до Севастополя. Это создало условие для развития Южного берега. В окрестностях Ялты, Алушты землевладельцы начали возводить

летние усадьбы, разбивать парки, развивать виноградарство и садоводство.

Но интересную информацию о динамике ландшафтов Крыма можно получить с помощью изучения картин известных художников, архивных фотографий прошлых веков, первых карт-чертежей.

Прошлое глазами современника. Визуальные источники информации в XXI веке

Визуальные источники — это исторические источники, которые содержат информацию о прошлом на основе зрительных образов.

Кисть художника, объектив фотографа или оператора схватывают такие детали и жизненные ситуации, которые не могут передать другие виды источников. Благодаря этому визуальные носители информации дают возможность «взглянуть» на прошлое глазами современника. Самый распространенный вид визуальных источников —

это картины мастеров живописи. Они изображают исторические события, различные жизненные ситуации.

Одним из наибольших достижений человечества явилось изобретение фотографии, проникшей во все сферы жизни общества. Создание фотографических изображений дало возможность мгновенно запечатлеть различные исторические события. Поэтому, в отличие от письменных источников, которые могли создаваться через какое-то время после событий, фотографии являются их непосредственными свидетелями. Благодаря этому, они могут нести информации не меньше, а иногда и больше, чем текст.

Фотографии являются массовым и доступным для исследователя источником. Они хранятся в коллекциях архивов и музеев, издаются в форме фотоальбомов, ценными фотографиями заполнены страницы газет и журналов, научной и мемуарной литературы и т. д.

Полученная визуальная информация представлена на Таблице 1.

Таблица 1

	Картина	Фотография	Карта
Балаклава	М.Иванов 1783 год «Вид Балаклавы с Генуэзской крепости». Застройка на правом берегу Балаклавской бухты, застройка одноэтажная, крепостная стена спускается низко к побережью.	1900 год появляются 2–3 этажные здания. На левом берегу видно здание Гранд-отеля, левый берег освоен, проложена дорога по кромке берега. Преобладает одноэтажная застройка. Проселочные дороги и тропы на склонах.	На карте видна освоенность территории в 1888 г. К Балаклаве ведут несколько дорог с востока и юга. Застройка отображена в виде условных знаков.
Ялта	Айвазовский «закат над Ялтой» 1838 г. Небольшая одноэтажная застройка у самых скал. Побережье и пляж пустыни.	Берег Ялты в 1900 г на фото заметное увеличение площади одноэтажной застройки. Культурные сооружения и застройка рекреационного назначения. Природные ландшафты побережья частично преобразованы в парковые зоны.	В 1900 г Ялта имеет множество инфраструктурных объектов: портовое управление, почта, гимназия, множество гостиниц. Естественные ландшафты гармонично вписываются в городскую среду в виде садово-парковых объектов.
Керчь	Вид Керченской бухты в 1821 г. Уже в это время город хорошо застроен зданиями в несколько этажей. Природные ландшафты восточного побережья Черного моря-безлесные, растительность жестколистная, вперемешку с хвойными и широколиственными породами. Невысокие возвышенности без растительности.	Фото 1930 года- застройка напоминает современную. Еще виднеется на Митридат Здание собора Александра Невского. Появляется более плотная застройка побережья, административные здания и гостиницы. Типичный портовый вид.	Григорий Москвич 1900г Путеводитель по Крыму. Грязелечебницы, детский сквер, почта, поликлиника, Кушниковский институт, несколько музеев и памятников древностей.
Феодосия	Е. Корнеев. Город Кафа Гавань, окруженная греческой крепостной стеной в форме амфитеатра. Рынок работоторговли.	Строительство порта, жилых построек. Храм Иверской Божьей Матери Ландшафты лесопосадочного субсредиземноморья.	Карта 1912 г. Банк, земская управа, Монастырь Стена генуэзской крепости, дачные поселения, несколько базаров.

	Картина	Фотография	Карта
Бахчисарай	Карло Боссоли «Ханский дворец в Бахчисарае» 1842 г. Видно здание дворца, перед дворцом большая площадь, вдали одноэтажная застройка.	Фото 1920г. Площадь перед дворцом преобразована в огороды и сады. Бахчисарайские ландшафты внутри куэстовые, лесные.	-
Евпатория	Гавань. Крепость Гезлев. Ландшафты за крепостью-равнинные, котловинно-озерные, полынно-степные.	Фото 1948г. Асфальтированный бульвар, пристани и волнорезы. Жилые постройки в несколько этажей. Здания инфраструктуры, линии электропередач.	Карта 1901 г. Ров, бульвар, отведенные места для фабрик и заводов, пристань, Армянская церковь.

Рассмотренные предметы живописи, старинные фото и карты позволили получить много ценнейшей информации, по которой можно судить об освоении географического пространства в во временной перспективе. Выбранные когда-то для поселения места и побережья развивались так как было продиктовано природными условиями.

Какими стали города со старых фото и картин?

Современная ситуация, подтверждаемая различными источниками. позволяет сделать вывод о том, что за временной отрезок в 150 лет ландшафты изменились, но все-же бережно хранятся памятники природы, заповедные урочища, архитектурные объекты.

Сформировавшееся направление развивалось и сегодня мы можем четко сказать, какие типы ландшафтов исчезли, а какие сохранены и охраняются, несмотря на увеличение численности населения и периодически в летний сезон приток отдыхающих на полуостров.

В Связи с развитием хозяйственной деятельности увеличились площади, занятые под населенные пункты. Потребности увеличивающегося населения таковы, что все больше и больше природных ландшафтов охвачено застройкой новых кварталов. Также в Крыму существует множество рекреационных (используемых для отдыха природных участков с ограниченной площадью) объектов.

Полученная визуальная информация представлена на Таблице 2.

Таблица 2

Населенный пункт	Предприятия рекреационной инфраструктуры		
	Рекреационные объекты	Количество	Примеры
Большая Ялта	1. Парки-памятники садово-паркового искусства	13	Санаторий имени Кирова
	2. Памятники природы.	6	Массандровский дворец
	3. Санатории, дома отдыха	70	Ущелье Уч-Кош
	4. Историко-культурные объекты	30	Ливадийский дворцово-парковый музей-заповедник
Большая Алушта	1. Парки-памятники садово-паркового искусства	8	Парк Утес-Карасан
	2. Памятники природы	24	Демерджи-яйла
	3. Санатории, дома отдыха	22	Пансионат «Голубая волна»
	4. Историко-культурные объекты	10	Косьмо-Дамиановский монастырь
Саки	1. Санатории, дома отдыха, в том числе узкого профиля (лечение грязями)	16	Военный санаторий им. Пирогова
Евпатория	1. Санатории, дома отдыха, в том числе узкого профиля (лечение грязями)	25	Санаторий-профилакторий «Маяк»
	2. Историко-культур-ные объекты	100	Остатки крепостной стены и крепостных ворот «Одун базар капусы» г. Гезлева
Феодосия	1. Санатории, дома отдыха, в том числе узкого профиля (минеральные воды)		Музей Александра Грина
	2. Историко-культурные объекты		

Человек бережно хранит свое историческое и культурное наследие, охраняет и оберегает природные красоты — чтобы будущим поколениям было чем гордиться, чем любоваться. За 100 лет крымские города увеличили свою территорию, но природное наследие сохранено.

Заключение

Городской ландшафт является культурным наследием человечества и народа, он оказывает непосредственное влияние на проживающих в нем людей: является средством создания определенного впечатления, настроения, организует транспортные потоки, привлекает внимание к одним объектам, «маскирует» другие, заставляет людей действовать соответственно месту, где они находятся, влияет на стоимость жилья и офисных помещений, диктует многие экономические процессы. Городской ландшафт может служить основой для самоидентификации

человека со своей страной, городом, районом. Создание продуманного городского пространства — мощное направление национальной культурной политики

Но вместе с тем главная задача нашей набирающей силу экономики — остаться в гармонии с природой, сохранить доставшееся нам по наследству от наших предков богатство Крымской природы, и передать ее также по наследству нашим потомкам. Проведение природоохранных мероприятий, создание заповедников, парков, заказников, придание природным объектам статуса памятников природы, парков-памятников садово-паркового искусства — вот тот верный путь к достижению этих высоких и благородных целей.

Проведя исследования были сделаны выводы: человек при ведении хозяйственной деятельности осваивает и меняет облик той территории, где проживает и прежний облик городов, оставленный нам на память, мы можем увидеть на картинах великих художников, бережно хранящихся в фотографиях и старых картах.

Литература:

1. Абдулаев, К. А., Городские ландшафты [Электронный ресурс], <http://www/landscape.ru>.
2. Багрова, Л. А. География Крыма [Текст]: учебник / А. С. Мнышенко. — К.: Лыбидь, 2001. — 300с.
3. Заповедные ландшафты Тавриды: научно-справочное издание / под ред. В. Г. Ена. -С.: Бизнес-Информ, 2004. — 424с.
4. Литвенкова, И.А., Экологизация городской среды: урбоэкология: курс лекций/-В:УО ВГУ им.Машерова,2005.-163с.
5. Морженков, Р. А. Знакомьтесь: Крым: путеводитель. — С.: Свит, 2006. — 206 с.
6. Ореховский, П. А. Структура социального пространства и ее влияние на инвестиции и депопуляцию в российских регионах: научная работа — М: Вестник Института экономики Российской академии наук, 2018.-67с.
7. Официальный сайт Статистика и показатели [Электронный ресурс], <http://www.rosinfostat.ru>.

Критический взгляд на использование нейронных сетей в архитектурном проектировании

Сергиенко Светлана Алексеевна, студент;

Пыжова Анастасия Сергеевна, студент

Научный руководитель: Бареева Эльвира Рустамовна, кандидат педагогических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет

В статье авторы исследуют и анализируют применение искусственного интеллекта в архитектурном проектировании.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейросеть.

С развитием технологий искусственного интеллекта в последние годы применение нейронных сетей стало популярным и значимым инструментом в различных сферах, включая архитектурное проектирование. Они позволяют автоматизировать процессы, генерировать инновационные решения и визуализировать проекты зданий и пространств. Однако, несмотря на все преимущества, не всегда стоит полностью полагаться на искусственный интеллект.

В данной статье мы рассмотрим преимущества и недостатки применения искусственного интеллекта в архитек-

туре на примере применения платформ, которые создают и оптимизируют планы помещений.

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой раздел компьютерных наук, сосредоточенный на разработке систем, которые могут воспроизводить интеллектуальные функции, присущие человеку. К числу возможностей ИИ относятся обучение, адаптация, решение задач и анализ данных

В рамках исследования было проведено тестирование на двух бесплатных платформах генеративного ИИ:

Arkdesign.ai [1] — платформа для архитектурного проектирования, создающая детальные и экономичные планы помещений на основе заданных параметров. При этом учитываются рентабельность, энергоэффективность и функциональное назначение пространства.

Программное обеспечение Arkdesign.ai мгновенно генерирует оптимизированные проекты зданий, позволяя архитекторам принимать более качественные и быстрые решения.

Техническое задание: Двухэтажный жилой дом с максимальной высотой 6 метров располагается на участке, который имеет два угла на проезжей части. Установлены размеры участка и определено количество комнат в соответствии с их назначением. Входные данные, которые мы внесли показаны на рисунке 1 и 2.

На выходе мы получили планировку, показанную на рисунке 3, состоящую из 21 комнаты, разделенную на зоны согласно назначению в процентном соотношении.

Программное обеспечение автоматически рассчитывает расположение комнат под условную площадь помещения.

Несмотря на высокую эффективность схематического проектирования, возможности настройки ограничены по сравнению с традиционными методами. ArkDesign ориентирован исключительно на архитектурные нормы США, не предлагая альтернативного выбора.

Maket.ai [2] — по с использованием нейросети для разработки оптимизированного плана квартиры и дома с функцией редактирования. Это включает возможность изменения количества комнат, общего метража, а также добавление отдельно стоящих конструкций, таких как гаражи, балконы, террасы и встроенные гардеробы, и настройку комнат в зависимости от их назначения.

Техническое задание: Одноэтажный жилой дом, состоящий из четырех жилых помещений, двух санузлов и гаража, также добавлены прачечная и гардероб. Мы

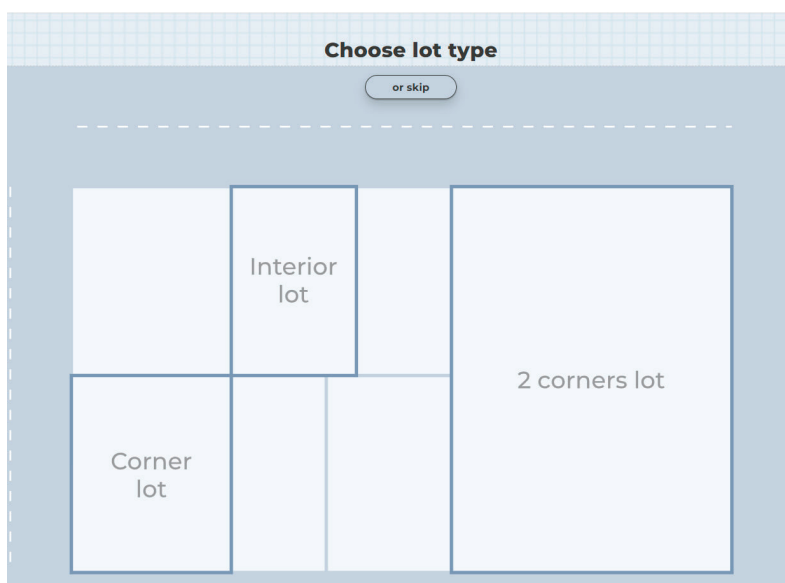


Рис. 1. Выбор планировки

Please fill in the properties of the project

Project name/Address

Unit system* ☐ Imperial (US) ☐ Metric (SI)

Number of floors
All floors above ground

Zoning district

Anonymous report ☐

Рис. 2. Заполнение данных

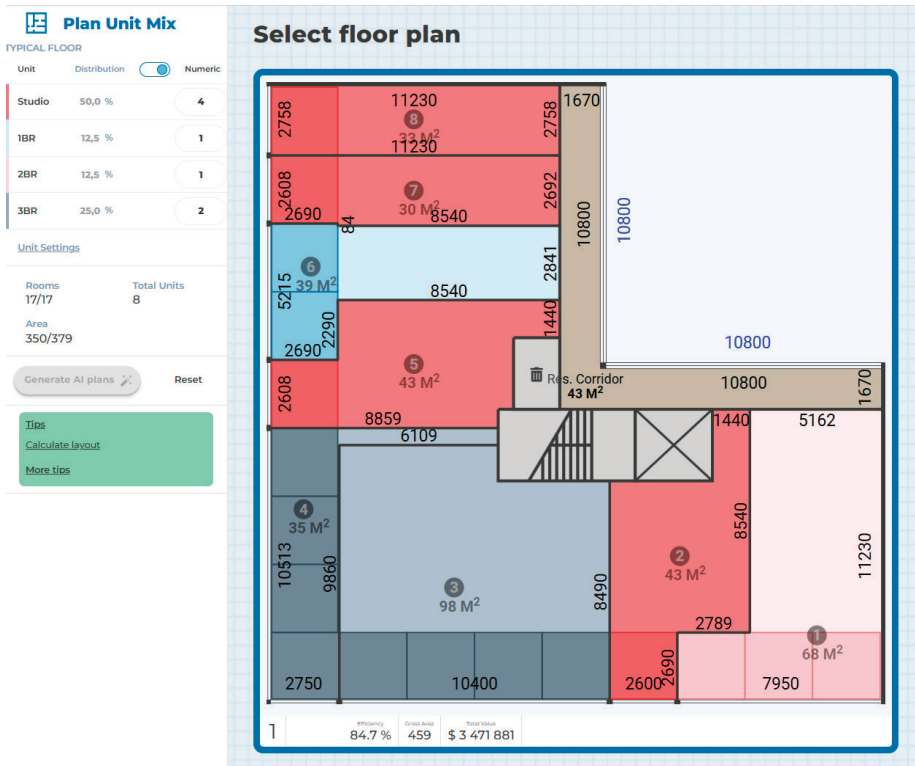


Рис. 3. Готовый план

схематично расположили комнаты для создания готовой планировки на рисунке 4.

Изменение и повторная генерация модели, позволяющая перемещать стены, добавлять или удалять помещения и изменять их размеры, обеспечивают возможность быстро и удобно создать наглядный план для общего восприятия

В результате мы получаем планировку одноэтажного здания с основными предметами интерьера, что позволяет наглядно продемонстрировать назначение и размеры комнат.

В заключение, использование нейронных сетей в архитектурном проектировании представляет собой мощный и удобный инструмент, способный значительно улуч-

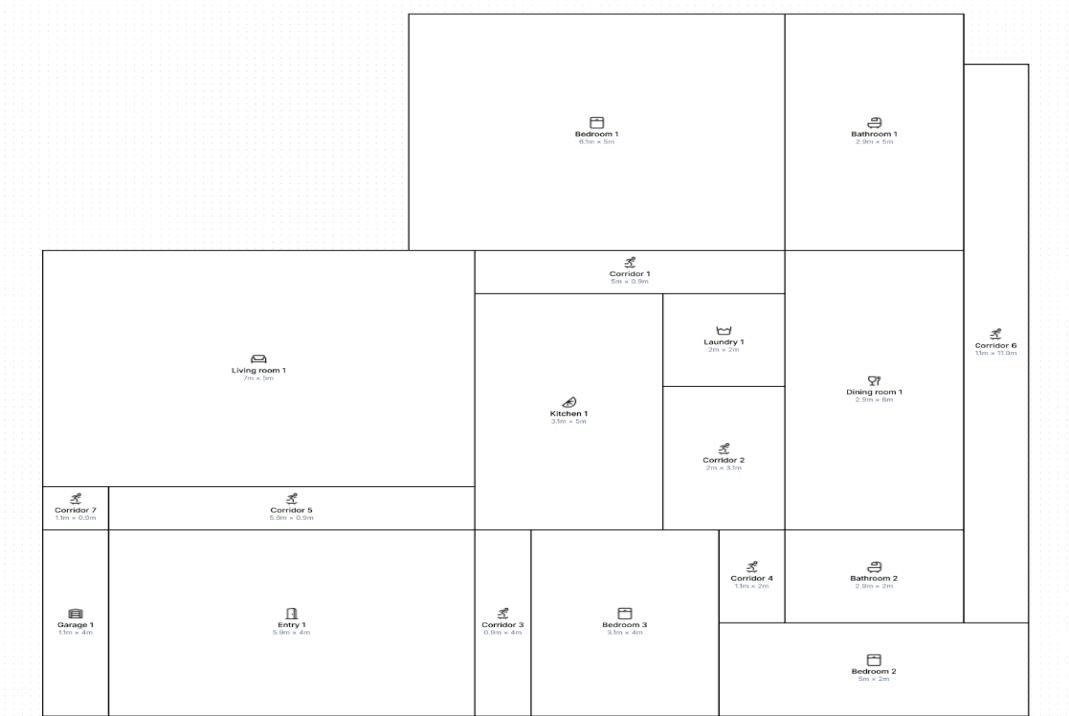


Рис. 4. Вводные данные

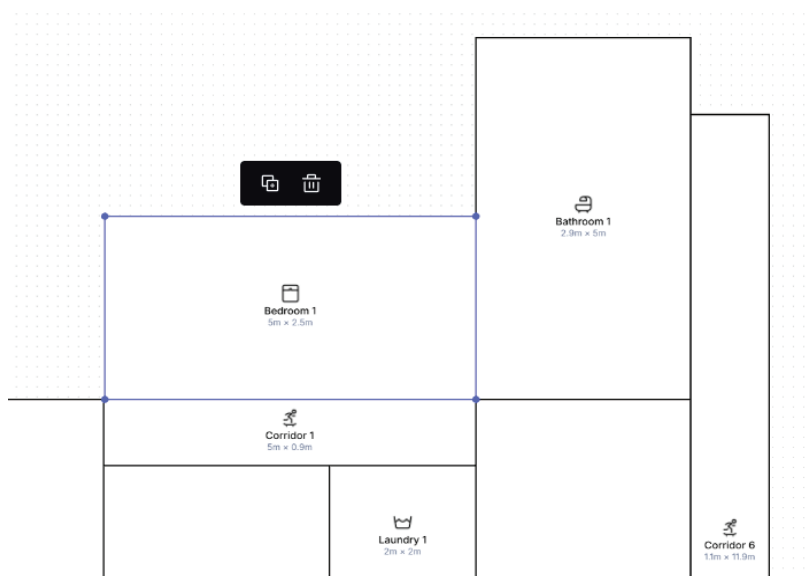


Рис. 5. Перемещение стен

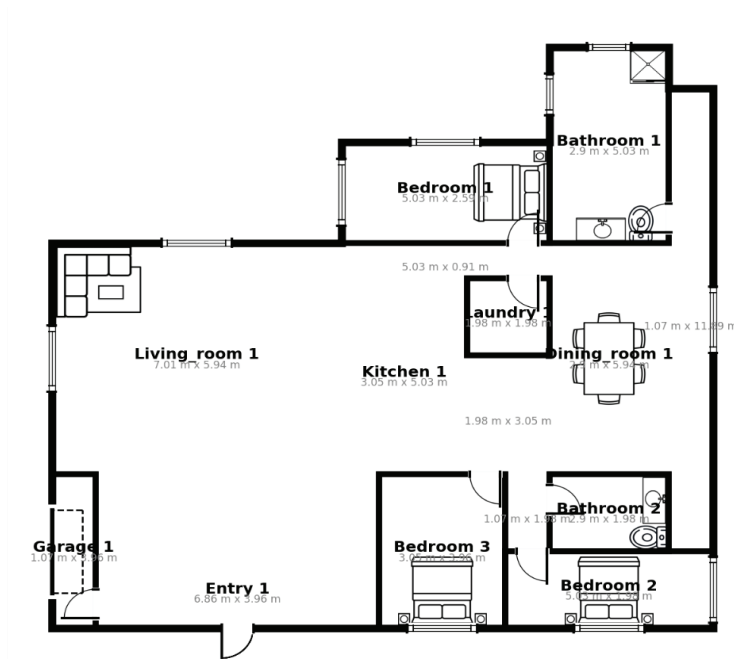


Рис. 6. Готовая планировка

шить и ускорить процессы создания и реализации проектов. Преимущества использования нейронных сетей заключается в автоматизации рутинных задач и генерации инновационных решений. Однако не стоит чрезмерно зависеть от технологий. Потому что это может привести к таким рискам как возникновение ошибок и неточностей в сложных проектах, утечке данных при проектировании и снижение креативности и индивидуальности в проектах, так как алгоритмы часто основываются на

уже существующих данных и шаблонах. Также использование нейросетей требует немалых затрат на внедрение. Это включает в себя покупку лицензионного программного обеспечения и оборудования, а также обучение персонала. Бесплатные демо-версии платформ с нейросетями не раскрывают весь потенциал по сравнению с платными. Как правило они предлагают ограниченный ассортимент функций, но при этом могут быть полезными для начального ознакомления с инструментами ИИ.

Литература:

1. Homepage — Ark URL: <https://arkdesign.ai/>
2. maket.ai URL: <https://maket.ai/>

Технико-экономическое обоснование выбора толщины теплоизоляции подземных тепловых сетей в г. Владимире

Тарханова Наталья Сергеевна, студент магистратуры;
Красавина Эльвира Евгеньевна, студент магистратуры;
Поливаева Юлия Андреевна, студент магистратуры
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Для теплоизоляции подземных тепловых сетей анализируются различные материалы, включая пенополимер-минеральную изоляцию, пенополиуретан, высокотемпературный вспененный каучук, пеностекло и базальтовую изоляцию. Целью является определение оптимальной толщины изоляции и выбор наиболее эффективного и экономичного решения.

Ключевые слова: тепловая изоляция, тепловая сеть, расчет тепловой изоляции.

В настоящее время, остро стоит вопрос об эффективном и надежном теплоснабжении всех регионов России для комфортной жизнедеятельности населения, развития экономики и промышленности. На обеспечения теплом страна затрачивается огромное количество топлива, но большая часть из этого попусту тратится во время транспортировки. На данные момент топливо, выросло в цене, что, собственно, и повлекло за собой политику энергоэффективности от государства. Как показали последние годы, перебои в теплоснабжении ведут к остановкам промышленного производства и ухудшению работы систем жизнеобеспечения. Поэтому поддержание стабильной и эффективной работы системы теплоснабжения является актуальной задачей. Эффективная работа системы теплоснабжения во многом зависит от ее тепловых режимов.

Предмет исследования — оптимизация толщины и экономическая целесообразность теплоизоляции.

Объект исследования — теплопровод диаметром 159, длиной 100 м, расположенный в г. Владимир, температурный график тепловой сети 120–70°C.

Цель данной работы заключается в оптимизации толщины теплоизоляции теплопроводов в системе теплоснабжения. Это включает выбор наиболее эффективного теплоизоляционного материала с учетом экономической целесообразности.

Для тепловых сетей следует, как правило, принимать теплоизоляционные материалы и конструкции, проверенные практикой эксплуатации. Новые материалы и конструкции допускаются к применению при положительных результатах независимых испытаний, проведенных специализированными лабораториями, аккредитованными на выполнение данных испытаний в установленном порядке.

Материалы тепловой изоляции и покровного слоя теплопроводов должны отвечать требованиям СП 61.13330, нормам пожарной безопасности и выбираться в зависимости от конкретных условий и способов прокладки.

Расчет

1. Из справочных данных выписываем температуру грунта в разные месяцы в городе Владимир (при отсутствии данных в близко расположенном городе) на глубине 0,8 м:

Таблица 1. Температура грунта в г. Москва по месяцам

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
температура грунта, °C	1,4	1,1	0,8	1,4	7,8	13,1	16,9	17,6	14,6	9,7	5,1	2,5

Определим средневзвешенную температуру грунта:

$$t_n = \frac{\sum(t_{ni} + n_i)}{\sum n}$$

где t_{ni} — температура грунта в месяце, °C;
 n_i — количество дней в месяце.

Получаем:

$$t_n = \frac{(1,4 \cdot 31 + 1,1 \cdot 29 + 0,8 \cdot 31 + 1,4 \cdot 30 + 9,7 \cdot 31 + 5,1 \cdot 30 + 2,5 \cdot 31)}{31 + 29 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31} = 3,16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2. Определим термическое сопротивление грунта при бесканальной прокладке:

$$R_{гр} = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln \left[\frac{2H}{d} + \sqrt{\left(\frac{2H}{d}\right)^2 - 1} \right],$$

где H — глубина заложения — расстояние от оси труб до поверхности земли, принимаем $H = 0,8$ м;

d — наружный диаметр трубопровода, м, $d_n = 159$ мм;

$\lambda_{гр}$ — теплопроводность грунта, $\lambda_{гр} = 6,5$ кДж/м°C;

Получаем:

$$R_{гр} = 0,0735 \text{ м°C/Вт}$$

3. Определим термическое сопротивление, обусловленное тепловым воздействием двух трубопроводов.

$$R_0 = \frac{\ln \left[\sqrt{1 + \left(\frac{2H}{K_{1,2}}\right)^2} \right]}{2\pi\lambda_{гр}},$$

где H — глубина заложения — расстояние от оси труб до поверхности земли, принимаем $H = 0,8$ м;

$\lambda_{гр}$ — теплопроводность грунта, $\lambda_{гр} = 6,5$ кДж/м°C;

$K_{1,2}$ — расстояние между осями труб по горизонтали, м, принимаемое как $d_n + 0,15 + 0,1 = 0,409$ м

Получаем:

$$R_0 = 0,034 \text{ м°C/Вт}$$

4. Определим нормируемые плотности для тепловых потоков для трубопровода определенного диаметра при бесканальной прокладке по таблице 1.

Нормированные значения плотности тепловых потоков от подающих и обратных теплопроводов принимаются в зависимости от среднегодовых температур теплоносителя, определяемых по таблице В.5 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция»:

Для принятого графика 120–70°C по интерполяции получаем:

$$t_{в1} = 76^\circ\text{C}$$

$$t_{в2} = 50^\circ\text{C}$$

Для принятого расчетного диаметра трубопровода $d_y = 150$ мм

$$q_{1\text{норм}} = q_{2\text{норм}} = 67,4 \text{ Вт/м}$$

4. Определим термическое сопротивление подающего и обратного трубопровода:

подающая магистраль

Таблица 1. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов при подземной бесканальной прокладке и продолжительности работы в год более 5000 ч.

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий / обратный), °C		
	65 / 50	90 / 50	110 / 50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
25	27	32	36
32	29	35	39
40	31	37	42
50	35	41	47
65	41	49	54
80	45	52	59
100	49	58	66
125	56	66	73
150	63	73	82

Таблица 2. Среднегодовые температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях, °C

Трубопровод	Расчетные температурные режимы, °C		
	95 - 70	150 - 70	180 - 70
Подающий	65	90	110
Обратный	50	50	50

$$\Sigma R_1 = \frac{t_{B1} - t_n}{q_{1\text{норм}}},$$

обратная магистраль

$$\Sigma R_2 = \frac{t_{B2} - t_n}{q_{2\text{норм}}},$$

где t_{B1}, t_{B2} — среднегодовая температура теплоносителя, $t_{B1} = 76^\circ\text{C}$, $t_{B2} = 50^\circ\text{C}$;

t_n — средневзвешенная температура грунта, $t_n = 3,16^\circ\text{C}$;

$q_{1\text{норм}}, q_{2\text{норм}}$ — нормированные значения плотности тепловых потоков от подающих и обратных теплопроводов.

Получаем:

$$\Sigma R_1 = 1,081 \text{ м}^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$\Sigma R_2 = 0,695 \text{ м}^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

Для пенополимерминеральной изоляции:

Определим значение отношения наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру трубы:

подающая магистраль

$$B_1 = e^{\left[2\pi\lambda_{\text{из}}\left(\Sigma R_1 - \frac{1}{\alpha\pi(d+0,1)}\right)\right]} = e^{\left[2\cdot 3,14\cdot 0,041\cdot\left(1,081 - \frac{1}{7\cdot 3,14\cdot(0,159+0,1)}\right)\right]} = 1,263;$$

обратная магистраль

$$B_2 = e^{\left[2\pi\lambda_{\text{из}}\left(\Sigma R_2 - \frac{1}{\alpha\pi(d+0,1)}\right)\right]} = e^{\left[2\cdot 3,14\cdot 0,041\cdot\left(0,695 - \frac{1}{7\cdot 3,14\cdot(0,159+0,1)}\right)\right]} = 1,143;$$

где $\lambda_{\text{из}}$ — коэффициент теплопроводности изоляции, $\lambda_{\text{из}} = 0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$;

α — коэффициент теплопередачи на поверхности покрытия, $\alpha = 7$;

$\Sigma R_1, \Sigma R_2$ — термическое сопротивление подающего и обратного трубопровода;

d — наружный диаметр трубопровода, м.

Определим толщину изоляционного слоя подающего и обратного трубопровода:

подающая магистраль

$$\delta_{\text{из1}} = \frac{d}{2}(B_1 - 1) = \frac{0,159}{2} \cdot (1,263 - 1) = 0,021 \text{ м};$$

обратная магистраль

$$\delta_{\text{из2}} = \frac{d}{2}(B_2 - 1) = \frac{0,159}{2} \cdot (1,143 - 1) = 0,011 \text{ м},$$

где d — наружный диаметр трубопровода, м;

B_1, B_2 — значение отношения наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру трубы.

Принимаем толщину изоляционного слоя для обоих трубопроводов согласно номенклатурному ряду сортамента завода-изготовителя трубы из методических указаний $\delta_{\text{из}} = 0,049 \text{ м}$

Рассчитаем наружный диаметр тепловой изоляции:

$$d_{\text{из}}^{\text{н}} = d + 2 \cdot \delta_{\text{из}} = 0,159 + 2 \cdot 0,049 = 0,257 \text{ м},$$

где d — наружный диаметр трубопровода, м;

$\delta_{\text{из}}$ — толщина слоя тепловой изоляции, м.

Рассчитаем термическое сопротивление основного слоя изоляции:

$$R_L^{из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\left(\frac{d_{из}^H}{d}\right) = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,041} \cdot \ln\left(\frac{0,257}{0,159}\right) = 1,86 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

где $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности изоляции, $\lambda_{из} = 0,041 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{C}$;

$d_{из}^H$ — наружный диаметр тепловой изоляции, $d_{из}^H = 0,359 \text{ м}$;

d — наружный диаметр трубопровода, $d = 0,159 \text{ м}$.

Диаметр с оболочкой: $d_{об} = d + 2 \cdot \delta_{из} = 0,257 + 2 \cdot 0,035 = 0,327 \text{ м}$

Рассчитаем термическое сопротивление наружного слоя изоляции:

$$R_L^H = \frac{1}{\pi \cdot d_{об} \cdot \alpha} = \frac{1}{0,327 \cdot 3,14 \cdot 7} = 0,14 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

где $d_{об}$ — наружный диаметр с наружной оболочкой тепловой изоляции,

$d_{об} = 0,327 \text{ м}$;

α — коэффициент теплопередачи на поверхности покрытия, $\alpha = 7$;

Определяем термическое сопротивление трубопроводов:

$$R_L = R_L^H + R_L^{из} = 0,14 + 1,86 = 2 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

где R_L^H — термическое сопротивление наружного слоя изоляции;

$R_L^{из}$ — термическое сопротивление основного слоя изоляции.

Определяем тепловые потери изолируемого оборудования: подающая магистраль

$$q_{L1} = \frac{(t_{в1} - t_n) \cdot (R_L^{из} + R_{гр}) - (t_{в2} - t_n) \cdot R_0}{(R_L^{из} + R_{гр}) \cdot (R_L^{из} + R_{гр}) - R_0^2} \cdot K = \frac{(76 - 3,16) \cdot (1,86 + 0,073) - (50 - 3,16) \cdot 0,034}{(1,86 + 0,073) \cdot (1,86 + 0,073) - 0,034^2} \cdot 1,15 = 42,86 \text{ Вт}/\text{м};$$

обратная магистраль

$$q_{L2} = \frac{(t_{в2} - t_n) \cdot (R_L^{из} + R_{гр}) - (t_{в1} - t_n) \cdot R_0}{(R_L^{из} + R_{гр}) \cdot (R_L^{из} + R_{гр}) - R_0^2} \cdot K = \frac{(50 - 3,16) \cdot (1,86 + 0,073) - (76 - 3,16) \cdot 0,034}{(1,86 + 0,073) \cdot (1,86 + 0,073) - 0,034^2} \cdot 1,15 = 27,98 \text{ Вт}/\text{м};$$

где $t_{в1}, t_{в2}$ — среднегодовая температура теплоносителя, $t_{в1} = 76^\circ\text{C}$, $t_{в2} = 50^\circ\text{C}$;

t_n — средневзвешенная температура грунта, $t_n = 3,16^\circ\text{C}$;

$R_L^{из}$ — термическое сопротивление основного слоя изоляции;

$R_{гр}$ — термическое сопротивление грунта;

R_0 — термическое сопротивление, обусловленное тепловым воздействием двух трубопроводов;

K — коэффициент дополнительных теплопотерь, $K = 1,15$ при бесканальной прокладке трубопроводов.

Получаем:

$$q_{L1} = 42,86 \text{ Вт}/\text{м} < 67,4 \text{ Вт}/\text{м};$$

$$q_{L2} = 27,98 \text{ Вт}/\text{м} < 67,4 \text{ Вт}/\text{м};$$

Фактические тепловые потери, не превышают нормируемых, это означает, что толщина теплоизоляционного слоя и ее наружный диаметр подобраны верно.

Стоимость погонного метра пенополимерминеральной изоляции составляет 1343 руб./м. Тогда для участка длиной 100м суммарная стоимость изоляции составляет 134300 рублей.

Аналогично рассчитываются другие виды изоляции.

Составим сводную таблицу:

Таблица 3

Свойства	Материал				
	Пенополи- мерминерал	Пенополи- уретан	Высокотемпературный вспененный каучук	Пеностекло	Базальтовая изоляция
Теплопроводность, Вт/м·°C;	0,041	0,05	0,038	0,08	0,053
Толщина изоляции, м	0,049	0,04	0,032	0,1	0,06
Фактические теплопотери через теплоизоляцию, Вт/м	43	60	55	49	47
Средняя стоимость ед. изоляции,	1343 руб./м	1119 руб./м	6409 руб./м	27000 руб/м³	951,61 руб./м²
Суммарная стоимость изоляции, руб.	134 300	111 900	640 900	115 510	107 275

Анализ представленных данных позволяет сделать ряд важных выводов о свойствах и стоимости различных изоляционных материалов. Очевидно, что выбор оптимального варианта требует комплексного подхода, учитывающего как теплотехнические характеристики, так и экономические факторы.

Пенополиуретан, хотя и обладает приемлемыми теплоизоляционными свойствами, показывает относительно высокие фактические теплопотери по сравнению с другими материалами.

Высокотемпературный вспененный каучук, при самой низкой толщине изоляции и коэффициенте теплопроводности значительно проигрывает в стоимости, являясь самым дорогим вариантом утепления.

Пеностекло, обладая умеренными показателями теплопроводности и теплопотерь, является самым дорогим вариантом.

Пенополимер-минеральная и базальтовая изоляция демонстрируют конкурентоспособные показатели теплопотерь благодаря оптимальной толщине слоя, но пенополимер-минеральная изоляция уступает базальтовой в стоимости.

Таким образом, наиболее эффективным и экономически выгодным материалом для утепления подземных тепловых сетей при капитальных затратах является базальтовая изоляция.

Литература:

1. Тарасевич, Е. И. Особенности теплового расчета водяных тепловых сетей / Е. И. Тарасевич. — Текст: электронный // elibrary: [сайт]. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22877032>
2. Налобин, Н. В. Оптимизация толщины пенополиуретановой изоляции теплопроводов в системах теплоснабжения объектов на севере Западной Сибири / Н. В. Налобин. — Текст: электронный // elibrary: [сайт]. — URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01003069768?page=1&rotate=0&theme=white>
3. Петрикеева, Н. А. Оптимизация стоимостной целевой функции при определении толщины изоляции в системах теплоснабжения / Н. А. Петрикеева. — Текст: электронный // elibrary: [сайт]. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29207121>
4. Кочеткова, Ю. А. Определение теплопотерь через теплоизоляцию трубопроводов теплоснабжения при подземной прокладке в непроходных каналах / Ю. А. Кочеткова. — Текст: электронный // elibrary: [сайт]. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26163712&ysclid=lwnkp5nt82110713368>

Адаптивный дизайн исторических зданий: сохранение культурной ценности при модернизации функционала

Тастанбеков Рустем,
ТОО «KST STROI 2050» (г. Астана, Казахстан)

В статье рассматривается практика адаптивного дизайна исторических зданий как способа сохранения культурного наследия при одновременной интеграции современных функций. Проанализированы ключевые вызовы, возникающие при переоборудовании объектов архитектурного наследия в гостиницы, жилые помещения и офисные пространства. Приведены примеры успешной реконструкции в России и за рубежом. Рассматриваются принципы проектирования, современные технологии (включая BIM и 3D-сканирование), а также нормативно-правовые ограничения. Делается вывод о важности комплексного подхода и междисциплинарного взаимодействия при адаптации исторической архитектуры к условиям современного города.

Ключевые слова: адаптивный дизайн, реконструкция, историческое здание, культурное наследие, архитектура, BIM, 3D-сканирование, урбанистика, устойчивое развитие.

Adaptive design of historic buildings: preserving cultural value while modernizing functionality

Tastanbekov Rustem
LLP «KST STROI 2050» (Astana, Kazakhstan)

This article examines the practice of adaptive design for historic buildings as a means of preserving cultural heritage while integrating modern functions. It analyzes key challenges in converting architectural heritage sites into hotels, residential and office spaces. Examples of successful reconstruction projects in Russia and abroad are presented. The paper explores design principles,

modern technologies (including BIM and 3D scanning), and regulatory constraints. The conclusion emphasizes the importance of an integrated approach and interdisciplinary collaboration in adapting historic architecture to the needs of contemporary urban life.

Keywords: *adaptive design, reconstruction, historic building, cultural heritage, architecture, BIM, 3D scanning, urban development, sustainable design.*

Введение

Адаптивный дизайн исторических зданий представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в современной архитектуре и градостроительстве. В условиях роста интереса к устойчивому развитию, сохранению культурного наследия и эффективному использованию городской среды, встаёт вопрос: как интегрировать исторические здания в современную жизнь без утраты их аутентичности?

Многие объекты архитектурного наследия оказываются нефункциональными в своих изначальных формах: старинные особняки, промышленные здания, усадьбы, доходные дома — все они требуют новых решений. Адаптивная реконструкция позволяет не только продлить жизнь таким объектам, но и вдохнуть в них новое содержание — превратить в гостиницы, офисные пространства, жилые комплексы, культурные центры.

Цель настоящей статьи — рассмотреть подходы и принципы адаптивного дизайна, выявить основные вызовы при переоборудовании исторических зданий и предложить решения, сохраняющие архитектурную и культурную ценность при модернизации функционала.

Проблематика и вызовы

Процесс адаптации исторических зданий сопряжён с рядом существенных сложностей. Первый и, пожалуй, самый важный вызов — это конфликт между необходимостью модернизации и задачей сохранения исторической подлинности. Любое вмешательство в структуру, фасад или интерьер может повредить историческую ценность объекта и вызвать сопротивление со стороны охранных органов, общества или научного сообщества.

Юридические ограничения включают требования законодательства об охране памятников архитектуры. В России, например, объекты культурного наследия защищены Федеральным законом № 73-ФЗ, который налагает строгие правила на любые строительные работы, в том числе реставрацию, адаптацию и перепрофилирование. Без согласования с соответствующими инстанциями любые изменения считаются незаконными.

Технические сложности также значительны. Многие исторические здания имеют изношенные конструкции, не соответствующие современным нормам по теплоизоляции, вентиляции, противопожарной безопасности. Внедрение новых инженерных систем может потребовать частичного демонтажа или усиления конструкций, что создаёт риск утраты аутентичных элементов.

Этические и культурные дилеммы возникают при определении границ допустимого вмешательства. Где про-

ходит грань между уважением к наследию и необходимостью адаптации? Допустимо ли полностью изменить внутреннее пространство здания, сохранив только фасад? Эти вопросы требуют комплексного подхода и участия как архитекторов, так и историков, инженеров, юристов [1, с. 1].

Примеры успешной адаптации

Практика адаптивного переоборудования исторических зданий успешно применяется в разных странах, включая Россию. Рассмотрим несколько типичных кейсов, иллюстрирующих, как возможно сохранить культурную ценность здания при его функциональной трансформации.

1. Особняк в гостиницу (Москва). В центре Москвы множество бывших усадеб и особняков конца XIX — начала XX века, утративших свою первоначальную функцию. Один из ярких примеров — превращение особняка Арсения Морозова в бутик-отель. При реконструкции были сохранены лепнина, парадная лестница, элементы мозаики и витражи, в то время как внутренняя инфраструктура — системы отопления, кондиционирования и связи — была полностью заменена и адаптирована к современным требованиям гостиничного бизнеса.

2. Фабрика в жилой комплекс (Санкт-Петербург). В районе Васильевского острова расположена бывшая табачная фабрика, преобразованная в жилой комплекс лофт-формата. Проект предусматривал сохранение кирпичных фасадов, характерных арочных окон и металлических ферм. При этом внутренняя планировка была полностью переосмыслена для создания современных квартир. За счёт высоких потолков и открытых пространств удалось сохранить индустриальный дух объекта, сделав его привлекательным для молодой аудитории.

3. Доходный дом в офисное пространство (Казань). В исторической части Казани был реализован проект адаптации старинного доходного дома под офисный центр. При этом сохранены были не только фасады, но и часть оригинальных лестничных клеток, кафельной плитки и кованых ограждений. Установка лифтов и современных инженерных систем была произведена с минимальным вмешательством, за счёт использования технологических шахт, встроенных в ранее перестроенные пристройки.

4. Церковь в культурный центр (Европейская практика). За рубежом адаптация религиозных зданий получила особое развитие. Например, в Нидерландах церковь XIII века была переоборудована в книжный магазин и культурное пространство. При этом вся внутренняя архитектура осталась почти нетронутой, а функциональные элементы были выполнены в виде легких металлических вставок, подчеркивающих контраст между старым и новым.

Такой подход подчёркивает уважение к истории и позволяет включить здание в современную жизнь [2, с. 150].

Эти примеры демонстрируют, что при грамотной проектной и инженерной работе возможно не только сохранить, но и подчеркнуть уникальность исторического объекта, сделав его значимой частью городской среды и коммерчески успешным проектом

Методология и принципы адаптивной реконструкции

Адаптивная реконструкция исторических зданий требует деликатного подхода, сочетающего сохранение культурной ценности с обеспечением функциональности, безопасности и комфорта. Методология проектирования в этой сфере строится на комплексной оценке архитектурного, исторического и технического потенциала объекта. Первоначально проводится анализ здания: выявляются элементы, обладающие историко-культурной значимостью, определяются границы допустимых изменений и степень износа конструкций.

Одним из ключевых принципов является минимизация вмешательства: все проектные решения должны быть обратимыми или, по крайней мере, максимально щадящими для оригинальной структуры. Особое внимание уделяется сохранению фасадов и архитектурного облика, особенно в случае зданий, являющихся визуальными доминантами в исторической застройке. При этом внутренние пространства могут быть переосмыслены более свободно, с учётом новых функций, эргономики и инженерных требований.

Современные технологии, такие как 3D-сканирование, моделирование в системах информационного моделирования зданий (BIM), тепловизионная диагностика и цифровое планирование, позволяют точно зафиксировать текущее состояние объекта и разработать проектные решения с высокой степенью точности и прогноза. Это минимизирует риски при реконструкции, облегчает согласование с органами охраны и позволяет эффективно интегрировать новые функции — лифты, инженерные коммуникации, системы безопасности и др.

Важной частью методологии является поиск баланса между сохранением аутентичности и требованиями нор-

мативов: противопожарных, санитарных, по доступности и энергоэффективности. Во многих случаях архитекторы прибегают к приёму «вставки нового в старое», при котором современные элементы проектируются как визуально отличающиеся, но гармоничные вставки в историческое пространство. Такой подход демонстрирует уважение к историческому контексту и одновременно позволяет чётко считать этапы трансформации здания [3, с. 203].

Выводы

Адаптивный дизайн исторических зданий представляет собой эффективный инструмент сохранения культурного наследия в условиях современной урбанизации. Он позволяет не только продлить жизненный цикл архитектурных объектов, но и интегрировать их в актуальные сценарии использования, такие как гостиницы, жилые пространства, офисы и культурные центры. Такая практика формирует устойчивую городскую среду, способствующую сохранению исторической памяти и архитектурной самобытности.

Примеры успешных проектов адаптации подтверждают, что при грамотном подходе возможно достижение баланса между сохранением и модернизацией. Минимальное вмешательство в историческую ткань, использование цифровых технологий и уважение к оригинальной архитектуре являются ключевыми условиями успешной реконструкции. Особенно важным становится участие междисциплинарных команд, включающих архитекторов, реставраторов, инженеров, юристов и представителей органов охраны культурного наследия.

В перспективе адаптивный дизайн будет играть всё более значимую роль в формировании городской среды, где ценность прошлого не противопоставляется, а дополняет возможности настоящего. Поддержка со стороны государства, развитие нормативной базы и популяризация успешных кейсов способны стимулировать инвестиции в реконструкцию и способствовать более широкому внедрению этой практики как устойчивой архитектурной стратегии.

Литература:

1. Барабанова А. В. Адаптивное использование объектов культурного наследия: опыт и перспективы // Архитектон: известия вузов. — 2020. — № 71. — С. 1–11. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnoe-ispolzovanie-obektov-kulturnogo-naslediya-opyt-i-perspektivy> (дата обращения: 20.05.2025).
2. Сборник статей. Реконструкция и реставрация архитектурного наследия: материалы Всероссийской научно-практической конференции. — СПб.: СПбГАСУ, 2019. — 150 с. — URL: [https://www.spbgasu.ru/upload/iblock/175/9diyr1sr20soy7yq04e6mzyfy3e364tl/Реконструкция_%20и_%20реставрация_Сборник_%20\(2\).pdf](https://www.spbgasu.ru/upload/iblock/175/9diyr1sr20soy7yq04e6mzyfy3e364tl/Реконструкция_%20и_%20реставрация_Сборник_%20(2).pdf) (дата обращения: 20.05.2025).
3. Алиева Г. В. Международно-правовой режим охраны нематериального культурного наследия: диссертация кандидата юридических наук: 12.00.10 / Российский университет дружбы народов. — Москва, 2019. — 203 с. — URL: <https://www.dissercat.com/content/mezhdunarodno-pravovoi-rezhim-okhrany-nematerialnogo-kulturnogo-naslediya> (дата обращения: 20.05.2025).

ГЕОГРАФИЯ

Изменчивость максимальных расходов воды весеннего половодья на реке Юрюзани

Хусаинов Данил Фаритович, студент магистратуры

Научный руководитель: Камалова Рита Галимьяновна, кандидат географических наук, доцент
Уфимский университет науки и технологий

В статье автор исследует максимальные расходы воды весеннего половодья на реке Юрюзань.

Ключевые слова: максимальные расходы, весеннее половодье, река Юрюзань.

В настоящее время происходит интенсивное влияние антропогенных и естественных факторов на качественное и количественное состояние реки Юрюзань. В особенности большое количество промышленных и хозяйственных объектов находятся за пределами Республики Башкортостан, а именно на территории Свердловской и Челябинской областей, которые непосредственно влияют на бассейн реки Юрюзань.

Река Юрюзань является левым притоком реки Уфа, а также протекает по западной части Челябинской области и северо-восточной части Башкирии на протяжении 404 километров [1]. Площадь бассейна Юрюзани — 7240 км². Особенностью этой реки является то, что после Усть-Катава Юрюзань не принимает крупных притоков, поэтому на протяжении свыше 250 км, вплоть до устья, количество воды в реке почти не увеличивается. Среднегодовой расход воды — около 55 м³/сек.

Значения максимальных расходов весеннего половодья используются для решения многих задач при строительстве гидротехнических сооружений. От правильного определения максимальных расходов воды весеннего половодья зависит стабильность работы гидротехнических сооружений или дорог, безопасность сооружений и прилегающих к реке объектов.

Анализ многолетних колебаний количественных характеристик реки Юрюзань в пределах Республики Башкортостан были проводился с помощью данных двух действующих гидрологических постов: р. Юрюзань — п. Атнаш и р. Юрюзань — д. Чулпан. Изменение максимальных расходов воды весеннего половодья было проанализировано по данным многолетних наблюдений на следующих постах: р. Юрюзань — п. Атнаш (1936–2020 гг.), р. Юрюзань — д. Чулпан (1957–2020 гг.)

Для анализа была проведена оценка однородности рядов с помощью программы StokStat были выбраны критерии Фишера, Стьюдента. Также применены методы разностно-интегральной кривой и пятилетней скользящей [2].

В таблице 1 представлен анализ рядов гидрометеорологических наблюдений за изменением максимальных расходов воды весеннего половодья на однородность с помощью критериев Фишера и Стьюдента.

Из таблицы 1 можно увидеть, что р. Юрюзань — п. Атнаш, р. Юрюзань — д. Чулпан имеют однородные ряды наблюдений по критерию Фишера. По критерию Стьюдента, все гидрологические посты имеют однородный ряд наблюдений.

На рисунке 1 представлена разностно-интегральная кривая максимальных расходов воды весеннего поло-

Таблица 1. Однородность рядов наблюдений гидрологических постов в бассейне р. Юрюзань
(составлено автором по данным [3])

Наименование поста	Длина рядов	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента
р. Юрюзань — п. Атнаш	$N_1=43$ $N_2=42$	$F = 1,036$ $Fa = 1,924$ Ряды однородны	$t = 1,953$ $ta = 1,993$ Ряды однородны
р. Юрюзань — д. Чулпан	$N_1=32$ $N_2=32$	$F = 2,025$ $Fa = 2,136$ Ряды однородны	$t = 0,207$ $ta = 2,004$ Ряды однородны

водья р. Юрюзань — п. Атнаш и р. Юрюзань — д. Чулпан. РИК р. Юрюзань — д. Чулпан был построен по данным 1957–2020 гг. (рисунок 1). Многоводная фаза наблюдается с 1985 по 2007 гг., маловодная фаза с 1957 по 1985 гг. и с 2007 по 2020 гг.

РИК р. Юрюзань — д. Атнаш построен по данным 1936–2020 гг. Многоводная фаза наблюдается с 1985 по 2002 гг., маловодная фаза с 1936 по 1985 гг. и с 2002 по 2020 гг.

В таблице 2 представлены многоводные и маловодные фазы максимальных расходов воды весеннего половодья. Из таблицы можно заметить, что большая часть лет относятся к маловодной фазе. Последнее десятилетие также относится к маловодной фазе. Маловодье может быть связано с избыточной хозяйственной деятельностью и бесконтрольным потреблением воды.

На рисунках 2–3 изображены графики пятилетней скользящей средней по максимальным расходам воды на исследуемых гидрологических постах. Также на графиках

представлена линия тренда, уравнение линии тренда и коэффициент аппроксимации.

Из графиков видно, что на р. Юрюзань — д. Чулпан наблюдается отрицательное уравнение линии тренда, что говорит об уменьшении максимальных расходов воды весеннего половодья. На гидрологическом посту р. Юрюзань — п. Атнаш наблюдается положительное уравнение линии тренда (увеличение максимальных расходов воды весеннего половодья).

По максимальным расходам воды весеннего половодья наблюдается маловодная фаза. Многоводная фаза наблюдается на постах реке Юрюзань — п. Атнаш. Анализ трендов показал, что на р. Юрюзань — д. Чулпан наблюдается отрицательное уравнение линии тренда, что говорит о уменьшении максимальных расходов воды весеннего половодья. На гидрологическом посту р. Юрюзань — п. Атнаш наблюдается положительное уравнение линии тренда, то есть происходит увеличение максимальных расходов воды весеннего половодья.

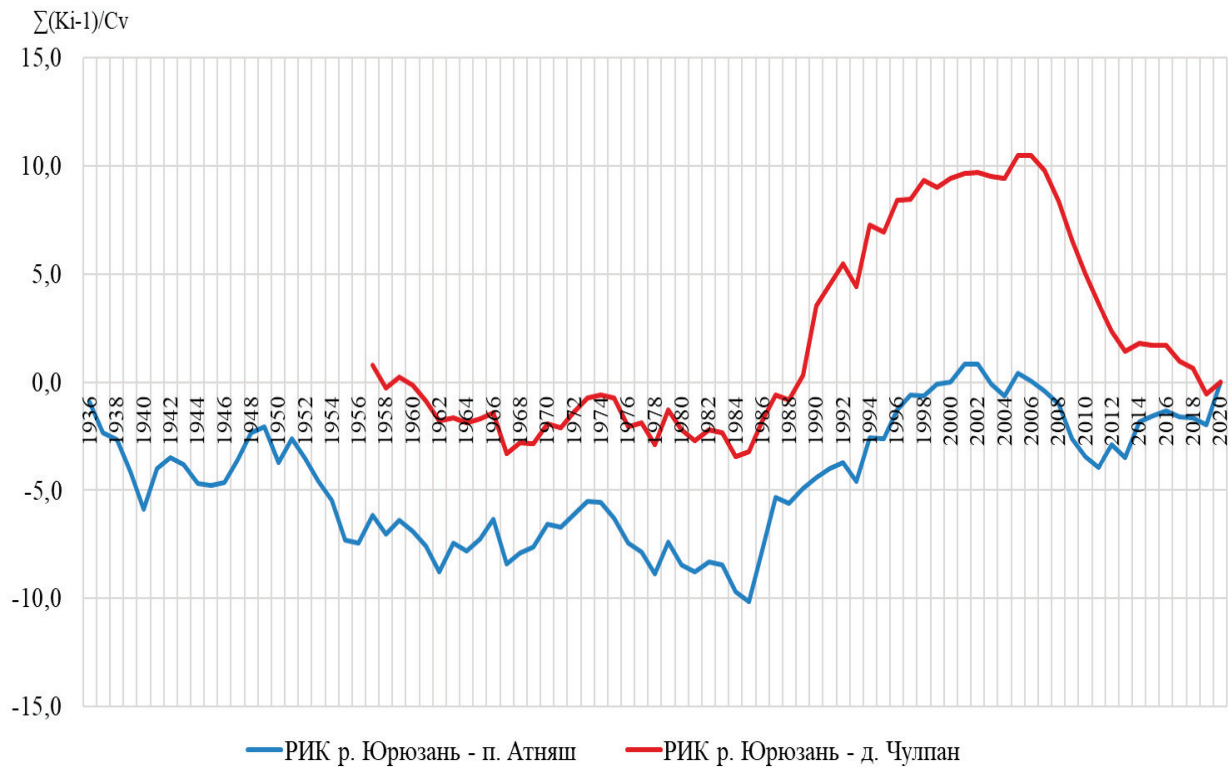


Рис. 1. Разностно-интегральная кривая максимальных расходов воды весеннего половодья р. Юрюзань — п. Атнаш и р. Юрюзань — д. Чулпан (составлено автором по данным [3])

Таблица 2. Многоводные и маловодные фазы по максимальным расходам воды весеннего половодья, выявленные методом разностно-интегральной кривой (составлено автором по данным [3])

№ п/п	Река — пост	Многоводная фаза	Маловодная фаза
1	р. Юрюзань — п. Атнаш	1985–2002 (17 лет)	1936–1985 (49 лет), 2002–2020 (18 лет)
2	р. Юрюзань — д. Чулпан	1985–2007 (22 года)	1957–1985 (28 лет), 2007–2020 (13 лет)

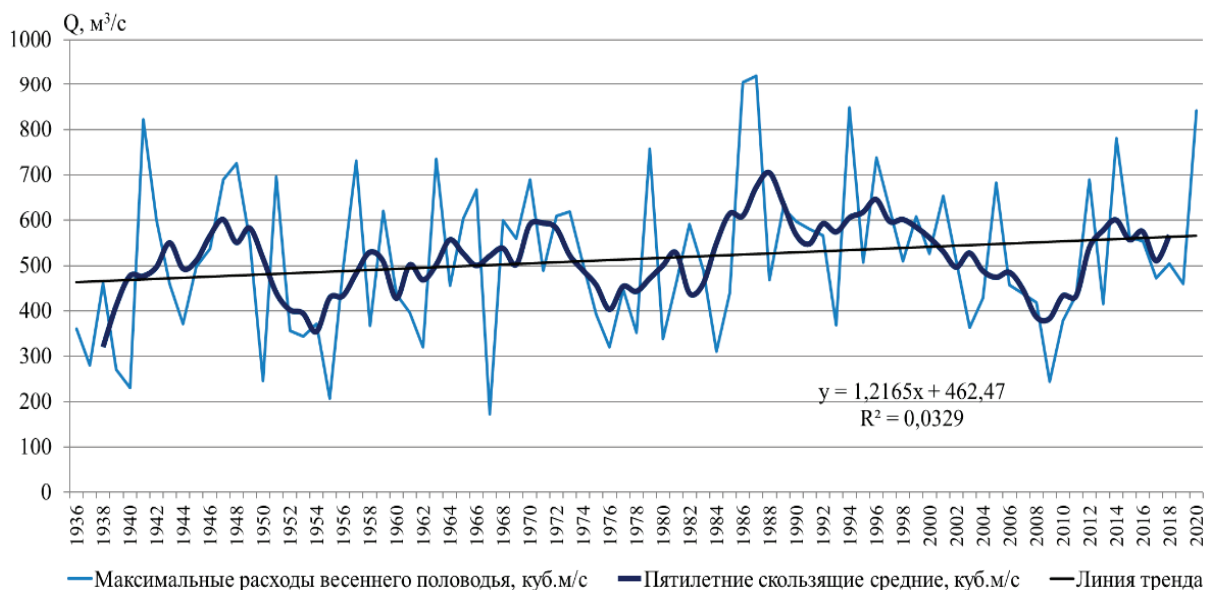


Рис. 2. Пятилетняя скользящая средняя по максимальным расходам воды весеннего половодья р. Юрюзань — п. Атнаш (составлено автором по данным [3])

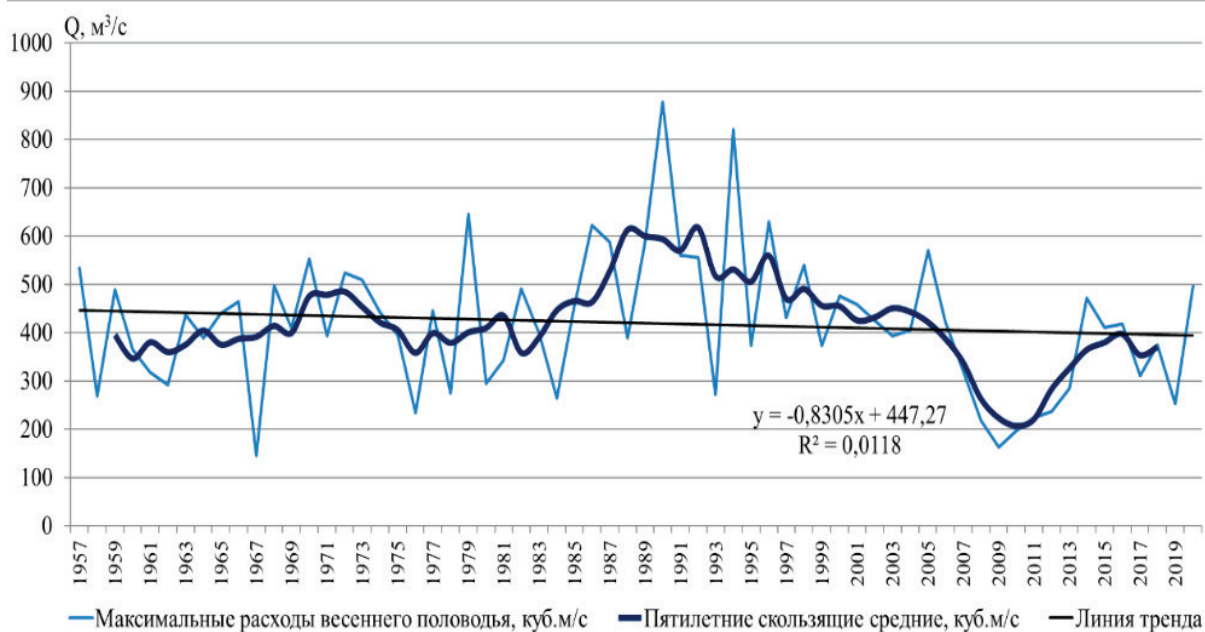


Рис. 3. Пятилетняя скользящая средняя по максимальным расходам воды весеннего половодья р. Юрюзань — д. Чулпан (составлено автором по данным [3])

Литература:

1. Гареев А. М. Реки, озера и болотные комплексы Республики Башкортостана. Уфа: Китап, 2012. 288 С.
2. Камалова, Р.Г., Фатхутдинова Р. Ш. Статистические и математические методы анализа гидрометеорологической информации. Часть 1: учебно-методическое пособие. Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2020. 128 с.
3. Фондовые данные ФГБУ Башкирское УГМС.

Изменчивость качества воды реки Юрюзани
(в пределах Республики Башкортостан)

Хусаинов Данил Фаритович, студент магистратуры
Научный руководитель: Камалова Рита Галимьяновна, кандидат географических наук, доцент
Уфимский университет науки и технологий

В статье автор исследует качество воды реки Юрюзань (в пределах Республики Башкортостан)
Ключевые слова: качество воды, УКИЗВ, река Юрюзань.

В бассейне реки Юрюзань происходит качественное и количественное истощение водных ресурсов, в том числе в пределах Республики Башкортостан. В основном это связано с развитием промышленности, высокой степенью урбанизации, полигонами и свалками твердых бытовых отходов. Во-первых, загрязнение речных вод реки Юрюзань происходит за счет сброса сточных вод промышленными предприятиями. Во-вторых, бассейн реки Юрюзань подвержен антропогенной нагрузке, поэтому талые и ливневые воды с поверхности бассейна будут загрязнять речную воду.

Большая часть загрязняющих веществ поступает на территорию бассейна реки Юрюзань с заводов Челябинской области [1]. В основном промышленные предприятия расположены в верхнем течении реки, и получается, что река Юрюзань загрязнена стоками промышленных объектов городов Юрюзань, Катав-Ивановск, Усть-Катав и рабочих поселков Челябинской области.

Наиболее крупные предприятия, входящих в изучаемую территорию, представлены ниже (таблица 1). Стоит отметить, что в Республике Башкортостан основная часть промышленных предприятий, оказывающих воздействие на качественное истощение водных ресурсов, находятся в Салаватском районе.

Анализ изменчивости качества воды проводился по данным изменения удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) и среднему коэффициенту комплексности воды.

Качество воды реки Юрюзань наблюдалось в приграничном створе д. Чулпан. На качество воды оказывали влияние сточные воды ООО «Комус» (Жилищно-коммунальное хозяйство) и АО «Санаторий «Янган-Тау» (Отдых и туризм) Салаватский район, а также транзит загрязня-

ющих веществ от сбросов сточных вод г. Усть-Катав Челябинской области.

С 2008 по 2011 год река Юрюзань по качеству воды относилась к 3 классу «б» «очень загрязненная», при этом УКИЗВ изменялся в пределах от 3,1 до 3,88, коэффициент комплексности не превышал 33 % (рис. 1).

Уже в 2012 и 2013 годах качество воды ухудшилось и стало относиться к 4 классу «а» «грязная», УКИЗВ увеличился до 4,35 и 4,67 соответственно, и коэффициент комплексности стал 40 и 55 %. Связано это было с увеличением максимальных концентрации соединений меди и железа до 9–10 ПДК. За весь период исследования, а это с 2008 по 2023 год, с максимальными значениями УКИЗВ (4,67) и с максимальными значениями среднего коэффициента комплексности (55 %) был 2013 год.

В 2014 году было улучшение по качеству воды до 3 класса «б» «очень загрязненная». В этот год снизились концентрации таких веществ как соединения меди и железа, соединения азота и цинка.

В связи с увеличением средних концентраций по нефтепродуктам, соединениям железа и никеля, в 2015 году произошло ухудшение качества воды до 4 класса «а» «грязная».

Уже в 2016 году произошло улучшение качества воды до 3 класса «б» «очень загрязненная» в результате уменьшения средних концентрации по нефтепродуктам, соединениям железа и никеля.

В 2017 году также происходит уменьшение средних концентрации по нефтепродуктам, соединениям железа и никеля, что приводит к улучшению качества воды до 3 класса «а» «загрязненная».

Однако, в 2018 году наблюдается улучшение качества воды до 2 класса «слабозагрязненная» (рис. 1). Этот год

Таблица 1. Наиболее крупные предприятия в населенных пунктах Республики Башкортостан
(составлено автором по данным [3])

Административная единица	Населенный пункт	Предприятия
Дуванский район	с. Месягутово	ОАО «Месягутовский КСОМ», ООО «Месягутовский кирпичный завод», МУП «Дуванбытсервис», хлебокомбинат, сельхозпредприятия
Караидельский район	с. Караидель	ООО «Алтын барс», ООО «Уфалеспром», ООО «ИдельДрев»
Салаватский район	с. Малояз	ДП ГУП «Башкиравтодор», Яхинский щебеночный завод, строительного-комовой извести (Мурсалимкино — ООО «Башизвесть»), строительных пиломатериалов (Мурсалимкино- Салаватский лестоп), сельхозпредприятия

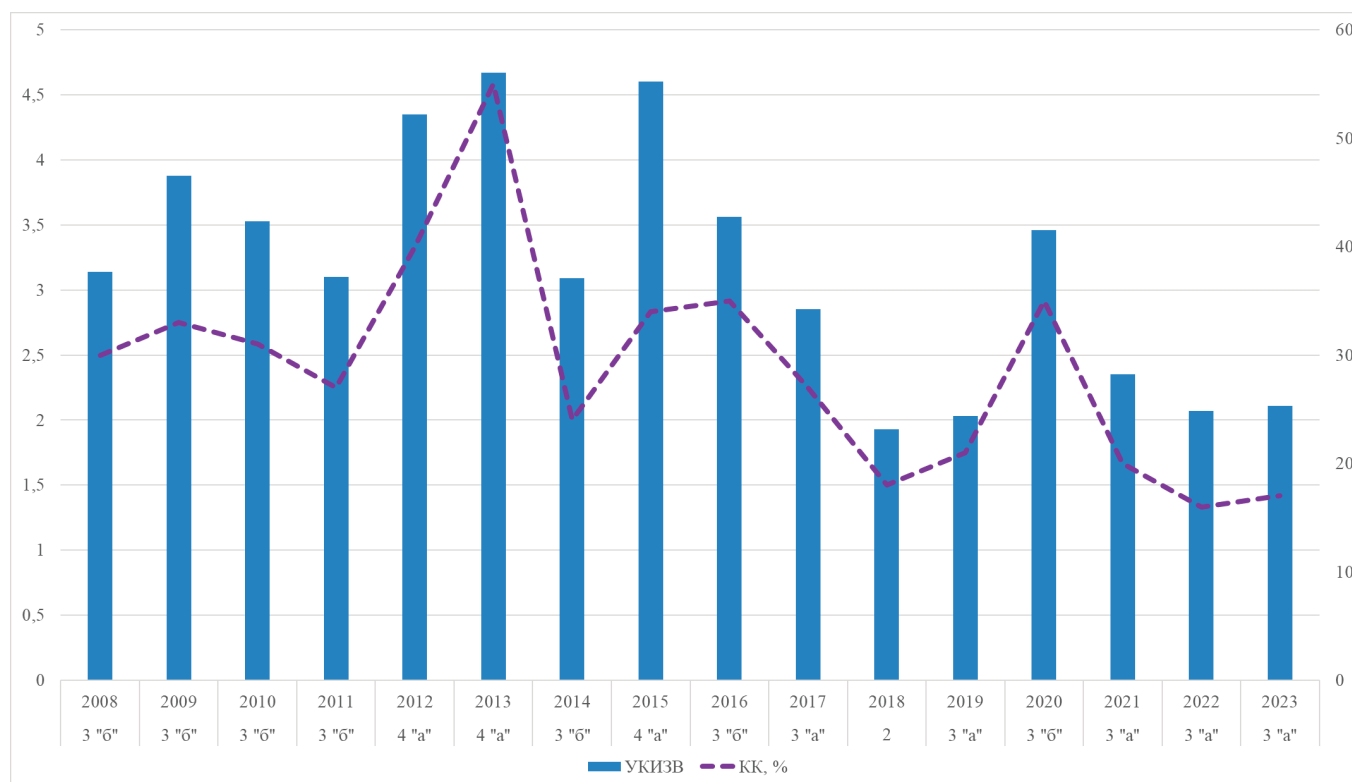


Рис. 1. УКИЗВ и коэффициент комплексности (%) по рр. Юрюзань (составлено автором по данным [2])

также характеризуется самыми минимальными значениями УКИЗВ (1,93) и среднего коэффициента комплексности (18 %) за весь период наблюдений.

В 2019 и 2020 году качество воды ухудшилось до 3 класса «а» «загрязненная» и 3 класса «б» «очень загрязненная» соответственно. В следствие возрастания фоновое загрязнения соединениями меди.

С 2021 по 2023 качество воды было стабильно 3 класса «а» «загрязненная». Были превышения ПДК по соединениям марганца.

По комплексу характеризуемых веществ в 2023 г. при возрастании УКИЗВ с 2,07 до 2,11 и среднего Кк с 16 % до 17 % качество воды было также в пределах 3-го класса разряд «а» «загрязненная». В пределах нормы наблюдались трудно-окисляемые органические вещества, нефте-

продукты, соединения азота аммонийного, цинка и никеля, с превышениями нормативов в 0–71 % проб, но не более 3 ПДК. Ниже нормы наблюдались концентрации хлоридов, сульфатов, соединений азота нитритного и нитратного.

С 2008 года по 2023 год показатель УКИЗВ по реке Юрюзань изменялся в пределах от 1,93 (2018 г.) до 4,67 (2013 г.). В 2018 году наблюдался класс качества воды 2 «слабозагрязненная». В остальные года качество воды было либо 3 класса «б» «очень загрязненная», либо 4 класса «а» «грязная» (2012, 2013, 2015 гг.). Средний коэффициент комплексности за период изучения изменялся в пределах от 18 (2018 гг.) до 40 (2012 и 2013 гг.). С 2021 по 2023 год качество воды относится к 3 классу «а» «загрязненная».

Литература:

1. Галиева З. Д., Исламова А. А. Экологическое состояние реки Уфа в Караидельском районе Республики Башкортостан // Сфера знаний: структурные преобразования и перспективные направления развития научной мысли. Казань, 2018. С. 305–307.
2. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов Республики Башкортостан с 2011 по 2023 год. URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/> (дата обращения: 15.04.25 г.)
3. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Кама. Книга 1. Общая характеристика речного бассейна. Волгоград.: Камское БВУ, 2014. — с. 114.

Анализ возможностей применения данных беспилотных воздушных судов для устойчивого развития труднодоступных территорий России

Цесаренко Денис Владимирович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье рассматриваются перспективы использования беспилотных воздушных судов (БВС) в геодезических работах на труднодоступных территориях российской Арктики и Крайнего Севера в контексте устойчивого развития территорий. Приведен обзор нормативно-правовой базы Российской Федерации, регламентирующей применение БВС в геодезии, включая требования к регистрации дронов, сертификации операторов и новые стандарты. Описаны технологии аэрофотосъемки и фотограмметрии с помощью БВС, их особенности в условиях Крайнего Севера, возможности мониторинга окружающей среды. На примере практических кейсов (комплексные кадастровые работы в Якутии и научные исследования ААНИИ в Арктике) продемонстрировано эффективное применение беспилотников. Проанализированы преимущества (оперативность, безопасность, экономичность, высокая точность данных) и ограничения (климатические факторы, нормативные барьеры) использования БВС для геодезических задач в полярных широтах. В заключении сделаны выводы о перспективах расширения применения БВС как инструмента обеспечения устойчивого развития удаленных северных территорий.

Ключевые слова: беспилотные воздушные суда, геодезия, Арктика, Крайний Север, аэрофотосъемка, фотограмметрия, мониторинг, устойчивое развитие.

Актуальность темы

Труднодоступные территории Крайнего Севера характеризуются обширной площадью, экстремальными климатическими условиями и слабой транспортной освоенностью. В этих регионах остро необходимы актуальные геодезические данные для планирования инфраструктуры (дорог, трубопроводов, поселков), разведки природных ресурсов и мониторинга окружающей среды. Однако традиционные методы наземной геодезической съемки сталкиваются с большими трудностями из-за сложной логистики, полярной ночи и рисков для персонала. Отсутствие своевременной информации о состоянии объектов и природных процессов может приводить к серьезным последствиям. Так, недостаточный контроль за состоянием инфраструктуры в Заполярье стал одной из причин техногенной аварии 2020 года в Норильске, когда утечка топлива нанесла колоссальный экологический ущерб арктической экосистеме [6]. Данный инцидент подчеркнул необходимость применения современных средств наблюдения и сбора данных.

Для обеспечения устойчивого развития северных территорий требуются новые подходы к получению геопространственной информации. Одним из перспективных решений является использование беспилотных воздушных судов. БВС способны оперативно проводить аэросъемку больших площадей, предоставляя точные пространственные данные о труднодоступной местности. Уже сегодня беспилотники успешно используются в самых разных задачах в Арктической зоне: от кадастровых работ и топографического картографирования до мониторинга строительства, инженерных сооружений и природных объектов [3]. Благодаря этому появляется возможность своевременно получать достоверные сведения о состоянии удаленных территорий, что является

важным условием для устойчивого социально-экономического развития и сохранения экологии на Севере. Учитывая стратегическое значение Арктики и растущий интерес государства и бизнеса к этому региону, значимость применения БВС в геодезии представляется весьма актуальной и востребованной.

Нормативно-правовая база применения БВС в геодезии

В Российской Федерации формируется нормативно-правовая база, регулирующая эксплуатацию беспилотников, в том числе для целей геодезии. Ключевым документом является Воздушный кодекс РФ, согласно которому коммерческая воздушная съемка может выполняться только специализированными организациями. Иными словами, эксплуатация БВС в геодезических работах должна осуществляться юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, имеющими свидетельство эксплуатанта БВС, выданное уполномоченным органом (Федеральным агентством воздушного транспорта) [3]. Такой сертификат подтверждает право оператора выполнять полеты беспилотников в коммерческих целях, включая аэрофотосъемку местности. Внешние пилоты БВС массой до 30 кг по состоянию на 2025 год не подлежат обязательной государственной аттестации поскольку отсутствует единая система лицензирования внешних пилотов. Однако организации обязаны обучать своих операторов и обеспечивать безопасное проведение работ.

Отдельное внимание уделяется учету и допуску беспилотных судов к полетам. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.02.2020 № 74, все беспилотные воздушные суда массой от 250 граммов должны быть поставлены на учет в установленном порядке [2]. Ре-

гистрация дрона выполняется через Росавиацию с присвоением бортового номера. Данное требование призвано обеспечить государственный контроль за быстро растущим парком БВС. Постановление № 74 также внесло важные изменения в Правила использования воздушного пространства: для беспилотников максимальной взлетной массой до 30 кг, выполняющих полеты в пределах прямой видимости в светлое время суток, теперь не требуется предварительного получения разрешения органов ОВД на использование воздушного пространства [2]. Это значительно упростило легальное применение легких дронов, в том числе для аэросъемки, в удаленных районах. Одновременно документ освободил сверхлегкие дроны (массой менее 0,25 кг) от необходимости получения специальных разрешений при полетах над населенными пунктами [2].

Развитие нормативной базы продолжается с учетом специфики геодезических работ. Недавно принят первый национальный стандарт, непосредственно регламентирующий применение БВС в геодезии. ГОСТ Р 71886–2024 «Системы беспилотные авиационные в строительстве, применяемые для производства геодезических работ. Общие требования» вступает в силу с 1 февраля 2026 года [5]. Стандарт направлен на унификацию и стандартизацию методов проведения высокоточных геодезических изысканий с помощью беспилотных авиационных систем. В частности, он устанавливает требования к точности съемки, к оборудованию дронов и программному обеспечению обработки данных, а также правила обеспечения надежности и безопасности полетов на строительных и изыскательских площадках [5]. Появление данного ГОСТа свидетельствует о признании беспилотных технологий составной частью современной геодезии. По оценке Росстандарта, применение БВС позволяет значительно ускорить сбор данных, повысить качество результатов и обезопасить проведение работ в труднодоступных или опасных зонах [5]. Таким образом, государство создает нормативные условия для более широкого внедрения дронов, что особенно актуально для северных регионов, где безаварийность и эффективность изысканий имеют первостепенное значение.

Следует отметить, что помимо отраслевых стандартов в 2022–2023 гг. на федеральном уровне были инициированы масштабные программы развития беспилотной авиации. Указом Президента утвержден перечень поручений по ускоренному развитию беспилотных авиационных систем, на основании которого была разработана Стратегия развития БАС до 2030 года и на перспективу до 2035 года [3]. В рамках реализации стратегии планируется совершенствование нормативно-технической базы, создание экспериментальных правовых режимов для обработки технологий (в том числе в Арктике), а также подготовка кадров для работы с дронами. Эти меры формируют благоприятные условия для активного использования беспилотников в разных секторах экономики, включая геодезию и картографию. В итоге, правовая база применения БВС становится все более комплексной: она охва-

тывает вопросы регистрации и сертификации, безопасности полетов, стандартизации методик аэросъемки, что создает предпосылки для легальной и эффективной эксплуатации беспилотных технологий на Севере.

Технологии и особенности применения БВС для аэрофотосъемки и мониторинга

Беспилотные воздушные суда, используемые в геодезических целях, представлены различными типами и оснащены специальным оборудованием — полезной нагрузкой. Наиболее распространены два класса аппаратов: мультироторные беспилотные воздушные суда и беспилотные воздушные суда самолетного типа. Мультироторные БВС отличаются высокой маневренностью и способностью зависать, что удобно для детальной съемки ограниченных по площади объектов (например, строительных площадок или отдельных сооружений). Беспилотные воздушные суда самолетного типа обладают большей продолжительностью полета и дальностью действия, поэтому эффективно применяются для аэросъемки обширных территорий, что актуально в Арктике с ее огромными пространствами. Выбор платформы определяется конкретной задачей: для топографической съемки местности в масштабах 1:2000–1:10000 часто используют легкие самолетные БВС с крылом, способные покрывать десятки квадратных километров за вылет, тогда как для детального обследования объекта или мониторинга состояния сооружений подходят компактные квадрокоптеры.

Основной метод геодезических работ с помощью дронов — это аэрофотосъемка. БВС оснащается полезной нагрузкой в виде аэрофотокамеры. Полет выполняется по заранее спланированному маршруту на относительно низкой высоте (50–1500 м), что обеспечивает получение снимков с разрешением на местности до нескольких сантиметров на пиксель. Квадрокоптеры обычно ведут съемку с высоты порядка 50–700 м, а самолетные БВС — 200–1500 м, в зависимости от требуемого охвата и разрешения. В процессе полета камера делает серию перекрывающихся снимков поверхности под разными углами. Для привязки аэрофотоснимков к местности дроны оснащаются навигационным оборудованием: GNSS приемниками, что позволяет записывать координаты центра фотосъемки с точностью до сантиметров [1]. Для получения точных и достоверных данных аэрофотосъемки используется планово-высотная подготовка, суть которой заключается в применении опорных и контрольных геодезических точек, координаты которых измерены классическими методами; они служат для последующей калибровки фотограмметрической модели и повышения точности.

Полученные аэрофотоснимки обрабатываются специальным программным обеспечением (Agisoft Metashape, Pix4D, DJI Terra и др.) по технологии фотограмметрии. В результате автоматической обработки (методом построения облака точек и цифровой модели по совокуп-

ности снимков) создаются ортофотоплан — фотографический план местности, на котором представлена земная поверхность и объекты на ней с точной привязкой к заданной системе координат. Одновременно формируется цифровая модель рельефа (ЦМР). Точность современных алгоритмов позволяет достичь детальности, соответствующей крупномасштабным топографическим картам. Например, экспериментальные съемки с дрона показали, что средняя квадратическая погрешность определения высот местности составляет порядка 0,2–0,3 м, что удовлетворяет нормативам для карт с высотой сечения рельефа 1 м (т. е. масштаба 1:2000–1:5000) [1]. Плановое положение точек на ортофотоплане, при наличии геодезической привязки определяется с ошибкой не более десятков сантиметров, а при использовании RTK — до 5–10 см, что ранее было достижимо лишь при наземной съемке. Таким образом, БВС позволяют получать актуальные топографические планы труднодоступных районов с точностью, достаточной для инженерных изысканий, обновления картографической основы и постановки объектов на кадастровый учет.

Помимо аэрофотосъемки в видимом диапазоне, беспилотники могут иметь и иную полезную нагрузку, расширяющую возможности мониторинга. Например, все чаще используются лазерные сканеры, устанавливаемые на беспилотники. Воздушное лазерное сканирование позволяет получать плотное облако точек поверхности, что имеет особое значение при съемке мест, покрытых растительностью, или для построения высокоточных моделей рельефа. В условиях Крайнего Севера воздушное лазерное сканирование с БВС применяется в обнаружении тонкого ледяного покрова, промоин и трещин на льду или в мониторинге деформаций грунта на вечной мерзлоте. Также применяются тепловизионные камеры и мультиспектральные сенсоры, устанавливаемые на БВС, для экологического мониторинга. В инфракрасном диапазоне можно отслеживать утечки тепла из трубопроводов, возгорания торфяников или искать разливы нефтепродуктов под снегом. Мультиспектральная съемка помогает оценивать состояние растительного покрова тундры, мониторить таяние льдов и снега. Такие данные особенно важны для оценки влияния изменения климата на экосистемы Арктики.

Отдельно стоит упомянуть, что для оперативного управления полетами в отсутствии наземной инфраструктуры в Арктике все более актуальны технологии автономной навигации и спутниковой связи. Полярные широты отличаются слабым покрытием сотовой сети и отсутствием постоянных базовых станций; поэтому при дальних вылетах за пределы прямой видимости оператора требуются специальные решения — использование спутниковых каналов передачи данных или ретрансляторов. В настоящее время в России такие полеты разрешены лишь в рамках экспериментальных режимов и при особых согласованиях [3]. Тем не менее, технический прогресс идет к тому, что беспилотные аппараты смогут выполнять

длительные автономные миссии в Арктике, используя комбинацию инерциальной навигационной системы и спутникового позиционирования для предотвращения столкновений и возврата домой. Данные технологические тенденции открывают новые горизонты для геодезии и мониторинга: в перспективе возможно создание сетей постоянно действующих беспилотных станций, обеспечивающих сбор данных о состоянии удаленных районов в режиме, близком к реальному времени.

Пример практического применения БВС в Арктике

Практический опыт уже подтверждает эффективность беспилотных воздушных систем при решении геодезических задач в северных регионах. Рассмотрим два примера. Первый — комплексные кадастровые работы в Республике Саха (Якутия). В 2021 году Республиканский центр технической инвентаризации (РЦТИ) Якутии впервые применил аэрофотосъемку с беспилотника для проведения комплексных кадастровых работ в одном из удаленных улусов [4]. Специалисты при содействии компании-разработчика организовали съемку села Амга, расположенного на труднодоступной территории площадью около 19 кв. км. С помощью беспилотного авиационного комплекса «Геоскан Lite» был выполнен облет поселения. По результатам обработки данных был создан ортофотоплан населенного пункта, послуживший основой для кадастрового обновления сведений о земельных участках и объектах недвижимости [4]. Руководство регионального центра отметило, что применение БВС позволило существенно ускорить и упростить сбор геодезических данных, по сравнению с традиционными методами, требующими выезда большой полевой группы в отдаленную местность. В результате успешного пилотного проекта было принято решение расширить использование беспилотников: РЦТИ арендовал у производителя беспилотный авиационный комплекс и обучил сотрудников навыкам управления БВС для самостоятельного выполнения съемки на целевых участках [4]. Данный кейс наглядно продемонстрировал, что даже в условиях ограниченной транспортной доступности Якутии современные беспилотные технологии способны обеспечить необходимые для государства пространственные данные с требуемым качеством и в сжатые сроки. Полученные ортофотопланы планируется интегрировать в Информационную систему обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), что будет способствовать более эффективному планированию развития территорий.

Второй пример — научно-исследовательские работы в высоких широтах Арктики, выполняемые Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом (ААНИИ) совместно с отечественным производителем беспилотников ZALA Aero. С 2019 года специалисты ААНИИ начали использовать специальные модификации беспилотных систем для исследований в полярных районах [5]. Первым был задействован БВС

ZALA Z-08 в исполнении «Arctic», предназначенный для работы в экстремально низких температурах. Этот дрон успешно прошел испытания вблизи Северного полюса и на антарктическом побережье, подтвердив свою надежность при температурах до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и штормовых ветрах [5]. В 2024 году парк ААНИИ пополнился новой моделью ZALA Z-16 Arctic с расширенными возможностями: продолжительность полета более 4 часов, дальность связи до 50 км и поддержка различных научных сенсоров [5]. С помощью беспилотников ZALA ученые выполняют высокоточную аэрофотосъемку ледников и побережий, быстро получая актуальные геопривязанные снимки труднодоступных районов. На основе этих данных создаются детальные карты местности, фиксируются изменения ландшафта. Например, беспилотный мониторинг позволил отслеживать опасные природные процессы — разливы внутриматериковых озер, движение ледников, образование торосов и полей [5]. Анализ последовательных аэрофотосъемок предоставил ценную информацию об изменениях ледяного покрова, влияющих на глобальный климат (выявлено смещение границ ледникового поля и динамика таяния вечной мерзлоты) [5]. Благодаря БВС исследователи получили возможность регулярно обследовать обширные территории, куда сложно и дорого доставить экспедиции на вертолетах. Институт организовал обучение своих сотрудников навыкам пилотирования беспилотников, что позволило проводить экспедиционные работы автономно, без привлечения авиации. Опыт ААНИИ демонстрирует, что беспилотные технологии успешно функционируют в суровых условиях Крайнего Севера и Антарктики, внося значительный вклад в изучение и мониторинг полярных регионов.

Оба приведенных примера — и производственная съемка в Якутии, и научные исследования в Заполярье — подтверждают эффективность и универсальность БВС для решения разнообразных задач на Севере. Беспилотники обеспечивают получение качественных пространственных данных там, где использование пилотируемой авиации затруднено или экономически нецелесообразно. Эти кейсы также выявили важность взаимодействия разработчиков технологий, местных органов власти и научного сообщества для успешной интеграции дронов: требуется обучение кадров, адаптация регламентов, обмен опытом эксплуатации в экстремальных условиях. В перспективе накопленный практический опыт станет основой для тиражирования подобных проектов на другие территории Арктической зоны РФ.

Преимущества и ограничения применения БВС в условиях Крайнего Севера

Преимущества использования беспилотников в геодезических работах на Севере многогранны. В первую очередь, это оперативность и экономичность сбора данных. Один вылет современного беспилотника способен охватить десятки квадратных километров, получив при этом

изображения с детализацией, недостижимой для спутников. По сравнению с пилотируемой авиацией (самолетами или вертолетами), затраты на выполнение аэро съемки беспилотником существенно ниже, а подготовка к полету занимает меньше времени. БВС не требуют строительства взлетно-посадочных полос — большинство моделей запускаются с руки, с катапульты или вертикально взлетают, что важно в труднодоступной местности. Таким образом, дроны позволяют быстро и с меньшими издержками обновлять картографические материалы об отдаленных районах, проводить инвентаризацию природных и антропогенных объектов.

Второе ключевое преимущество — безопасность работ. Традиционные геодезические изыскания в Арктике сопряжены с рисками для людей: экспедиционные группы подвергаются воздействию экстремального холода, могут столкнуться с опасностями на пересеченной местности, дрейфующем льду и т. д. Использование беспилотников значительно снижает эти риски, так как основной сбор информации ведется дистанционно. Оператор может находиться в относительной безопасности (например, в базовом лагере или населенном пункте в десятках километров) и контролировать полет дрона через телеметрию. Кроме того, за счет автоматизации полета человеческий фактор в проведении съемки уменьшается — это повышает надежность получаемых данных. По оценкам экспертов, внедрение БВС позволяет минимизировать число опасных выходов людей на местность и тем самым повысить общую безопасность геодезических работ на Крайнем Севере [5].

Третье преимущество — высокая точность и информативность данных, обеспечиваемая современными беспилотными авиационными комплексами. Фотограмметрические продукты (ортофотопланы, цифровые модели рельефа), полученные с дронов, обладают подробностью, достаточной для выявления мелких деталей рельефа, трещин во льду, следов эрозии берегов и других важных изменений. Мультиспектральные и тепловизионные съемки дают дополнительную информацию, невидимую невооруженным глазом. Таким образом, БВС выступают как универсальные платформы наблюдения, совмещающие функции картографирования и мониторинга окружающей среды. Для целей устойчивого развития это чрезвычайно ценно: управленческие решения (будь то прокладка новой дороги, выбор площадки под строительство или меры по охране природы) могут основываться на актуальных и точных данных, собранных беспилотниками.

Наконец, беспилотники относительно экологичны по сравнению с тяжелой техникой и авиацией. Большинство малых БВС используют электроэнергию (аккумуляторные батареи) и не сжигают топливо в больших объемах, не выбрасывают выхлопные газы. Их применение позволяет сократить число вылетов вертолетов или прохождение вездеходов, которые оказывают влияние на тундровые ландшафты. В комплексе с другими технологиями (спутниковое наблюдение, наземные датчики) дроны могут

стать элементом экологически безопасной системы мониторинга северных территорий.

Наряду с достоинствами, существуют и ограничения применения БВС в условиях Крайнего Севера, которые необходимо учитывать. Главный фактор — природно-климатические условия. Экстремально низкие температуры воздуха отрицательно влияют на оборудование: ресурс литий-ионных аккумуляторов на морозе резко падает, что сокращает время полета; смазочные материалы густеют; возможно обмерзание винтов и сенсоров. Большинство массовых моделей дронов рассчитаны на работу до $-20\ldots-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, что недостаточно для полярной зимы. Поэтому требуются специальные «арктические» модификации с утепленными батареями, обогревом узлов и морозостойкими материалами [5]. Кроме холода, серьезную проблему представляют сильные ветры и метели. Малогабаритные БВС чувствительны к порывам ветра — при скоростях ветра более 15 м/с полеты становятся опасными или невозможными. В Арктике же штормовой ветер — не редкость. Планировать вылеты приходится в короткие окна благоприятной погоды, что может замедлять работу. Также мешают выполнению фотосъемки частые туманы, низкая облачность, продолжительная полярная ночь (в зимние месяцы в высоких широтах попросту нет дневного света для оптической съемки). Все это ограничивает сезонность и время проведения беспилотных геодезических работ: основной период активных вылетов — поздняя весна, лето и ранняя осень, когда есть и солнце, и относительно мягкие температуры.

Еще одна группа ограничений связана с техническими характеристиками самих беспилотников. Радиус действия большинства коммерческих дронов без специального усиления связи составляет считанные километры (обычно до 5–10 км в рамках прямой видимости). Для съемки больших территорий приходится либо организовывать экспедиции с перемещением наземной станции вслед за беспилотником, либо применять дорогие решения спутникового канала. Время беспосадочного полета у легких дронов тоже невелико — мультикоптеры летают 20–40 минут, самолетные беспилотники — 2–3 часа. Если требуется покрыть, например, сотни километров береговой линии, придется выполнять серию вылетов с дозаправкой/заменой батарей. Впрочем, новые образцы, как показано выше, уже достигают 4–5 часов пребывания в воздухе [5].

Существенное ограничение — нормативное и организационное. Несмотря на развитие законодательства, до сих пор в многих случаях использование БВС требует прохождения длительных процедур согласования. Полеты вне прямой видимости, на больших высотах, вблизи населенных пунктов или объектов инфраструктуры требуют специальных разрешений от различных ведомств. В приграничных районах действуют строгие режимы на аэрофотосъемку, что тоже может препятствовать работе беспилотников. Кроме того, необходим квалифицированный персонал: в штате организации должны быть операторы, умеющие управлять аппаратом в сложных метеосло-

виях, и специалисты по обработке данных. Найти и подготовить такие кадры на местах (в удаленных северных регионах) бывает непросто. Отдельная задача — обеспечение обслуживания и ремонта техники: из-за удаленности и логистических проблем доставка запчастей или замененных дронов может занимать значительное время, а в полевых условиях сложен ремонт электроники.

Тем не менее, перечисленные ограничения постепенно преодолеваются. Технологический прогресс идет по пути создания более приспособленных к морозу и автономных беспилотных систем (пример тому — модели серии ZALA Arctic, выдерживающие -50°C [5]). Разрабатываются решения для увеличения дальности и продолжительности полета (новые типы батарей, водородные топливные элементы, использование аэродинамически эффективных планеров). Государство, со своей стороны, уже облегчило правила для легких БВС и продолжает эксперименты с расширением зон, где беспилотникам можно летать свободнее [3] [5]. Можно ожидать, что по мере накопления опыта безопасной эксплуатации дронов в Арктике будут смягчаться и нормативные барьеры — как это ранее произошло для авиации общего назначения.

Таким образом, преимущества применения БВС — скорость, безопасность, качество пространственных данных и экономия — значительно перевешивают временные трудности. Беспилотники уже сейчас доказали свою эффективность как инструмент решения геодезических и мониторинговых задач в высокоширотных регионах, а дальнейшее развитие технологий и инфраструктуры только укрепит их позиции.

Заключение

Применение беспилотных воздушных судов для геодезических изысканий и мониторинга в Арктике и на Крайнем Севере является перспективным направлением, способствующим устойчивому развитию этих территорий. Проведенный анализ показал, что дроны успешно решают проблему получения оперативных и точных данных в условиях, где традиционные методы затруднены или затратны. БВС позволяют заполнить пробел в информационном обеспечении северных регионов, предоставляя актуальные пространственные данные для проектирования и сведения для экологического контроля. Благодаря этому органы управления и предприятия получают инструмент для более обоснованного принятия решений — от планировки новых объектов до предотвращения экологических рисков.

Государственная политика РФ в области развития беспилотной авиации создает необходимые предпосылки для интеграции дронов в практику освоения Севера. Нормативные акты уже регулируют ключевые вопросы эксплуатации, а принятая Стратегия развития беспилотных авиационных систем на период до 2030 года нацелена на масштабирование технологий и формирование кадрового потенциала [3]. Появление профильных стан-

дартов (таких как ГОСТ Р 71886–2024) закрепляет методики использования БВС в геодезии и обеспечивает качество результатов [5]. В ближайшие годы можно ожидать расширения географии применения беспилотников — от точечных проектов к системной работе по аэрофотосъемке и мониторингу всей Арктической зоны РФ.

Для реализации потенциала беспилотных технологий предстоит решить ряд задач. Требуется дальнейшая адаптация дронов к полярным условиям — увеличение их автономности, всепогодности, надежности связи. Не менее важно совершенствовать инфраструктуру: создать сети базовых станций и центры обслуживания БВС в ключевых опорных пунктах Арктики. Следует продолжить работу над упрощением процедур согласования полетов, особенно для научных и государственных проектов, обеспечив при этом должный уровень безопасности и учета интересов обороны.

В заключение, беспилотные воздушные суда вносят заметный вклад в достижение целей устойчивого развития труднодоступных территорий России. Они позволяют сочетать экономическое освоение с бережным отношением к уникальной природе Арктики, благодаря возможности своевременно контролировать и предотвращать нежелательные изменения. Геодезические работы, выполняемые дронами, станут фундаментом для получения пространственных данных — основы грамотного территориального планирования. Перспективы применения БВС в Арктике представляются чрезвычайно широкими: от регулярного мониторинга состояния вечной мерзлоты и ледового покрова до сопровождения строительства крупных инфраструктурных объектов. По мере преодоления текущих ограничений роль беспилотников в освоении Севера будет возрастать, обеспечивая устойчивое развитие стратегически важных для России территорий.

Литература:

1. Воздушный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. от 11.06.2022) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Правовая база. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_14077 (дата обращения: 10.05.2025).
2. Постановление Правительства РФ от 03.02.2020 № 74. О внесении изменений в Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202002040016> (дата обращения: 10.05.2025).
3. Залецкий А. В. Перспективы развития беспилотной авиации для решения задач Арктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс] // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. — 2023. — № 3(15). — С. 42–56. URL: <https://arctic2035.ru/n15-p42> (дата обращения: 10.05.2025).
4. Геоскан. «Геоскан Lite» провел аэрофотосъемку в Якутии [Электронный ресурс] // Блог ГК «Геоскан». — 16.07.2021. URL: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/geoscan-lite-provel-aerofotosemku-v-yakutii> (дата обращения: 10.05.2025).
5. Росстандарт утвердил нацстандарт по использованию беспилотников в строительстве [Электронный ресурс] // РУБЕЖ. — 28.02.2025. URL: <https://ru-bezh.ru/zakonodatelstvo-i-normativyi/news/25/02/07/rosstandart-utverdilat-sstandart-po-ispolzovaniyu-bespilotnikov> (дата обращения: 10.05.2025).
6. ТАСС. Росприроднадзор подал в суд на «Норникель» [Электронный ресурс] // ТАСС, 08.07.2020. URL: <https://tass.ru/ekonomika/9417637> (дата обращения: 10.05.2025).
7. ZALA Aero. Многофункциональный БВС ZALA Z-16 ARCTIC пройдет испытания в Антарктике [Электронный ресурс] // Сайт Zala Aero. — 24.01.2024. URL: <https://zala-aero.com/news/mnogofunkcionalnyj-bvs-zala-z-16-arctic-projdet-ispytaniya-v-antarktike> (дата обращения: 10.05.2025).

ГЕОЛОГИЯ

Гидрогеологическая характеристика Лаявожского месторождения

Атнабаев Нияз Назипович, студент магистратуры;
Хайруллина Розалия Рамисовна, студент магистратуры;
Николаев Сергей Николаевич, студент магистратуры
Уфимский университет науки и технологий

В статье авторы исследуют геологические и гидрогеологические характеристики Лаявожского месторождения.

Ключевые слова: Лаявожское месторождение, геологическая модель, гидрогеологическая характеристика.

Лаявожское нефтегазоконденсатное месторождение

Лаявожское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) расположено в Ненецком автономном округе Архангельской области в 80 км восточнее г. Нарьян-Мар.

Открыто в 1971 г., находится в эксплуатации. Центр добычи — г. Нарьян-Мар. Приурочено к антиклинали Лайского вала (Денисовская впадина). Геологически относится Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. В нарьян-марскую группу входят Кумжинское, Василковское, Коровинское, Ванейвисское и Лаявожское газоконденсатные месторождения.

Выявлено три залежи: газоконденсатная в нижней перми, нефтегазоконденсатная в нижней перми — верхнем карбоне и газовая в нижней триасе. Основная (газоконденсатная) залежь связана с карбонатными коллекторами сакмарского яруса нижней перми. Тип коллектора — порово-трещинный. Эффективная мощность 14,6 м. Залежь пластовая сводовая, литологически экранированная. Высота залежи 189 м. Начальное пластовое давление 24,5 МПа, t 58 °С. Содержание метана 80 %, конденсата 71 г/м³. Способ эксплуатации фонтанный.

Запасы углеводородов месторождения составляют по категориям C^1+C^2 в 9,8 млн т. нефти и 140,1 млрд м³ газа. Ближайшие ж/д станции — Печора и Усинск — удалены от месторождения по прямой соответственно на 295 и 220 км к юго-востоку.

В 2018 г. Газпром и ЛУКОЙЛ подписали соглашения о намерениях по совместному освоению Ванейвисского и Лаявожского месторождений. Тогда стороны наметили общие условия и порядок создания на паритетной основе совместного предприятия. Соглашение о стратегическом партнерстве между компаниями действует с 2014 г. сроком на 10 лет.

Геологическая модель строения залежей нефти и газа Лаявожского месторождения

Лаявожская структура приурочена к северной части Лайского вала и представляет собой крупную брахиантиклинальную складку северо-западного простирания, западное крыло которой пологое, восточное крутое.

Нефтегазоконденсатная залежь в отложениях верхнего карбона-нижней перми является сводовой, массивной. Высота газовой шапки 59 м, нефтяной подгазовой залежи (подушки) — 20 м. Размеры залежи в контуре нефтеносности 20х7,5 км, в контуре газоносности — 17х6 км.

Коллектор порового и порово-кавернового типа представлен карбонатными породами. Максимальная нефтегазонасыщенная мощность достигает 26,8 м, принятая для подсчета эффективная нефтенасыщенная мощность составляет 4,1 м, газонасыщенная — 4,76 м. Открытая пористость для газонасыщенной части разреза составляет 17 %, нефтенасыщенной — 15 %. Покрышкой для залежи служит толща уплотненных трещиноватых карбонатных участками глинистых пород ассельско-сакмарского возраста мощностью 84–130 м.

Максимальный дебит нефти при испытании составил 194,1 т/сут. Максимальный дебит конденсатного газа — 328 тыс.м³/сут через диафрагму 17,1 мм.

Нефть в залежи средней плотности, малосернистая, малосмолистая, малоасфальтенистая и парафинистая.

Газ в газовой шапке характеризуется плотностью по воздуху 0,799, является сухим, азотным, с низким содержанием углекислого газа. Сероводород в составе газа отсутствует.

Практически все запасы нефти Лаявожского месторождения сосредоточены в этой залежи, а запасы конденсатного газа составляют 10,4 % от запасов газа всего месторождения.

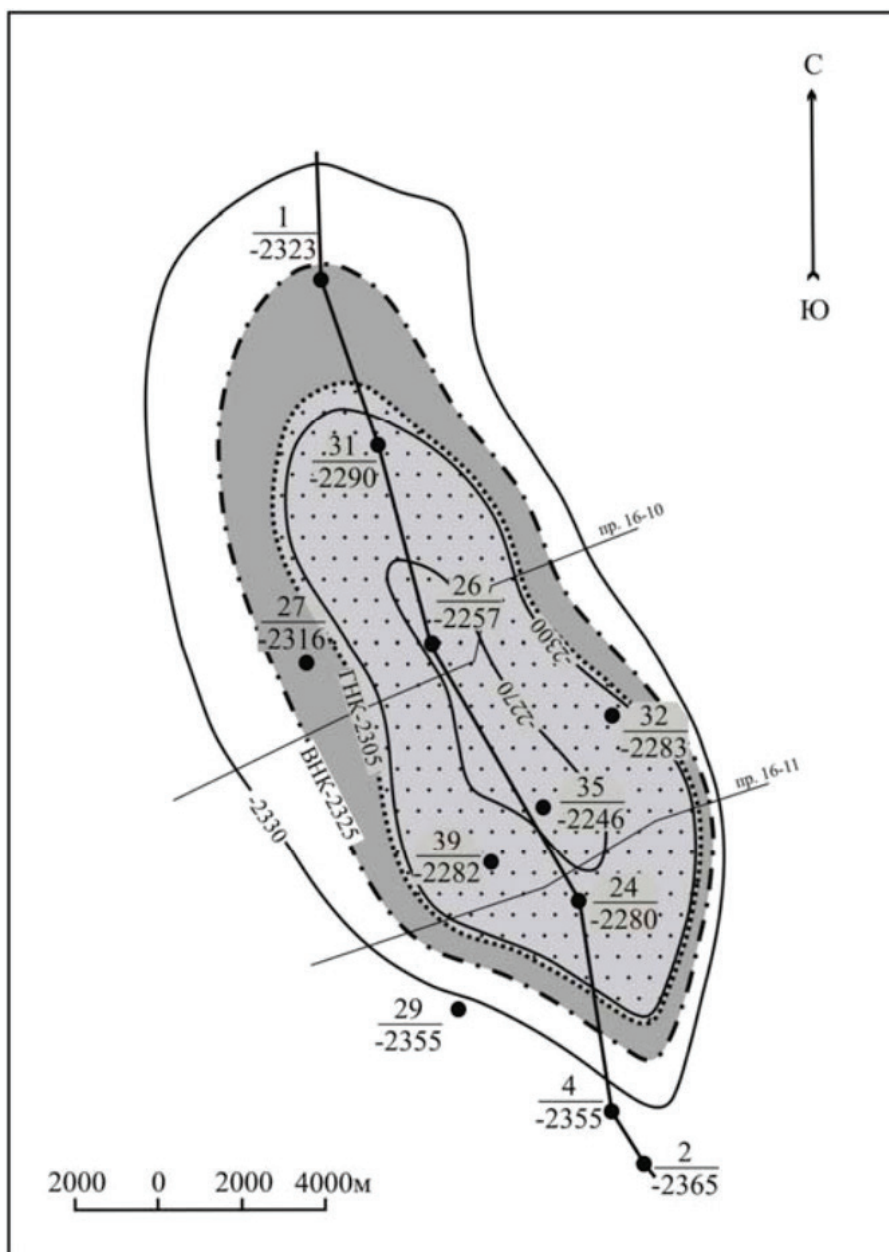


Рис. 1. Лаявожское нефтегазоконденсатное месторождение

Газоконденсатная залежь в карбонатных отложениях асельского яруса нижней перми литологически-экранированная. Среднее значение газонасыщенной мощности принято равным 1,9 м, открытая пористость составляет 13 %.

При совместном опробовании пластовой залежи («Р_{1а}») и массивной («С₃-Р_{1а}») получен конденсатный газ дебитом 217,8 тыс.м³/сут.

Запасы свободного газа в залежи составляют 0,5 % от запасов газа месторождения.

Газоконденсатные залежи в карбонатных отложениях сакмарского яруса нижней перми (пласты сводовые, пластовые, ограниченные на севере и северо-востоке литологическим экраном. Полностью все 4 пласта прослеживаются лишь на юго-восточном участке структуры. Из-за наличия широко развитой системы трещин в карбонатной части разреза все пласты образуют гидродина-

мически единый резервуар массивного типа, благодаря чему состав газа всех пластов практически одинаков.

Продуктивные отложения представлены органогенными известняками с поровым и каверно-поровым типами коллекторов и пористостью 15–22 %, разделенных прослоями глинистых известняков. Покрышкой для залежи служит толща глинистых известняков и глин артинского яруса, мощность которой увеличивается с юга на север от 157 м до 201 м.

Глубина залегания залежей составляет 2220–2240 м, газонасыщенные мощности изменяются от 0 до 12 м, высоты залежей — 52 (пласт III) — 189 м (пласт I).

Максимальный дебит газа составил 556 тыс.м³/сут. (на 22 мм штуцере) при испытании пласта И.

Газ залежей сухой, этановый, бессероводородный. Конденсат легкий (0,720 г/см³).

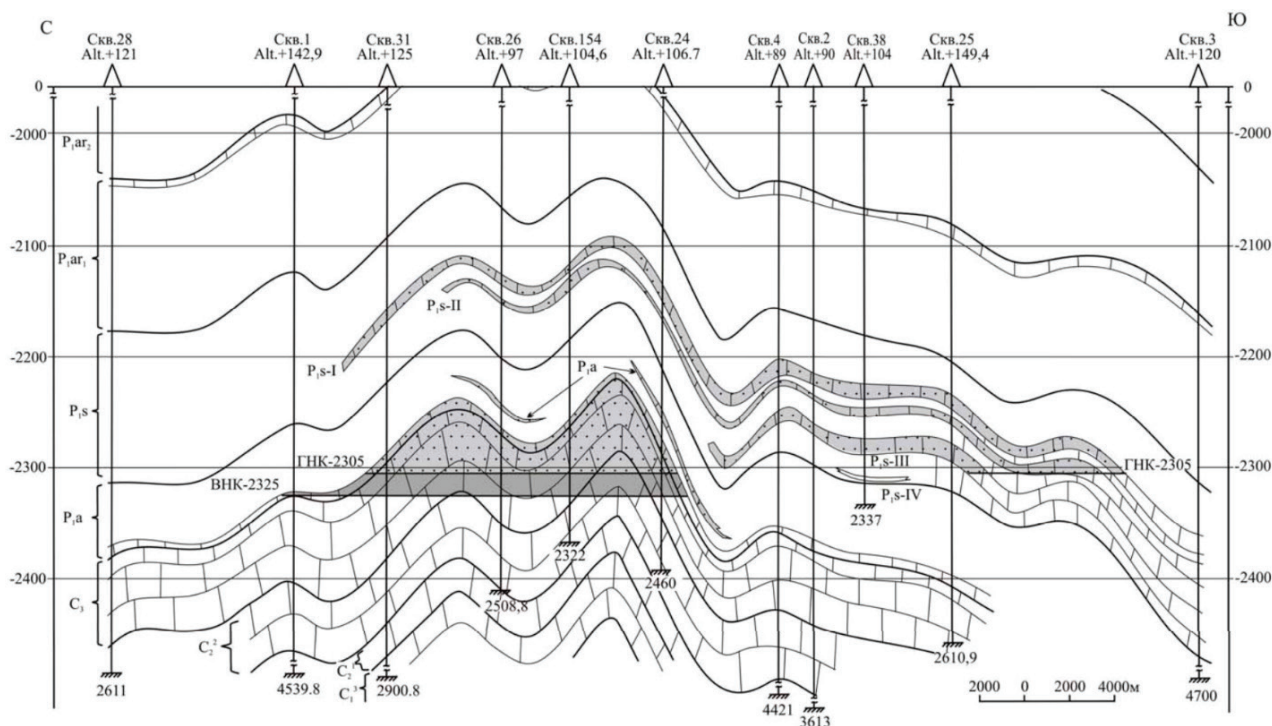


Рис. 2. Геологический разрез продуктивных отложений карбона-перми

По запасам свободного газа пласт «I» содержит 64 % от запасов всего газа по месторождению.

Гидрогеологическая характеристика Лаявожского месторождения

Лаявожское нефтегазоконденсатное месторождение находится на одноименной антиклинали в северной части Лайского вала, расположенного в Денисовской впадине. Площадь месторождения 355 км².

Вскрытый разрез сложен породами от девонского до четвертичного возраста. Выделяют среднедевонско-нижнефранский, верхнедевонско-нижнекаменноугольный, визейско-серпуховский, каменноугольно-нижнепермский, верхнепермский, нижнетриасовый, средневерхнетриасовый, средневерхнеюрский, мел-четвертичный водонефтегазоносные и нижнефранский, нижнекаменноугольный, серпуховский, нижне-верхнепермский, нижнетриасовый, верхнетриасовый, юрско-меловой водопорные комплексы.

Пластово-массивная сводовая, литологически ограниченная с севера газоконденсатная залежь с 20-метровой нефтяной подушкой приурочена к нижнепермским и средневерхнекаменноугольным известнякам. Она вскрывается на глубинах 2300–2450 м. Пачками глинисто-карбонатных пород залежь разделена на несколько эксплуатационных объектов. Коллекторы трещинно-порово-каверновые со средней пористостью 15–22 % и проницаемостью $(45–810) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$, а в наиболее закарстованных интервалах до $(1,4–6,4) \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$. Кроме того, в базальном пласте нижнего триаса обнаружена мелкая

газовая залежь (пористость песчаников 11–25 %, проницаемость до $650 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$).

Среднедевонско-нижнефранский комплекс вмещает рассолы хлоридно-кальциевого типа с минерализацией 188,5 г/л, обогащенные бромом (628 мг/л), с присутствием иода (10 мг/л) и бора (66 мг/л). Пластовая температура достигает 112,8° С. Комплекс на данной площади находится в зоне сверхгидростатического давления: получен фонтан сильно газированной воды дебитом 1000 м³/сут при статическом устьевом давлении 15,2 МПа.

Визейско-серпуховский комплекс водоносный, притоки в скважинах из интервала глубин 2770–2900 м и достигают 200 м³/сут.

Каменноугольно-нижнепермский комплекс содержит рассолы хлоридно-кальциевого типа с минерализацией 98–128 г/л и концентраций, мг/л: брома 217–293, иода 14–24, бора 65. Растворенные газы азотнометанового состава, газовый фактор до 1050 см³/л. Уровни вод в скважинах устанавливаются около отметки 15 м. Дебиты изменяются от 3–10 до 300–450 м³/сут, а из закарстованных интервалов получены притоки 1500–1700 м³/сут.

Воды верхнепермского и нижнетриасового комплексов — того же типа, с минерализацией 55–86 г/л, содержат бром (94–405 мг/л) и иод (7–18 мг/л). Газонасыщенность вод 650–790 см³/л, газ азотно-метанового состава.

В средневерхнетриасовом комплексе минерализация вод снижается до 28 г/л без изменения типа. Количество брома уменьшается до 64, а иода до 7 мг/л.

Средневерхнеюрский комплекс вмещает в основном солоноватые (3–5 г/л) воды сульфатно-натриевого типа, содержание брома до 6 мг/л, иод отсутствует.

Таблица 1. Химический состав подземных вод Лаявожского месторождения

Возраст пород	Интервал перфорации, м	Ионный состав, мг/л {в числителе), мг экв/л (в знаменателе)								Микроэлементы, мг/л		Тип вод	Воды
		Cl-	SO42-	HCO-3	Ca2 +	Mg2 +	Na +	K +	Br-	I-			
D2 — D3 f ₁	4450—4500	115300/3253	450/9,5	30/0.5	15000/750	1200/97	554000/2407	340/8.7	628	10	188,5 1128	хк	Нижние
C ₂₋₃	2553—2611	65800/1856	1040/21.6	1010/16.8	5300/264	1300/103	34500/1502"	1000/25.6	243	14	110,4 1076		
C ₃	2443—2448	60600/1710	1220/15.4	800/13.1	4700/233	1400/113	32300/1405		218	17	101,4 1072	»	Подошвенные
P ₁	2431—2438	69100/1950	600/12.6	90/1.5	8600/432	1500/126	32400/1409		225	15	112,7 1079	»	Нижние краевые
P ₂	1869—1893	44300/1250	10/0.2	10/0,1	5800/288	1300/106	19700/858		132	9	71,3 1053	»	Верхние
T ₁	1534—1539	36500/1030	10/0,2	20/0,3	5200/258	900/70	16100/700	50/-	94	7	58,9 1043	»	
T ₂₋₃	1237—1253	17400/490	20/0,5	70/1.1	2300/113	200/19	8300/-		64	7	28,3 1020	»	»
J ₃	630—636	1700/49	160/3,4	240/3,9	800/4	4/0,3	1200/52		5	Не опр	3/4 1003	сн	»

Таблица 2. Характеристика газов подземных вод Лаявожского месторождения

Возраст пород	Интервал перфорации, м	Глубина, м и способ отбора пробы	Температура пласта, °С	Минерализация воды, г/л	Газовый фактор, см³/л	Объемная доля, %							Общая упругость газа, МПа	Рг/Рв
						H2	CO2	CH4	C2H6	C3H8	C4H10+в	N2+ редкие		
P ₁	2431–2438	2430. ПД-3	60,8	112.7	1050	0,5	0,1	40.3	1,1	0,2	0,2	48,6	8,2	0,34
P ₂	1869–1893	1800. ПД-3	44	71.3	790	Не обн	0,2	78,4	1,4	0,4	0,8	19,0	4,5	0,26
T ₁	1534–1539	1510, ПД-3	32,7	58,9	650	Не обн		78,8	1,6	0,1	Следы	19,5	3,0	0,22

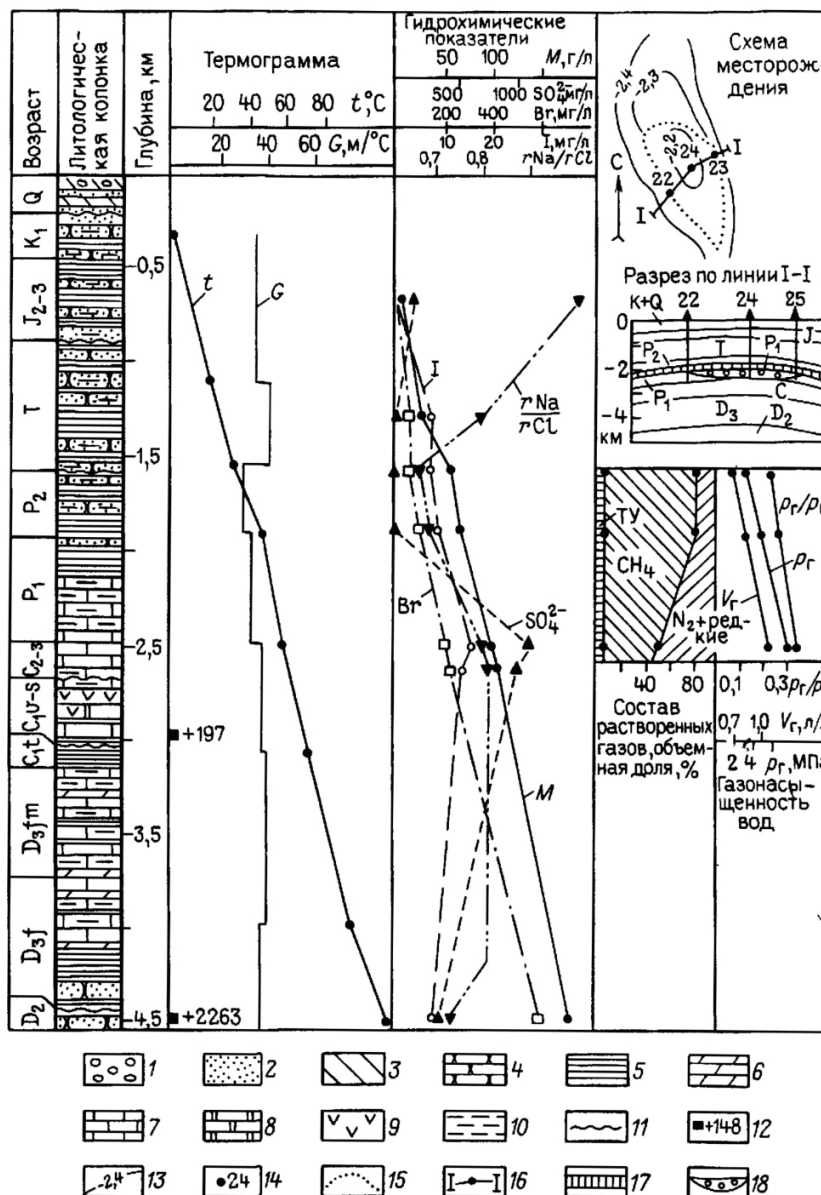


Рис. 3. Сводный гидрогеологический разрез Лаявожского месторождения

Условные обозначения: 1 — галька и валуны, 2 — песок и супесь, 3 — суглинок, 4 — песчаник и алевролит, 5 — глина и аргиллит, 6 — мергель, 7 — известняк, 8 — доломит, 9 — гипс и ангидрит, 10 — глинистость пород, 11 — стратиграфическое несогласие, 12 — абсолютная отметка статического уровня в пересчете на пресную воду, м, на схеме месторождения: 13 — изогипсы кровли нижнепермских известняков, км, 14 — скважина, 15 — общий контур продуктивности, 16 — линия разреза, на разрезе по линии I—I; 17 — водоупорный комплекс (основная покрывка на месторождении), 18 — газовая или газоконденсатная залежь.

Литература:

1. Мартынов, А. В. Геологические модели строения залежей нефти и газа [Текст]: метод. указания / А. В. Мартынов. — Ухта: УГТУ, 2013. — 23 с
2. Прищепа О. М., Богацкий В. И., Макаревич В. Н., Чумакова О. В., Никонов Н. И., Куранов А. В., Богданов М. М. Новые представления о тектоническом и нефтегазогеологическом районировании Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции / Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2011. -Т.6. — № 4. — Электронный ресурс URL:http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011.pdf (дата обращения: 21.05.2025 г.).
3. Гайдукова Т. А. «Нефтегазоносные провинции и области России». Учебное пособие, 2006 г. 113 с
4. Воды нефтяных и газовых месторождений СССР: Справочник/Под ред. Л. М. Зорькина. — М.: Недра, 1989 — 382 с.: ил.

5. Горная энциклопедия. / Гл. ред. Е. А. Козловский; Г69 Ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др. — М.: Сов. энциклопедия. Т. 3. Кенган — Орт. 1987. 592 с.
6. Пармузина Л.В. Строение, условия формирования верхнедевонского комплекса Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и прогноз коллекторов: автореферат дис. доктора геолого-минералогических наук. — С.-Петербург, ИГКНЦ УрО РАН, 2005. — 50 с. Электронный ресурс URL: https://new-dissert.ru/_avtoreferats/01002901677.pdf (дата обращения: 21.05.2025 г.).
7. Тимано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения / М. Д. Белонин, О. М. Прищепа, Е. Л. Теплов и др. — С.-Петербург, Недра, 2004. — 396 с.

Карстовые процессы на территории Уфы на примере микрорайона Нижегородка

Бадретдинова Диана Раилевна, студент

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

Город Уфа находится в зоне активного карстообразования и суффозии, что создаёт серьёзные риски для городской инфраструктуры. Сложные геолого-гидрогеологические условия территории способствуют возникновению провалов, подтоплений и других опасных процессов. В статье рассматриваются особенности карстовых процессов г. Уфа на примере микрорайона Нижегородка, причины их проявления и меры по снижению рисков.

Ключевые слова: карст, суффозия, инженерные изыскания, мониторинг карста, кунгурский ярус, провал.

Karst processes in the territory of Ufa city: a case study of the Nizhegorodka microdistrict

The city of Ufa is located in an active karst and suffusion zone, posing significant risks to urban infrastructure. The complex geological and hydrogeological conditions of the area contribute to the formation of sinkholes, waterlogging, and other hazardous processes. This paper examines the characteristics of karst processes in Ufa, using the Nizhegorodka microdistrict as a case study, along with their causes and potential risk mitigation measures.

Keywords: karst, suffusion, engineering surveys, karst monitoring, Kungurian stage, sinkhole.

Территория Республики Башкортостан известна широким распространением и разнообразием карста в равнинно-платформенной и горно-складчатой областях. Наибольшее развитие он имеет в Башкирском Предуралье и на западном склоне Южного Урала. Карстующиеся карбонатные и сульфатные отложения пермского, каменноугольного и девонского возраста здесь во многих местах выходят на поверхность, либо залегают близко от нее, создавая характерные формы наземного и подземного карстового рельефа в виде различных округлых или протяженных понижений — западин, блюдц, воронок и озер, оврагов, суходолов, провалов, пещер и др. (Р. Ф. Абдрахманов и др., 2002)

Геологическая обстановка Уфы и ее окрестностей характеризуется наличием ряда опасных природных процессов. К ним относятся карстовые явления, связанные с растворением горных пород, суффозия, вызывающая просадки грунта, оползневые процессы на склонах, линейная и плоскостная эрозия почв, а также подтопление и затопление территорий. Эти процессы обусловлены как природными факторами, так и антропогенным воз-

действием, что создает дополнительные риски для градостроительной деятельности. В таких условиях требуется тщательный анализ геологической среды и разработка специализированных инженерно-технических решений для минимизации негативных последствий.

Микрорайон Нижегородка в г. Уфа представляет собой типичный пример территории с интенсивным развитием карстово-суффозионных процессов. Согласно региональной типизации карста Республики Башкортостан, данный участок относится к равнинному сульфатному карсту с недостаточным питанием (менее 500 мм осадков в год).

Гидродинамический профиль территории характеризуется развитием зон горизонтальной и сифонной циркуляции подземных вод, что создает исключительно благоприятные условия для активного карстообразования и сопутствующих суффозионных процессов.

Основными карстующимися породами на территории Нижегородки являются гипсы кунгурского яруса. Они залегают на разных глубинах:

— В южной и восточной частях — на глубинах 13,0–27,0 м (абс. отметки 63,4–80,9 м БС).

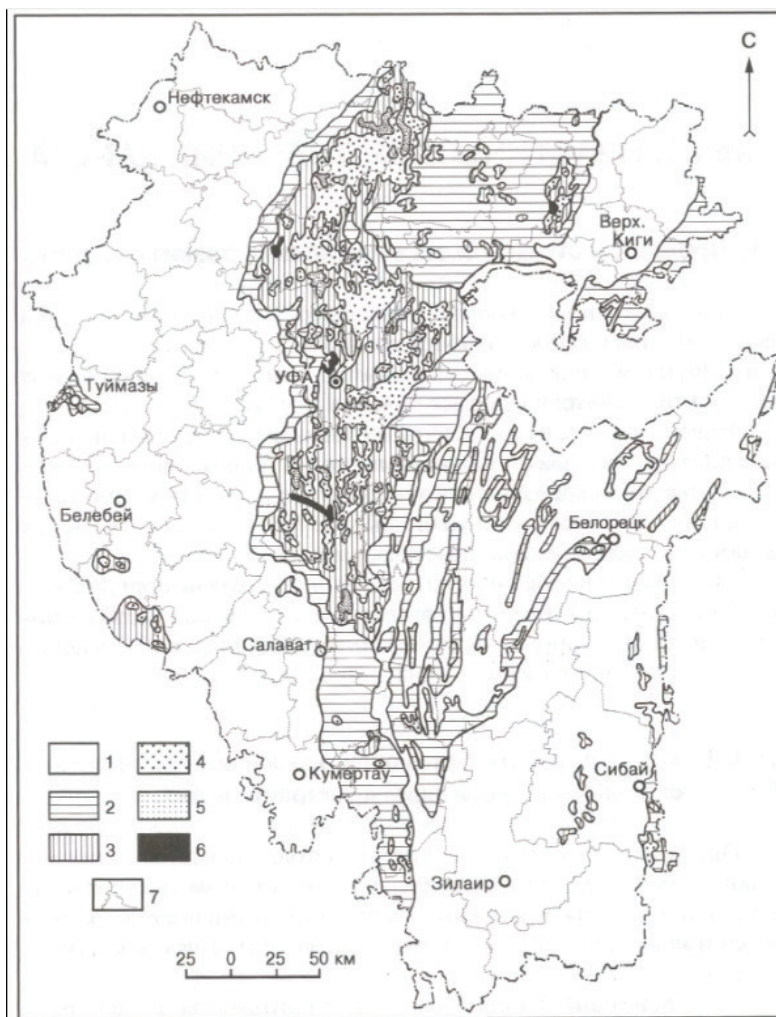


Рис. 1. Пораженность территории Республики Башкортостан поверхностными карста (Р. Ф. Абдрахманов и др., 2002): 1 — площади с отсутствием поверхностных карстопоявлений или локальным их распространением. Площади с пораженностью поверхностных карстопоявлений преимущественно: 2 — менее 2 %; 3–1 — 5 %; 4–5 – 15 %; 5–15–25 %; 6 – более 25 %. 7 — границы административных районов

— В центральной и западной частях — на глубинах 30,4–58,2 м (абс. отметки 29,8–58,5 м БС).

— В крайней северной части гипсы не вскрыты до глубины 66 м.

Гипсы сильно трещиноватые, выветрелые, с открытыми и заполненными карстовыми полостями высотой 0,5–4,3 м, а также зонами дезинтеграции, сложенными глиной с щебнем.

Территория характеризуется прирусловым гидрологическим режимом, зависящим от уровня р. Белой. Амплитуда колебаний уровня подземных вод достигает 8–9 м, что создает эффект «гидрологического насоса», способствующего суффозии и карстообразованию.

На отдельных участках наблюдается подпитка карстовых вод за счет аллювиальных вод, которые слабоминерализованы и агрессивны по отношению к гипсам.

На территории микрорайона Нижегородка выделены:

— Карстовые поля, объединяющие 62 воронки (средний диаметр 15–50 м).

— Суффозионно-карстовые понижения (блюдцеобразные, глубиной 1,0–2,5 м).

С 1962 по 2018 год было зафиксировано 6 карстовых провалов, последний провал имел размеры 10,5×9,1 м, глубина 2,2 м.

Территория относится к потенциально опасной и опасной в карстово-суффозионном отношении. (СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений..., 2016).

Рекомендации по снижению рисков

1. Противокарстовые мероприятия:

- Укрепление грунтов, дренажные системы.
- Контроль застройки в опасных зонах.

2. Геотехнический мониторинг:

- Регулярные наблюдения за деформациями.
- Прогнозирование новых провалов.

3. Научно-техническое сопровождение строительства для минимизации аварийных рисков.

Непрерывность действий опасных геологических процессов на территории города Уфа, меняющих во времени структурный каркас «полуострова», приводя его к еще большему ослаблению несущих возможностей массива, требует организации постоянного мониторинга.



Рис. 2. Карстовый провал в микрорайоне «Нижегородка» Ленинского района ГО г. Уфа. (В. Г. Камалов и др., 2019)

Как видно из стратиграфической колонки карстующихся пород г. Уфы, особенности литологического состава и залегания пород играют ключевую роль в развитии карстовых процессов. Помимо современных методов картографирования с использованием ГИС-технологий и статистических методов, позволяющих уточнить интен-

сивность провалообразования в пределах геоморфологических элементов рельефа, лабораторное моделирование карстообразования может позволить спрогнозировать развитие карстовых полостей, оценить их влияние на строительные объекты и разрабатывать меры противокарстовой защиты.

Стратиграфическая колонка карстующихся пород г. Уфа

Группа	Система	Отдел	Ярус	Свита (горизонт)	Индекс	Литология	Мощность, м	Краткая характеристика пород
Палеозойская	Пермская	Верхний	Уфимский	Шешминский горизонт	P_{1s_2}		до 33,0	Глины красноцветные с прослоями аргиллита, алевролита, песчаника и мергеля
					P_{1s_1}		до 35,0	Известняки, мергели, глины аргиллитоподобные с прослоями песчаника и алевролита
				Соликамский горизонт	P_{2sk}		до 40,0	Известняки, мергели глинистые трещиноватые, глины аргиллитоподобные
		Нижний	Кунгурский	Иреньский горизонт	P_{1in}		до 20,0	Гипс бело-серый кристаллический, в кровле выветрелый до щебенисто-мучнистого состояния, с глубиной трещиноватый кавернозный до монолитного. Ангидрит голубовато-серый, массивный

составила: Бадретдинова Д.Р., 2025

Рис. 3. Стратиграфическая колонка карстующихся пород г. Уфы

Источник: составлена автором

Это особенно важно для Уфы, где около 40 % городской территории подвержено карстовым явлениям и ежегодно фиксируются новые провалы. Современные исследования демонстрируют эффективность лабораторного моделирования для решения подобных задач.

Для условий города Уфа наиболее перспективным представляется применение химико-кинетического моделирования, позволяющего изучать скорость растворения карбонатных и сульфатных пород под воздействием подземных вод. В экспериментах целесообразно использовать

природные воды из карстовых горизонтов Уфы, что повысит точность моделирования. Важно учитывать такие факторы, как минерализация воды, скорость её движения и температура, поскольку они напрямую влияют на интенсивность карстообразования.

Например, исследования Уткина М. М. в Нижегородской области показали, что скорость растворения гипса в высокоминерализованных водах может быть в 1,5–2 раза ниже, чем в пресных, что необходимо учитывать при прогнозировании развития карстовых полостей в условиях города.

Лабораторное моделирование карстообразования является мощным инструментом для прогнозирования

и снижения рисков, связанных с карстовыми процессами в г. Уфа. Внедрение современных методик, включая химико-кинетические эксперименты, моделирование на эквивалентных материалах и ГИС-технологии, позволит повысить точность инженерно-геологических прогнозов и обеспечить безопасность строительства в карстоопасных районах. Особенно актуально проведение детальных исследований с учетом местных геологических и гидрогеологических условий для микрорайона Нижегородка, так как территория исследования еще не была подвержена сильным техногенным воздействиям.

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. Камалов В. Г. Опасные геологические процессы на территории Уфимского «полуострова» (Инженерная геодинамика): [монография] / В. Г. Камалов, В. И. Барышников, 2019. — 239 с.
3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83 — Введ. 2017–06–01. — М.: Минстрой России, 2016. — 163 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206> (дата обращения: 10.05.2025.2025).
4. Уткин М. М. Исследование скорости растворения гипсов в условиях различной минерализации подземных вод. — Нижний Новгород: ННГАСУ, 2020. — 145 с.
5. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11–02–96. — М.: Минстрой России, 2016. — 89 с.

Геологическое строение и нефтеносность Башкирского свода

Лукина Светлана Витальевна, студент магистратуры
Уфимский университет науки и технологий

В статье охарактеризованы геологическое строение и нефтеносность Башкирского свода Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Ключевые слова: нефть, нефтеносность, нефтегазоносная область, Башкирский свод.

Башкирский свод — это крупная положительная структура (подняtie) в фундаменте Восточно-Европейской платформы, расположенная на территории Республики Башкортостан, относится к Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (рис. 1).

Башкирский свод (170x130 км) имеет северо-западное простирание, со смещенной к юго-востоку вершиной. Юго-западный склон свода ограничен крупным тектоническим нарушением, северо-западный — Дубовогорским, Гожано-Гондаревским, Куединским поднятиями [1]. По отношению к Осинско-Калтасинскому прогибу является навешенной структурой инверсионного характера.

На северо-западе и северо-востоке граничит с Верхне-Камской впадиной и Бымско-Кунгурской впадиной, на юге — Благовещенской впадиной, на западе — Бирской седловиной, на востоке и юго-востоке — Юрюзано-Сылвенской депрессией и Каратауским поднятием [3].

Башкирский свод сложен древним архей-протерозойским фундаментом, сложенным метаморфическими и магматическими породами (граниты, гнейсы, кристаллические сланцы и др.). Фундамент служит основанием для осадочного чехла, состоящего из мощной толщи осадочных пород. Возраст отложений варьируется от рифея (поздний протерозой) до кайнозоя. Осадочный чехол является основным нефтегазоносным комплексом Башкирского свода. Рассмотрим его стратиграфию поподробнее.

Рифейские и вендские отложения: терригенные породы (песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты). Имеют ограниченное распространение и небольшое значение для нефтегазоносности.

Палеозойские отложения наиболее важны для нефтегазоносности. Девонская система сложена терригенными и карбонатными породами. Турнейский, башкирский и московский ярусы карбона — важные нефтегазоносные

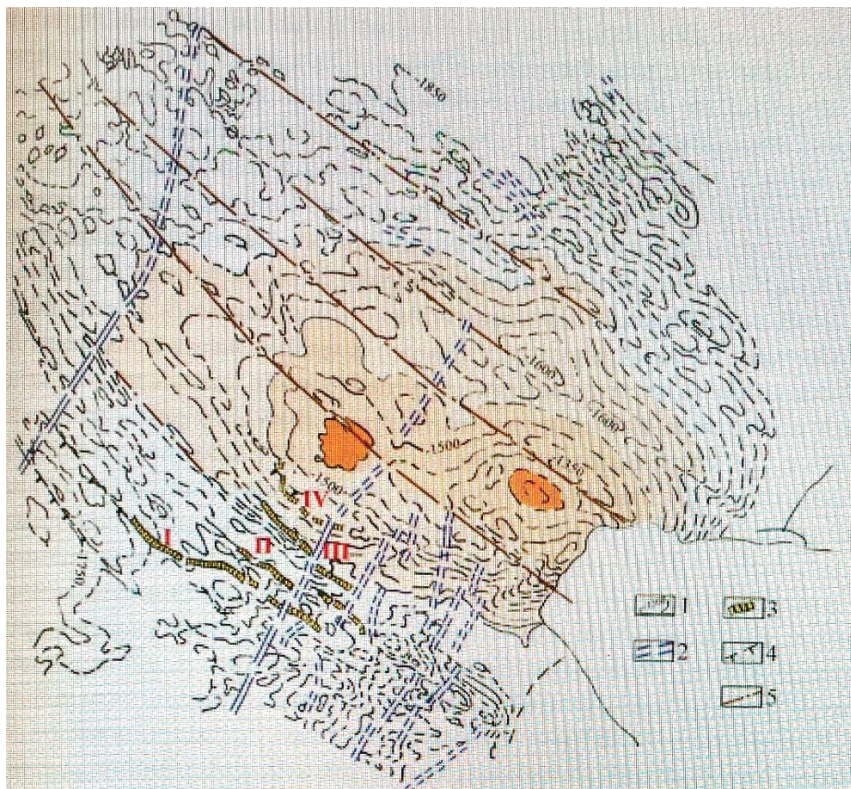


Рис. 1. Структурная карта Башкирского свода по поверхности отложений тиманского горизонта [2]

- 1 — изогипсы поверхности тиманского горизонта, м; 2 — грабенообразные прогибы;
3 — погребённые тектонические флексуры; 4, 5 — предполагаемые дизъюнктивы

горизонты. В пермской системе распространены карбонатные и эвапоритовые (гипсы, ангидриты, каменная соль) отложения. Кунгурский ярус служит региональной покрывкой.

Мезозойские отложения (триас, юра, мел) не имеют большого значения для нефтегазоносности, сложены преимущественно терригенными породами.

Кайнозойские отложения (палеоген, неоген, четвертичные отложения) представлены рыхлыми осадочными породами (глины, пески, суглинки).

Башкирское сводовое поднятие прослеживается по поверхности венда и кровле терригенной толщи верхнего девона, чётко отображается и по кровле карбонатных отложений нижнего карбона.

Башкирский свод по кровле терригенной толщи и подошве карбонатного девона занимает наиболее высокое гипсометрическое положение (минус 1250 м) в зоне сочленения с тектоническим комплексом уралид Каратау и в районе Красноключевской вершины [2].

В структурном плане по поверхности терригенного девона Башкирский свод по своему строению асимметричен. Периклинальные его части резко отличны и характеризуются различными формами строения склонов.

Склоны свода осложнены многочисленными локальными структурами: валами, брахиантиклиналями, выступами, уступами и др., в расположении которых имеются определенные закономерности.

Тектоническое строение Башкирского свода представляется по терригенному девону в виде линейных блоков, ориентированных с юго-востока на северо-запад и погружающихся от центрального блока на юго-юго-запад и северо-северо-восток. В свою очередь, блоки по кровле кыновского горизонта (подошве карбонатного девона) погружаются на северо-запад.

Изученность свода глубоким бурением и сейсморазведкой неравномерная: опойсканы в различной степени Кушкульская вершина в центральной части свода, северный и северо-западный склоны. Кушкульская антиклиналь в центральной части свода поднятия является самой крупной структурой.

Северо-западные и северо-восточные части склона пологие. На южном склоне развиты субширотные разломы, с которыми связаны структурные ступени, осложнённые Бирско-Туктаровским, Биштиновским, Ново-Фёдоровским, Пильцевским локальными поднятиями; в субмеридиональных нарушениях расположены Казанковский, Уфимско-Каменский, Чурашевский прогибы. Юго-западная часть склона узкая и крутая. Западный склон огибает Кудашевскую мульду. Восточный склон осложняется субмеридиональными надвигами и сбросами. По отложениям нижней перми сводовая часть смещена к северо-востоку и выделяется в виде Уфимского плато. На структуре расположены субширотные (Западно-Башкирский, Нуримановский, Орьбаш-Чераульский, Южно-Башкирский)

и субмеридиональные валы. Восточная часть характеризуется отсутствием отложений кунгурского яруса и значительной части артинского яруса.

В районе Башкирского свода нефтяные месторождения развиты в его центральной части (Кушкульское) и, главным образом, по северо-западному и северному

склонам свода. На северо-западном склоне и прилегающей части Верхне-Камской впадины сосредоточено несколько десятков месторождений (Орьбашское, Игровское, Бураевское и др.). Они связаны с рифами и структурами облекарт бортовых зон Шалымского прогиба. Всего на своде открыто 24 нефтяных месторождений [4].

Литература:

1. Багманова С. В., Степанов А. С. и др. Геология Волго-Уральской нефтегазоносной провинции: учебное пособие. — Оренбург: Оренбург. гос. ун-т, 2019. — 127 с.
2. Лозин Е. В. Геология и нефтеносность Башкортостана. — Уфа: БашНИПИнефть, 2015. — 703 с.
3. Ованесов Г. П. Формирование залежей нефти и газа в Башкирии, их классификация и методы поисков. — М.: Гостехиздат, 1962. — 295 с.
4. Хачатрян Р. О. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Волжско-Камской антеклизы. — М.: Наука, 1979. — 169 с.

Яр-Бишкадакское месторождение каменной соли

Сайфуллина Гузель Жамиловна, студент магистратуры

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

В статье рассматривается геологическое строение Яр-Бишкадакского месторождения.

Ключевые слова: Яр-Бишкадакское месторождение, каменная соль, рассол.

Яр-Бишкадакское месторождение каменной соли — месторождение, расположенное в городе Ишимбае и Стерлитамакском районе Республики Башкортостан. Яр-Бишкадакский рассолопромысел является одним из крупнейших в мире предприятий по добыче каменной соли бесшахтным способом. В геологическом отношении месторождение расположено в пределах восточной окраины русской платформы и приурочено к западному борту Бельской зоны Предуралья Краевого прогиба. Река Белая разделяет месторождение на правобережный и левобережный участки.

Впервые залежи каменной соли в окрестностях деревни Яр-Бишкадак были обнаружены в 1931 году при бурении поисковых скважин на нефть. На глубине свыше 500 м все скважины вошли в мощный пласт чистой каменной соли. Глубина залегания соляных пластов, разделённых между собой пропластками ангидритово-глинистых пород, составила по данным геологоразведки 500–1200 метров, мощность до 670 метров при протяжённости в 2 км. Наибольшую ценность в промышленном отношении представляет чистая галитовая порода, которая при выщелачивании путем подземного растворения соли через буровые скважины даёт рассол кондиционного качества для содового производства.

В геологическом разрезе месторождения по данным бурения разведочных и эксплуатационных скважин выделены нижнепермские отложения (артинский, кунгурский и уфимский ярусы), а также неогеновые отложения

и четвертичные образования, которые залегают с поверхности. Отложения артинского яруса представлены глинисто-мергелистыми известняками и вскрыты на глубинах около 1160 м.

Продуктивные отложения кунгурского яруса на месторождении разделены на три толщи. Нижняя — карбонатно-ангидритовая, представлена чередованием доломитов, мергелей, ангидритов, известняков и глин. Вскрытая мощность составляет около 200 м. Средняя — соляная залежь в основном состоит из трех пластов каменной соли, разделённых между собой пропластками, ангидритов — глинистых пород мощностью от 30 до 270 м. Пласты соли имеют сложное строение, обусловленное многочисленными раздувами и утончениями, и нередко полностью выклиниваются. Верхняя — гипсоангидритовая толща, мощность которой изменяется от 240 до 608 м и в среднем составляет 350 м.

Соленосная толща имеет сложное строение, характеризуется фациальной изменчивостью, резким колебанием глубин залегания подошвы и кровли соли. Особенности месторождения заключаются в сложной гипсометрии пластов каменной соли, наличием на отдельных участках мощных несолевых прослоев, разделяющих солевые пачки.

Геологический разрез представлен на рисунке 1.

Стволы скважин закрепляются колоннами обсадных труб до верхней границы отработки соли с целью изоляции соляной залежи от надсоленосных отложений и создания герметичной системы: соляная толща — камера — сква-

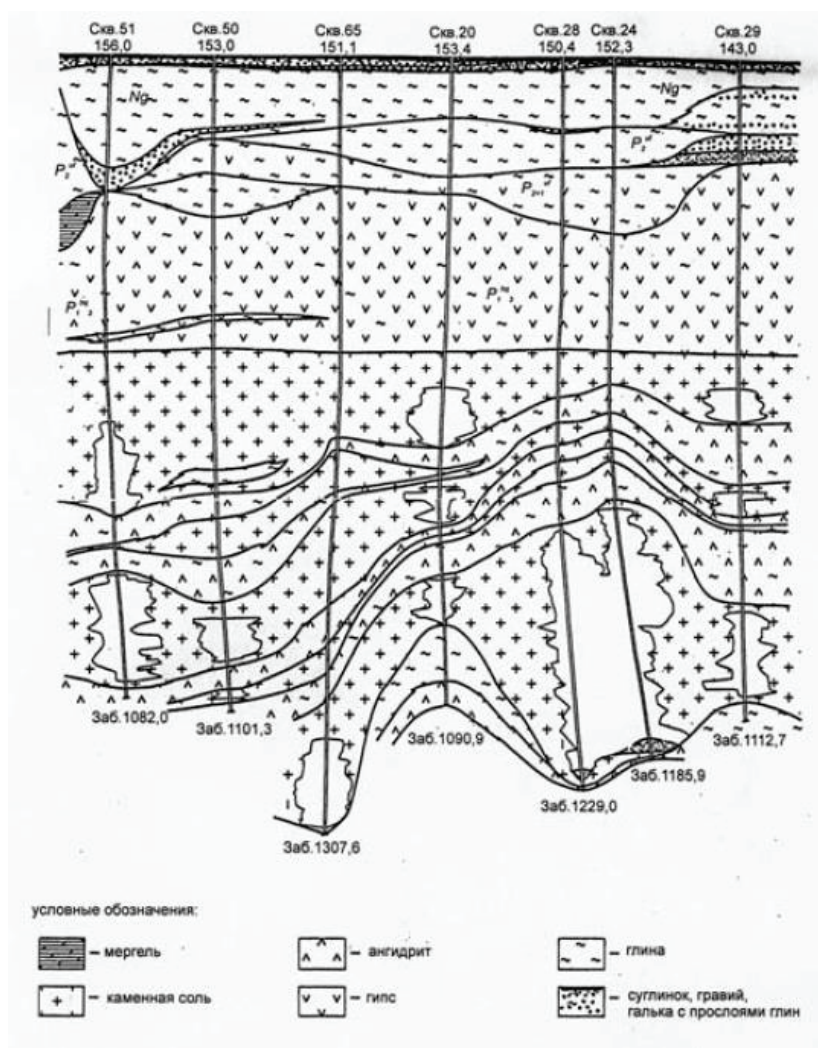


Рис. 1. Геологический разрез [1, с. 2]

жина. Скважины оборудуются технологическими колоннами труб (водоподводящей и рассолозаборной). Через водоподводящую колонну под давлением закачивается растворитель (вода) на глубину залегания продуктивной толщи, где в результате растворения каменной соли образуется камера. Рассол, получаемый в камере при растворении соли, под избыточным давлением поднимается на поверхность и транспортируется по трубопроводу потребителю.

Запасы соли утверждены на уровне 4 миллиардов тонн. Содержание хлористого натрия (NaCl) в пластах изме-

няется от 65 до 98 %, ангидрита от 0,5 до 30 %, нерастворимого остатка от 0,2 до 11,4 %, полигалита от 0 до 3 %. Плотность каменной соли — 2,14 т/м³. В настоящее время Яр-Бишкадакский рассолопромысел представляет собой современный завод с потенциальной производительностью до 18 млн, м³ кондиционного рассола в год. Сырьевая база производства, с получением хлоридно-натриевых рассолов, является сырьем для получения пищевой соли, кальцинированной и каустической соды, хлора и других химических продуктов.

Литература:

1. Каратыгин Е. П., Старостенков В. Л. Развитие геотехнологических методов при разработке Яр-Бишкадакского месторождения каменной соли. - 2003.
2. Богданов Ю. А., Каратыгин Е. П и др. Интенсификация процесса подземного выщелачивания соляных месторождений. Обзорн. инф., Л., ВНИИГ, 1970.

ЭКОЛОГИЯ

Нефтяные выбросы в Чёрное море как техногенная катастрофа

Лыжин Иван Денисович, студент

Научный руководитель: Махнева Светлана Георгиевна, кандидат биологических наук, доцент
Уральский государственный педагогический университет (г. Екатеринбург)

В статье рассмотрена тема нефтяных выбросов в Черное море как одна из экологических проблем загрязнения водных экосистем на современном этапе развития общества, проанализирована подверженность Черного моря техногенному воздействию из-за развитого в прибрежной зоне нефтяного комплекса и важного транспортного значения.

Ключевые слова: техногенная катастрофа, источники загрязнения, нефтяные выбросы, Черное море, водные экосистемы, экологические проблемы.

Актуальность темы заключается в том, что проблема нефтяного загрязнения водных экосистем — одна из приоритетных экологических проблем общества на современном этапе развития. Чёрное море, в частности, подвержено техногенному воздействию из-за развитого в прибрежной зоне нефтяного комплекса и важного транспортного значения.

Техногенные катастрофы, связанные с разливами нефти, имеют разрушительные последствия для экологии, экономики и здоровья населения. Например, часто после крупных разливов нефти из-за загрязнения на годы закрываются рыбные промыслы. Загрязнение пляжей приводит к снижению туристической привлекательности региона.

Согласно Антиповой Е. А. [1], техногенная катастрофа — это «крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, либо разрушение и уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьёзному ущербу окружающей среды».

На сайте «Термины МЧС» мы найдем следующее определение: «Техногенная катастрофа — чрезвычайное происшествие, возникновение и развитие неблагоприятного и неуправляемого процесса в техносфере, повлекшего за собой крупные человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, разрушение объектов техносферы и значительные повреждения окружающей среды. По тяжести последствий «техногенные катастрофы» стоят выше техногенных аварий и инцидента и возникают на объектах высокой потенциальной опасности и рисков (в гражданском и оборонном ядерном комплексах, в химических производствах, в металлургии, на транспорте, на уникальных гидротехнических сооружениях, на магистральных нефте-, газо-, продуктопроводах).

Техногенные катастрофы инициируются разрушениями несущих элементов технических систем, утечками взрывопожароопасных веществ, ошибками операторов и персонала, несанкционированными и террористическими действиями, природными катастрофами.

Одной из основных характеристик техногенных катастроф являются техногенные риски. Научно-техническая политика снижения техногенных рисков сводится к предупреждению техногенных катастроф и уменьшению масштабов чрезвычайных ситуаций техногенного характера» [5].

Нефть (от тур. *neft*, через перс. «нефт»; восходит к аккадскому «напатум» — вспыхивать, воспламенять), горючее полезное ископаемое, маслянистая жидкость со специфическим запахом, состоящая из углеводородов и неуглеводородных компонентов, распространённая в осадочной оболочке Земли. Она образуется вместе с природными горючими газами обычно на глубине свыше 1,2–2 км, вблизи и на земной поверхности превращается в густую массу, полутвёрдый асфальт и другие природные битумы. В залежах нефть в различной степени насыщена нефтяным газом [2].

Нефть давно рассматривается учеными как потенциальный источник загрязнения экосистемы Земли.

Загрязнения нефтью и нефтепродуктами встречаются повсеместно: в почвенном слое, гидросфере, атмосфере. Влияние загрязнений нефтью на окружающую среду очень велико и носит комплексный характер.

Нефть и продукты нефтепереработки могут негативно влиять на экосистему Земли. Загрязнение происходит на всех этапах нефтепользования, начиная с ее добычи, транспортировки, переработки и заканчивая утилизацией сырья.

По мнению Двадненко М. В. [3], можно выделить виды последствий воздействия нефти, в зависимости от того, на какие уровни экосистемы они влияют, среди них:

- загрязнение воды (разливы нефти могут происходить во время морских буровых работ, транспортировки и хранения сырой нефти и нефтепродуктов; в то же время, нефтеперерабатывающие заводы сбрасывают сточные воды, которые загрязняют реки и озёра);

- загрязнение почвы (в процессе бурения в окружающую среду выбрасывается ряд токсичных химических и тяжёлых металлов, включая бензол, свинец, ртуть и мышьяк, также нефть может просачиваться в почву, потенциально загрязняя грунтовые воды и нанося вред почвенным микроорганизмам);

- загрязнение воздуха (машины, используемые в процессе бурения, выделяют большое количество парниковых газов, включая углекислый газ и метан, которые способствуют изменению климата и могут вызывать проблемы с дыханием у людей и животных, живущих вблизи буровых площадок);

- изменение климата (сжигание ископаемого топлива, такого как нефть, приводит к выбросу углекислого газа и других парниковых газов в атмосферу, что, в свою очередь, способствует изменению климата и может разрушить целые экосистемы, приводя к исчезновению одних видов организмов и миграции других);

- кислотные дожди (процесс горения нефти приводит к увеличению количества кислотных дождей, данные побочные продукты, соединяясь с водой в атмосфере, оказывают неблагоприятное воздействие на экосистему в целом).

Таким образом, деятельность нефтяной промышленности может приводить к серьёзным экологическим проблемам, которые затрагивают разные уровни экосистемы: воду, воздух, почву и влияют на все живые существа на планете.

Загрязнение водных акваторий в виде разлива нефти — это одно из наиболее разрушительных форм воздействия на экосистемы.

Нефть поступает в окружающую среду в результате плановых или аварийных сбросов с судов, а также из наземных источников. После разлива нефтепродуктов на поверхности моря образуется плёнка нефти, которая приводит к гибели морских животных и растений, птиц.

Нефтеналивные суда также являются серьёзным источником потенциальной опасности для морей, в том числе и для Чёрного моря.

Природные особенности Чёрного моря заключаются в том, что это море является замкнутой экосистемой, оно со всех сторон окружено сушей, связь с океаном затруднена, и, соответственно, замедлен водообмен (полная смена воды в Чёрном море происходит от 500 до 2500 лет).

Также особенностью моря является большой объём речного стока (в Чёрное море впадает много рек, в том числе наиболее крупные реки Европы, такие как Дунай,

Буг, Днепр, Дон, Днестр, Кубань, которые ежегодно приносят в море около трехсот пятидесяти кубических километров пресной воды).

Десятью процентов водного объёма Чёрного моря содержит сероводородный слой (почти вся толща Чёрного моря от дна до поверхности содержит сероводород, который очень ядовит для живых организмов, от него свободен лишь верхний слой моря, включающий уровень до глубин ста пятидесяти метров).

Особенности геологической истории Чёрного моря заключаются в том, что это море несколько раз становилось в разное время то солёным, то пресным водоёмом, обретая связь с океаном и вновь теряя её.

Чёрное море отличается от других морей тем, что в нём относительно мало видов животных и водорослей (например, в Чёрном море обитает около двух тысяч видов животных, в том числе двухсот видов рыб, а в Средиземном море насчитывается более восьми тысяч видов животных, из них более пятисот видов рыб).

Важность экосистемы Чёрного моря для Земли заключается в том, что оно является одним из самых продуктивных морей на Земле. Реки несут в море огромное количество питательных веществ, нужных для развития жизни, обеспечивая тем самым плодородие моря.

Кроме того, Чёрное море — это один из крупнейших туристических, а также важный объект в сфере стратегического и военного значения.

Техногенные риски, связанные с источниками нефтяного загрязнения Чёрного моря, можно условно разделить на природные и антропогенные.

Среди природных источников поступления нефтяных компонентов в акваторию Чёрного моря выделяют:

- естественные выбросы нефти из недр (по разным оценкам, от этого источника в Чёрное море поступает около 14 % всех поступающих нефтяных компонентов);

- углеводороды, синтезируемые живыми организмами (ежегодно живое вещество Земли генерирует 100 млн т углеводородов, а в результате фотосинтеза в Мировом океане продуцируется 3–12 млн т углеводородов в год).

Среди антропогенных источников поступления нефтяных компонентов в акваторию Чёрного моря выделяются следующие:

- сток бытовых и промышленных сточных вод, ливневой сток, а также нефтепродукты, приносимые со стоком рек;

- поступление нефтяных компонентов из атмосферы (возникновение этого потока связано с неполным сгоранием различных видов топлива);

- сбросы с судов (в основном фиксируются на судовых путях по направлениям Стамбул — Керчь, Стамбул — Новороссийск и Стамбул — Одесса);

- отслужившие свой срок очистные сооружения, построенные на черноморском побережье;

- морская добыча углеводородов (этот источник считается менее значимым).

Последствия нефтяных разливов невозможно подсчитать. Нефтепродукты оказывают негативное влияние на биосферу Чёрного моря, начиная с самых крошечных организмов, которые находятся в начале пищевой цепочки, отравляющие вещества накапливаются и воздействуют на рыбу, птиц и человека.

В качестве профилактической меры возможно применение безопасных способов перевозки потенциально опасных грузов с соблюдением правил их транспортировки (например, мазут должны перевозить только специальные танкеры с двойным дном).

Важным условием при ликвидации аварии является четкое незамедлительное соблюдение регламентированного порядка действий.

В качестве примера можно вспомнить техногенную катастрофу у берегов Испании, связанную с разливом нефтепродуктов, эта была авария танкера, перевозившего тяжёлый мазут, в 2002 году. Власти Италии быстро среагировали на ситуацию, и последствия техногенной катастрофы были быстро устранены.

В заключение можно сделать вывод о том, что для сохранения экосистемы Чёрного моря необходимо принимать меры по предотвращению и своевременному устранению последствий нефтяных выбросов.

Меры по ликвидации последствий нефтяных выбросов в виде использования биологических средств предлагают современные ученые. Они обнаружили микроорганизмы, «питающиеся» нефтью и в процессе жизнедеятельности разрушающие углеводородные цепочки.

Одной из техногенных катастроф прошлого года в России можно назвать крушение двух танкеров класса «Волгонефть» 15 декабря 2024 года.

Незамедлительно была создана комиссия, которая явилась инициатором организации первой экспедиции Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН с целью изучения последствий разлива мазута в результате крушения.

Об этом сообщила пресс-служба ИО РАН [4]: «11 марта Институт океанологии РАН провел первую экспедицию по изучению последствий разлива мазута в Черном море. Через месяц после лабораторных исследований ученые сделают выводы о степени загрязнения моря и его влияния на живую природу», — сообщили ТАСС в пресс-службе Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

Экспедиция прошла в штатном порядке, были отобраны необходимые пробы в Тамани и в Анапе. Анализ полученных результатов и лабораторные исследования займут около месяца, после чего ученые смогут сделать первые выводы о степени загрязнения моря и его влиянии на морские организмы.

Как сказал начальник экспедиции, руководитель лаборатории взаимодействия океана с водами суши и антропогенных процессов Института океанологии им. П. П. Ширшова Петр Завьялов, «измерения выполнялись с 1 по 7 марта и включали как судовые (с борта морского буксира «Утриш» в Керченском проливе и катера МЧС в акватории Анапы), так и береговые наблюдения. Для первичной обработки проб использовалась мобильная лаборатория ИО РАН на базе автомобиля «Газель».

Литература:

1. Антипова Е. А. Опасные и чрезвычайные ситуации техногенного характера и защита от них/ Учебно-методическое пособие для студентов факультета физической культуры. — Саратов, Из-во Сарат. ун-та им. Н. Г. Чернышевского, 2011. — 55 с.
2. Бурлин Ю. К., Фадеева Н. П. Нефть/ Большая российская энциклопедия, 2004–2017. — URL: <https://old.bigenc.ru/geology/text/4010811> (дата обращения: 27.03.2025).
3. Двадненко М. В., Маджигатов Р. В., Ракитянский Н. А. Воздействие нефти на окружающую среду/ Международный журнал экспериментального образования, 2017. — № 3 (часть 1). — С. 89–90. — URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=11244> (дата обращения: 27.03.2025).
4. РАН провела первую экспедицию по изучению последствий нефтеразлива в Черном море. — Информационное агентство России ТАСС [сайт]. — Москва. — Обновляется в течение суток. — URL: <https://tass.ru/obschestvo/23358255> (дата обращения: 19.03.2025).
5. Техногенная катастрофа /Термины МЧС: официальный сайт. — Москва. — URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/1092> (дата обращения: 19.03.2025).

КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Определение термина «мода» и история её развития

Джемалединова Диана Вадимовна, студент

Научный руководитель: Городецкая Дарья Максимовна, аспирант

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В данной статье рассматривается термин «мода» и история ее развития. В работе отражены трансформации и изменения в модных тенденциях, начиная с античных времён и вплоть до современности. Мода рассматривается как социальный, культурный и экономический феномен, который отражает изменения в обществе, ценностях и предпочтениях.

Ключевые слова: мода, история моды, античность, средневековье, искусство и мода, культурные перемены, эстетические предпочтения.

Актуальность исследуемой темы. Тема моды в современном обществе обусловлена несколькими ключевыми факторами, которые подчёркивают её значимость в различных аспектах жизни. Мода является зеркалом социальных изменений, отражая гендерные роли, культурные идентичности и социальные движения. Например, исследования показывают, что мода может служить средством для выражения феминистских идей и борьбы за право меньшинств. [13]. Важно подчеркнуть, что исследование моды в современном обществе требует учёта множества факторов, которые подчёркивают её значимость и многогранность, включая экономическое влияние, экологические аспекты, технологические изменения и роль социальных медиа.

Экономическое влияние

Мода является важной частью глобальной экономики, создавая миллионы рабочих мест и способствует развитию смежных отраслей, таких как текстильная промышленность, реклама и розничная торговля. Исследования показывают, что мода влияет на потребительские привычки и формируют тренды, которые могут значительно изменить рынок. [13].

Экономический аспект

В последние годы наблюдается растущий интерес к устойчивой моде, что подчёркивает важность экологических вопросов индустрии. Мода становится платформой для обсуждения проблем экологии и ответственного потребления, что делает её актуальной темой для исследования. [14].

Технологические изменения

Развитие технологий, таких как 3D-печать и виртуальная реальность, меняет способ производства и потребления моды. Это открывает новые горизонты для дизайнеров и потребителей, а также создает новые вызовы и возможности для индустрии.

Социальные медиа и влияние

Влияние социальных медиа на моду невозможно переоценить, платформы, такие как Instagram и TikTok, формируют новые каналы для распространения модных трендов и позволяют пользователям активно участвовать в создании контента, что меняет традиционные модели маркетинга и рекламы.

Таким образом, исследование моды и её истории не только помогает понять её революцию, но и позволяет осознать её влияние на современное общество, культуру и экономику. Мода не ограничивается только одеждой; она включает в себя поведение, эстетическое предпочтение, а также охватывает экономические, экологические, технологические и социальные аспекты, что делает её важной для понимания текущих тенденций и изменений в культуре.

В рамках нашего исследования мы ставим перед собой несколько ключевых задач, направленных на глубокое понимание моды как культурного и социального явления. Во-первых, осуществить изучение исторического контекста, что позволит выявить эволюцию модных тенденций на протяжении различных исторических периодов. Во-вторых, проанализировать ключевые события и личностей, оказавшие значительное влияние на раз-

витие моды. В-третьих, исследовать социальные и культурные аспекты, связанные с модой, а также её воздействия на восприятие индивидуальности и статуса в обществе. В данной работе рассматривается влияние технологий на индустрию моды, оценивается экологическая устойчивость производственных процессов и проводится экономический анализ, чтобы понять роль моды в глобальной экономике. Наконец, мы исследуем аспекты самовыражения и индивидуальности, а также проводим сравнительные анализ различных модных течений и их влияние на современное общество.

В работе использован **метод контент-анализа**. Одним из наиболее распространённых определений моды является её понимание как временного образа поведения или эстетической формы, принимаемого определённой группой людей. Мода отражает социокультурные условия и может служить индикатором изменений в общественном сознании, социальных статусах и культурных ценностях.

Проанализируем происхождение слов «мода» и «fashion» в русском и английском языках на основании этимологических словарей.

Согласно М. Фасмеру, слово мода появилось в русском языке в конце 17 века, во времена Петра I, в значении «образец» или «манера». Оно было заимствовано из немецкого Mode или французского mode, которые восходят к латинскому *modus* («мера, правило, способ, образ»). [15, т.2, с. 638].

Н. М. Шанский и Т. А. Боброва считают, что заимствование произошло в начале 18 века из французского языка, где mode также имеет латинские корни «modus», что означает — мера, правило. Данное понятие связано с греческим *metron* «мера» и готским *mitan* «мерить». По мнению

авторов, слово мода буквально означает «то, что умеренно, скромно». [16, с. 112].

В XVII–XIX веках понятие мода в разных языках соотносилось с феноменом обычая. Часто слова с этим значением использовались как синонимы или имели схожую семантику. Например, В. И. Даль в своём словаре определяет моду как «ходячий обычай; временная, изменчивая прихоть в житейском быту, в обществе, в покрое одежды и нарядах». [17, т.2, с. 341].

В английском языке слово *fashion* впервые фиксируется в значении «форма, манера, образ действий» (*shape, manner, mode*) около 1300 года. Оно произошло от древнефранцузского *facón* и латинского *factionem*. С 1489 года слово приобретает значение «господствующий обычай» (*prevailing custom*), а в контексте одежды и украшений (*style of attire*) начинает употребляться ещё позже. Глагол *fashion* зафиксирован с 1413 года, а прилагательное *fashionable* в значении «модный, стильный» появляется в языке в 1680 году.

Анализ русских толковых словарей показывает, что концепт «мода» в русском языке представлен словами мода и модный. В английском языке этот концепт передаётся через лексемы *fashion, fashion (v, глагол), fashionable*.

В литературе мода определяется как «недолговечная прихоть в одежде, образе жизни, вкусе и т. д.». Это определение центрирует внимание на изменчивом характере модных тенденции и их зависимости от социальных культурных факторов. Для более глубокого понимания сущности моды и её влияние на общество.

В работе представлено мнению известных модельеров, которые предлагают уникальную перспективу на данное явление.

Автор	Определение	Вывод
Коко Шанель	«Мода — это то, что мы носим, стиль — это то, как мы это носим. Моды меняются, но стиль остается».	Подчёркивает различия между модой и стилем, а также акцентируют внимание на индивидуальность и постоянство стиля.
Габриэль Коулет	«Мода — это искусство, которая отражает дух времени, выражая социальные и культурные изменения через одежду и аксессуары».	Указывает на её связь культурными и социальными изменениями.
Ив сен Лоран	«Мода — это не только одежда, но образ жизни, который включает в себя поведение, манеры и даже философию».	Подчёркивает комплексность моды и её влияние на повседневное поведение.
Вивьен Вествуд	«Мода — это способ самовыражения, который меняется с каждым поколением, отражает ценности и идеалы общества».	Акцентирует внимание на изменчивости и социальной значимости.

Таким образом, высказывания этих модельеров не только дополняют определение и словаря Ожегова, но и подчёркивают многогранность моды как явления, отражающего культурные и социальные реалии своего времени.

Всё больше внимания уделяется не только самой моде, но и её влиянию на идентичность. История развития моды началась с древней цивилизации: мода как таковая начала развиваться ещё в древности. Одежда выполняла

не только утилитарную функцию, но и имела символическое значение, определяя статус и принадлежность к определённой социальной группе. Далее средние века (5–15 века): в этот период мода становится более чётко выраженной, с различиями между стилями в зависимости от социального статуса. Одежда изготавливалась из шерсти, льна и шелка. В эпоху Ренессанса (XIV–XVII века) модуль расширяется, появляются новые ткани и стили. Одежда

становится средством самовыражения. XVIII–XIX века: появление показов мод и создание первых модных журналов, в это время мода активно развивается, появляются стили ампир и романтизм, которые показывают социальные изменения. XX век: мода резко меняется с развитием массовой культуры. Появление новых материалов и технологий, таких как синтетические ткани, меняют подход к дизайну. Мода становится доступной широкой публике. И? наконец, XXI век: возрастающая роль устойчивой моды и этического потребления. Влияние технологий и социальных медиа на восприятие моды, а также разнообразие стилей и субкультур.

Следует акцентировать внимание на том, что анализ модных тенденций в 1920-х годах, когда женщины начали носить короткие платья и отказываться от корсетов, отражал изменения в социальных нормах и в феминистских движениях. Далее произошло влияние Второй мировой войны на моду, когда ткани были дефицитом, что привело к созданию более простых и функциональных моделей одежды. Позже Коко Шанель внесла коррективы на женскую моду, её роль в популяризации «маленького чёрного платья» и освобождение женщин от традиционных стилей. А в 1960-х годах, в моду вошли мини-юбки и яркие цвета, и они отражали молодёжную культуру и протест против устоявшихся норм. А потом бренды класса люкс, Gucci и Louis Vuitton, сформировали представление о статусе и успехе в обществе. Технологии, такие как Instagram и другие социальные сети изменили способы, которыми модные тенденции распространялись и воспринимались, а также влияли на потребителей. Началось влияние быстрой моды на окружающую среду и анализ инициатив,

направленных на устойчивое производство, таких как использование переработанных материалов. Пришло изучение вклада модной индустрии в экономику страны, например, анализ роста сектора моды в Италии и его влияние на создание рабочих мест. К этому добавилось изучение субкультур, таких как панки и готы, которые используют моду как средство самовыражения и формирования своей идентичности. И завершением стало сравнение модных тенденций в разных культурах, например, как традиционная индийская одежда (Sari) и западная мода влияют друг на друга в условиях глобализации.

Отражение моды является интересным объектом исследования, поскольку оно помогает понять, как мода не только отвечает на вызовы своего времени, но и формирует культурные коды и идентичности. Например, коктейльные платья 1920-х годов стали символом новой, независимой женщины отражая изменения в социальных нормах и феминистских движениях. Джинсы в 1960-х и 1970-х годах стали символом молодёжной культуры. Мода 1980-х годов: яркие цвета и объёмные плечи отражали дух времени, связанные с экономическим ростом и культурным разнообразием.

В заключении следует отметить, что мода продолжает эволюционировать, отражая новые вызовы и изменения в обществе. Отметим также, что мода становится не только инструментом самовыражения, но индикатором социальных и культурных перемен. Мода — это сложное и многогранное явление, которое отражает изменение в обществе, культуре и идентичности. Она продолжает развиваться, адаптируясь к новым социальным, культурным и технологическим вызовам.

Литература:

1. Гусарова, К. О. Мода на историю: прошлое на страницах «Модного магазина» / К. О. Гусарова // Шаги / Steps. — 2018. — Т. 4, № 3–4. — С. 166–194. — EDN YMCXPV.
2. Ожегов, Сергей Иванович. Толковый словарь русского языка: около 100 000 слов, терминов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов; под ред. Л. И. Скворцова. — 26-е изд., испр. и доп. — М.: Оникс [и др.], 2009. — 1359 с.
3. Weiss, C. Fashion-ology: Fashion Studies in the Postmodern Digital Era, Yuniya Kawamura (2023) / C. Weiss // Fashion, Style and Popular Culture. — 2024. — DOI 10.1386/fspc_00287_5. — EDN EQDUTH.
4. Fenton, M. T. A Brief History of the Book: From Tablet to Tablet / M. T. Fenton // Libraries: Culture, History, and Society. — 2021. — Vol. 5, No. 2. — P. 294–297. — DOI 10.5325/libraries.5.2.0294. — EDN VVORHH.
5. Paulicelli, E. Fashion Films in the Newsreels of the Settimana INCOM, 1946–1953: Culture and Politics in a Transatlantic Context / E. Paulicelli // Italian American Review. — 2024. — Vol. 14, No. 1. — P. 14–34. — DOI 10.5406/26902451.14.1.02. — EDN UVCHER.
6. Stylianou, N. (In)visibility and African Fashion in UK Museums / N. Stylianou // African Arts. — 2022. — Vol. 55, No. 3. — P. 7–8. — DOI 10.1162/afar_a_00664. — EDN BBNBFE.
7. Ko, D. H. The history of Japanese anthropology from 1868 to 1970's / D. H. Ko, 1969. — 1 p. — EDN HLOFWF.
8. Levi Strauss & Co Sponsored series. Sustainably attired. / A Brief History of Sustainable Fashion. Feb. 19, 2015 // URL: <https://www.triplepundit.com/story/2015/brief-history-sustainable-fashion/58046> (дата обращения 22.12.2024).
9. Flappers. By: History.com Editors. / Updated: February 12, 2024 // URL: <https://www.history.com/topics/1920s/flappers> (дата обращения 24.12.2024).
10. At the Smithsonian. The Origin of blue jeans. Joseph Stromberg. / September 26, 2011 // URL: <https://www.smithsonianmag.com/smithsonian-institution/the-origin-of-blue-jeans-89612175/> (дата обращения 25.12.2024).
11. The pictures that show 80s fashions are back. Hannah Moore (Newsbeat reporter). // October 8, 2017 // URL: <https://www.bbc.com/news/newsbeat-41406730> (дата обращения 28.12.2024).

12. Vogue business. The evolution of luxury's digital marketing playbook. By George Arnett. // December 9, 2019 / URL: <https://www.voguebusiness.com/companies/evolution-of-luxurys-digital-marketing-playbook-bottega-veneta-louis-vuitton-net-a-porter> (дата обращения 29.12.2024).
13. Williams, G. I. Cultural Appropriation in Fashion and Entertainment, Yuniya Kawamura and Jung-Whan Marc de Jong (2021) / G. I. Williams // *Fashion, Style and Popular Culture*. — 2023. — Vol. 10, No. 3. — P. 446–448. — DOI 10.1386/fspc_00191_5. — EDN COBXCT.
14. Скляров, В. Ю. Графический дизайн Алана Флетчера / В. Ю. Скляров // *Дизайн-образование — XXI век: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*, Белгород, 20 октября 2023 года. — Белгород: Белгородский государственный институт искусств и культуры, 2024. — С. 236–241. — EDN WPKRMA.
15. Фасмер М.* *Этимологический словарь русского языка: в 4 т. / пер. с нем. О. Н. Трубачёва*. — М.: Прогресс, 1986. — Т. 2. — С. 638.
16. Шанский Н. М., Боброва Т. А. *Этимологический словарь русского языка*. — М.: Просвещение, 1994. — 400 с. 112.
17. Даль В. И. *Толковый словарь живого великорусского языка: В 4 т.* — СПб.-М.: Изд. книгопродавца-типографа М. О. Вольфа, 1880–1882. — Т. 2. — С. 341.

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

Иконография западной черкешенки в книжной графике Джеймса Белла и европейских художников 1840-х годов

Кясова Адиля Артуровна, студент

Российская академия живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова (г. Москва)

Первым изображением западной черкешенки стал рисунок «Черкесские девушки», созданный британским эмиссаром Джеймсом Станиславом Беллом в 1837–1839 гг. Выполненная с него гравюра положила начало иконографии западной черкешенки в ориенталистической книжной графике. В статье поставлена цель — исследовать эволюцию художественного образа западной черкешенки в графике Д. С. Белла и книжных иллюстраторов 1840-х годов. В работе применен комплексный метод, включающий элементы искусствоведческого, историко-культурологического и формально-стилистического анализа. В результате исследования выявлены иконографические изменения образа западной черкешенки в колорите, динамике и композиции. В период с 1840 по 1847 гг. новый графический тип получил распространение в монохромном решении, а не в красочной палитре; образ девушки от статичного состояния перешел к динамичному и далее к общей уравновешенности; героиня изображается не в одиночных, а в многофигурных композициях.

Ключевые слова: западная черкешенка, Кавказская война, Джеймс Белл, книжная графика, иллюстрация, иконографический тип.

Интерес иностранцев к частной жизни народов Северного Кавказа возрастает в 1830–1840 гг. в связи с кульминационным этапом Кавказской войны (1817–1864). Британские военные разведчики и путешественники, изучающие жизненный уклад горцев, создают не только карты, этнографические записи и полевые заметки, но и графические работы, являющиеся художественным документом эпохи.

Важным этнографическим источником для европейских книжных иллюстраторов 1840-х гг. стали гравюры с рисунков британского эмиссара Д. Белла, размещенные в его «Дневнике пребывания в Черкесии» [4, 5]. Иллюстрация Д. Белла «Черкесские девушки» [4, с. 1] стояла у истоков иконографии западной черкешенки в ориенталистической книжной графике. Гравюра исследовалась с точки зрения истории костюма [3, с. 98–99]. Девичий комплекс западной черкешенки был реконструирован модельером М. А. Хацуковой на основе рисунка Д. Белла [2]. Научных работ, включающих анализ композиции, колорита, стилистической направленности графического наследия художника Д. Белла не выявлено.

Цель работы — исследовать эволюцию художественного образа западной черкешенки в графике Д. Белла и европейских книжных иллюстраторов 1840-х гг. Для реализации данной цели в статье решаются следующие задачи: сопоставление текста и иллюстрации для изучения возможной взаимосвязи, проведение сравнительного ана-

лиза рисунка Д. Белла и работ других художников, выявление изменяющихся черт в образе западной черкешенки.

Методологической основой исследования стал комплексный подход, включающий элементы искусствоведческого, историко-культурологического и формально-стилистического анализа.

До начала Кавказской войны (1817–1864) женские образы, как правило, были представлены княгинями и дворянками со служанками из феодальной Восточной Черкесии (рис. 1).

Черкешенки не столь именитого происхождения были изображены в жанровых сценах и пейзажах (рис. 2). Художественное представление о жительнице демократической Западной Черкесии долгое время оставалось недосягаемым для зрителя.

Автор первого изображения западной черкешенки — Джеймс Станислав Белл (1797–1858), эмиссар Британской империи, контрабандист, писатель и художник. Написанный им в 1837–1839 гг. и опубликованный в 1840 году «Дневник пребывания в Черкесии» [4, 5] был проиллюстрирован 13-ю гравюрами с рисунков Д. Белла.

Книжная гравюра «Черкесские девушки» (рис. 3) расположена в самом начале второго тома «Дневника...», перед 19-м вступительным письмом [5, с. 1]. В 20-м письме автор рассказывает о черкешенках и рассуждает об их красоте, внутренней и внешней. Подробные и поэтичные описания Д. Белла подчеркивают независимый и свободоло-



Рис. 1. «Черкесские княгини. Правый берег Кубани». Фероджо Ф. А. 1838 г. [8, ил. 18]



Рис. 2. «Цемесская бухта». Лонгворт Д. А. 1840 г. [7, с. 1]

бивый нрав горянки: «Девушка же, у которой узко стянут корсет, покрытый спереди серебряными аграфами, также как и шапочка, украшенная серебряными пуговицами и галуном, — имеет воинственный вид, как будто ее невинность вооружена во всю и неуязвима для всех атак, в то время как ... ее развевающееся платье и ее скромная походка, придают ее фигуре женственность, а если она высокого роста, то достоинство и грацию; девушка, повторяю, выходит без покрывала и если случается, то она смешивается с толпой мужчин без всякой робости» [1, с. 503].

Размышления Д. Белла о красоте горянки отразились в гравюре (рис. 3): статная черкешенка, облаченная в приталенные доспехообразные одежды с металлическими застежками, выглядит воинственно. В то же время ее поза свободна, расслаблена и открыта зрителю. Мягкие, струящиеся складки ткани добавляют образу девушки изящество и утонченность.

Западная черкешенка появляется на титульном листе газеты «The Illustrated London News» [9, с. 145]. Девушка изображена в многофигурной композиции (рис. 4).

В сопроводительном тексте говорится, что героиня только сбежала из вражеского плена и передает инфор-

мацию о стороне противника своим соплеменникам [9, с. 145]. Обращающийся к ней пожилой воин списан с Тугужоко Кызбэча, шапсугского героя по прозвищу «Лев Черкесии» графический портрет которого был также написан Д. Беллом и размещен в «Дневнике...» [4, с. 1].

Воинственность черкешенки выражена в действии — она наравне с воинами принимает активное участие в судьбе своей родины. Девушка больше не пребывает в состоянии покоя, как у Д. Белла. Лицо черкешенки встревожено; театральным, но не лишенным изящества жестом она отводит левую руку в сторону, возможно, указывая своим соплеменникам на стан врага. В правой руке у нее нет веера, неуместного для подобного сюжета. Лишившись безмятежности и уверенного созерцания, образ героини приобрел ярко выраженную гражданскую позицию.

Монохромность гравюры 1842 г. (рис. 4) обусловлена ее размещением в печатной газете, однако подобное колористическое решение неожиданно для иллюстрации (рис. 5) к масштабному научному труду немецкого историка и путешественника Ф. фон Боденштадта [6].

В отличие от предыдущих графических работ, связь между изображением и текстом нами не выявлена. Раздел,



Рис. 3. «Черкесские девушки». Белл Д. С. 1840 г. [5, с. 1]



Рис. 4. «Группа черкесов». Известный автор. 1842 г. [9, с. 145]

в который помещена гравюра, посвящен жителям Северного Кавказа в Средние века и, в частности, этногенезу осетин [6, с. 31–33], не фигурирующих в изображении.

В подписи к гравюре героиня называется дочерью черкесского вождя, чей облик также отсылает к графическому портрету Кызбэча Тутужоко авторства Д. Белла [4, с. 1].

Образ западной черкешенки возвращается к спокойному, расслабленному состоянию. В правой руке она держит веер из перьев, который можно увидеть на гравюре с рисунка Д. Белла (рис. 3). Левая рука остается в указывающем жесте, но не столь ярко выраженном, как на рисунке 4. Известный художник явно был знаком не только с первоисточником иконографии западной черкешенки, но и с работами других авторов. Голова девушки повернута в профиль, что придает образу идеализацию в духе античных ме-

далей. Черкешенка выглядит открыто и свободно в обществе мужественных воинов: она непринужденно беседует с шапсугом, сохраняя достоинство и грацию облика.

Иконография западной черкешенки в европейской книжной графике 1840-х годов эволюционировала в колорите, динамике и композиции. Новый графический тип получил распространение в монохромном решении, а не в красочной палитре Д. Белла. Иконография прошла путь от величественной статики к ярко выраженной динамике и, наконец, к равновесию обоих начал. Добавление героини в многофигурные композиции раскрыло образ западной черкешенки, каким его видел Д. Белл в своем «Дневнике...»: горянка, не прячущая лица от мира, находящаяся наравне с воинами, сама подобная «Орлеанской девице» и равнодушная к судьбе Черкесии.



Рис. 5. Кавказские типы. «...4. Черкесский вождь со 5. своей дочерью...». Неизвестный автор. 1847 г. [6, с. 31–32]

Литература:

1. Адыги, балкарцы и карачаевцы в известиях европейских авторов XIII–XIX вв. / Сост., ред. пер., введ. [с. 3–28] и вступ. статьи к текстам В. К. Гарданова; Кабард.-Балкар. науч.-исслед. ин-т при Совете Министров КБАССР. — Нальчик: Эльбрус, 1974. — 635 с.
2. Мадина Хацукова: реконструкция памяти. — Текст: электронный // goret-media.ru: [сайт]. — URL: <https://goret-media.ru/page/rekonstrukcija-pamjati> (дата обращения: 18.04.2025).
3. Хлудова Л. Н. История Кубани в произведениях живописи и графики (XV в.–60-е гг. XIX в.): монография / Л. Н. Хлудова. — Армавир: РИО АГПА, 2014. — 208 с.
4. Bell, J. S. Journal of a residence in Circassia during the years 1837, 1838 and 1839 / J. S. Bell. — Vol. 1. — London: Edward Voxon, Dover Street, 1840. — 488 p.
5. Bell, J. S. Journal of a residence in Circassia during the years 1837, 1838 and 1839 / J. S. Bell. — Vol. 2. — London: Edward Voxon, Dover Street, 1840. — 453 p.
6. von Bodenstedt, F. M. Die Völker des Kaukasus und ihre Freiheitskämpfe gegen die Russen / F. M. Bodenstedt. — Frankfurt am Main: Kefler, 1848. — 572 p.
7. Longworth, J. A. A year among the Circassians / J. A. Longworth. — Vol. 2. — London: Henry Colburn, Publisher, Great Marlborough Street, 1840. — 351 p.
8. de Hell, H., Morand, I. X. Les steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie meridionale. Voyage pittoresque, historique et scientifique / par Xavier Hommaire de Hell. — Paris; Strasbourg: P. Bertrand; V. Levraut, 1843–1845. Atlas scientifique. — 1845. — 38 p.
9. The Illustrated London News v.1 1842. — Текст: электронный // HathiTrust: [сайт]. — URL: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015006972874&seq=155> (дата обращения: 30.03.2025).

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 21 (572) / 2025

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 04.06.2025. Дата выхода в свет: 11.06.2025.

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

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

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

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

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