Югорский государственный университет

СНО ЮГУ
студенческое научное общество

БИЗНЕС-ТРАНСФОРМАЦИЯ: УПРАВЛЕНИЕ УЛУЧШЕНИЯМИ

Выпуск № 3 (16) 2026



г. Ханты-Мансийск



Бизнес-трансформация: управление улучшениями

Студенческий научный журнал

№ 3 (16)

2026 г.

Ханты-Мансийск
2026

УДК 001

Главный редактор – **Лебедева Илона Дмитриевна**

Ответственный секретарь редакционной коллегии – **Санников Дмитрий Васильевич**

Редакционная коллегия:

1. **Аладко Олеся Ивановна** – кандидат педагогических наук, доцент центра образовательного инжиниринга ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

2. **Андреева Людмила Анатольевна** – кандидат филологических наук, доцент центра образовательного инжиниринга ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

3. **Антюфеева Татьяна Валерьевна** – кандидат географических наук, доцент, руководитель высшей экологической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

4. **Борисенко Максим Александрович** – кандидат географических наук, доцент высшей экологической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

5. **Власова Оксана Вячеславовна** – доктор юридических наук, профессор высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

6. **Галкин Валерий Терентьевич** – кандидат исторических наук, доцент центра образовательного инжиниринга ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

7. **Грошева Татьяна Александровна** – кандидат экономических наук, доцент центра образовательного инжиниринга ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

8. **Грязных Андрей Витальевич** – доктор биологических наук, доцент высшей школы физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

9. **Заикин Александр Васильевич** – кандидат биологических наук, доцент высшей экологической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

10. **Иванова Наталья Дмитриевна** – кандидат физико-математических наук, доцент инженерной школы цифровых технологий ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

11. **Пашина Валерия Витальевна** – кандидат экономических наук, старший преподаватель центра образовательного инжиниринга ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

12. **Раздроков Евгений Николаевич** – кандидат экономических наук, доцент высшей школы цифровой экономики ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

13. **Тесленок Сергей Адамович** – кандидат географических наук, доцент высшей экологической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

14 **Ткаченко Всеволод Андреевич** – кандидат технических наук, доцент политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

15. **Филимонова Наталья Владимировна** – кандидат филологических наук, доцент, руководитель высшей школы гуманитарных наук ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

16. **Хайруллин Азат Амирович** – кандидат технических наук, доцент высшей нефтяной школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

17. **Шепелев Александр Олегович** – кандидат технических наук, доцент политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

Рубрика «Бережливое производство: синергия возможностей»

Зарипов Е. Л., Щукин И. А.
Аддитивные технологии в бережливом обеспечении запасными частями бурового оборудования 4

Рубрика «Зеленые технологии: генезис, менеджмент, аналитика»

Уткин А. Н.
Эколого-экономическая оценка образования, накопления и методов утилизации отходов бурения при строительстве нефтяных скважин 11

Бадрызлов Я. А., Кулик А. А.
Экологическая оценка выбросов газопоршневых электростанций при использовании различных видов топлива на примере месторождений ХМАО-Югры 17

Романова А. В.
Адаптационные проекты городской среды как инструмент смягчения изменений климата (на примере г. Ханты-Мансийска) 25

Юсупов И. М.
Адаптация объектов топливно-энергетического комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры к изменениям климата 35

Рубрика «Умные технологии для новой экономики»

Абдуллоев А. Р.
Видеоаналитика как инструмент для повышения промышленной безопасности в нефтегазовой отрасли 42

Рубрика «Месторождение знаний»

Леонова А. Р.
Договор аренды лесного участка и проект освоения лесов как инструменты регулирования использования лесов в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре 50

УДК 622.24:004.9

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БЕРЕЖЛИВОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN LEAN SPARE PARTS SUPPLY FOR DRILLING EQUIPMENT

Зарипов Елисей Линарович
21.03.01 Нефтегазовое дело
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: elisei.z0923@gmail.com
Щукин Илья Андреевич
21.03.01 Нефтегазовое дело
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: ilyashc52@yandex.ru
Научный руководитель: доцент
Султанов Рустам Иршатович
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Elisey L. Zaripov
21.03.01 Oil and gas business
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: elisei.z0923@gmail.com
Ilya A. Shchukin
21.03.01 Oil and gas business
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: ilyashc52@yandex.ru
Scientific adviser: Associate Professor
Rustam I. Sultanov
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. В статье рассматривается применение аддитивных технологий в обеспечении ЗИП бурового оборудования в качестве инструмента бережливого производства. Цель исследования – определить позиции, пригодные для прямого и гибридного изготовления. Использованы классификация деталей, технико-экономическое сравнение и оценка рисков. Показано, что предложенный подход сокращает сроки ожидания поставок, избыточные запасы и простои оборудования.
Ключевые слова: ЗИП, буровое оборудование, бережливое производство, аддитивные технологии, цифровой склад, трехмерная печать (3D-печать), производственные потери, локализация ремонта.

Abstract. The article examines the use of additive manufacturing in spare parts supply for drilling equipment as a lean production tool. The purpose of the study is

to identify parts suitable for direct and hybrid manufacturing. The methods include parts classification, techno-economic comparison and risk assessment. The proposed approach is shown to reduce delivery waiting time, excess inventory and equipment downtime.
Keywords: spare parts, drilling equipment, lean production, additive manufacturing, digital inventory, 3D printing, production losses, local repair.

В системе технического обслуживания бурового оборудования запасные части и принадлежности являются не только материальным ресурсом, но и фактором готовности производственного процесса. Отсутствие сравнительно небольшой детали может остановить ремонт насосного, приводного или вспомогательного узла. Поэтому управление ЗИП должно оцениваться не только по закупочной цене, но и по влиянию на время ожидания, складские остатки, транспортировку, срочные закупки и простои оборудования.

Аддитивное производство определяется как изготовление изделия путем последовательного нанесения материала по данным цифровой модели [1]. Для ремонтных служб это означает возможность перехода от хранения части физических запасов к хранению проверенных цифровых моделей, технологических режимов и требований к контролю. В исследованиях по применению аддитивных технологий для запасных частей отмечается, что такой подход особенно полезен для редких, малосерийных и долго поставляемых позиций [2; 3].

Для буровых предприятий данная задача имеет практическое значение, поскольку эксплуатация часто ведется на удаленных объектах. Доставка отдельных уплотнений, фильтров, элементов муфт или нестандартной оснастки может занимать больше времени, чем само изготовление изделия. В логике бережливого производства аддитивные технологии следует рассматривать не как универсальную замену серийному производству, а как инструмент сокращения потерь в цепочке обеспечения ремонта.

Цель исследования – определить, какие позиции ЗИП бурового оборудования целесообразно переводить на прямое или гибридное аддитивное изготовление, а также показать, какие виды производственных потерь могут быть сокращены при внедрении такого подхода. Объект исследования – номенклатура ЗИП бурового оборудования. Предмет исследования – организационно-технологический маршрут локального изготовления и его влияние на бережливость ремонтного процесса.

В работе рассмотрены позиции ЗИП, характерные для обслуживания бурового и вспомогательного оборудования: уплотнительные кольца, Р-образное уплотнение вибросита, эластичная муфта, фильтрующий элемент, сальник шламового насоса, а также комплектующие для монтажа и обслуживания электрооборудования, контрольно-измерительных приборов (КИП) и автоматизированных систем управления (АСУ). Позиции различаются по материалу, характеру нагрузок, критичности отказа и требованиям к ресурсу, поэтому для них нельзя применять единое решение.

Методическая основа исследования включает классификацию деталей по критичности отказа, сопоставление маршрутов изготовления, технико-эконо-

мическое сравнение и риск-ориентированную оценку. Для деталей низкой критичности анализируется возможность прямой печати из полимерных или эластомерных материалов. Для более ответственных элементов рассматривается гибридный маршрут: печать мастер-модели, формы, оснастки или ремонтного приспособления с последующим применением традиционного материала.

При оценке применимости учитывались четыре группы факторов: эксплуатационные условия, технологическая воспроизводимость, экономический эффект и влияние на бережливость процесса. К эксплуатационным условиям отнесены: контакт с буровым раствором, маслами, абразивной средой, температурой, циклическим сжатием и вибрацией. К технологическим факторам отнесены: доступность материала, точность изготовления, постобработка, контроль размеров и повторяемость партии. Для ответственных компонентов переход к промышленному применению должен сопровождаться квалификацией технологии, что соответствует риск-ориентированному подходу к аддитивным компонентам для нефтегазовой отрасли [4].

Главное преимущество аддитивного подхода в обеспечении ЗИП связано с оптимизацией рабочих процессов. При традиционной модели предприятие вынуждено заранее закупать часть редко используемых изделий, хранить их на складе, ежегодно проводить инвентаризацию и повторно закупать дефицитные позиции при аварийной потребности. Если изделие применяется редко, стоимость владения запасом может быть сопоставима со стоимостью самой детали.

При распределенном изготовлении часть физических запасов может быть заменена цифровым запасом: верифицированной 3D-моделью, описанием материала, режимом печати, программой контроля и допустимой областью применения. Такой подход соответствует концепции распределенного производства запасных частей, где цифровое описание изделия становится управляемым производственным активом [3]. Связь аддитивного подхода с видами производственных потерь показана в таблице 1.

Таблица 1 – Связь аддитивного подхода с видами производственных потерь

Вид потерь	Проявление в обеспечении ЗИП	Как снижается при применении аддитивного производства
Ожидание	Ремонт задерживается из-за длительной поставки редкой детали	Изготовление по проверенной цифровой модели на локальной площадке или у регионального исполнителя
Избыточные запасы	На складе хранятся редко востребованные позиции	Часть номенклатуры переводится в цифровой каталог с изготовлением по заявке
Транспортировка	Детали доставляются из удаленного склада или от внешнего поставщика	Сокращается плечо доставки за счет локального производства
Лишние операции	Срочные закупки требуют согласований и поиска аналога	Используются заранее утвержденные маршруты изготовления и контроля
Дефекты и переделки	Риск замены детали без подтверждения ресурса	Вводится квалификация материала, модели и опытной партии

Составлено авторами.

Важно учитывать и ограничения подхода: повторить геометрию проще, чем подтвердить эксплуатационные свойства. Поэтому наиболее безопасной зоной для старта являются детали средней и низкой критичности, а также оснастка, формы, шаблоны и вспомогательные элементы.

Результаты классификации показывают, что позиции ЗИП целесообразно разделить на три группы. Первая группа – изделия, пригодные для прямой печати после базовой проверки размеров и материала. К ним относятся часть защитных крышек, кожухов, монтажных приспособлений, корпусов для вспомогательных элементов и отдельные низко нагруженные уплотнения. Вторая группа – изделия для гибридного изготовления, когда аддитивные технологии применяются для формы, мастер-модели или технологической оснастки. Третья группа – ответственные детали, которые нельзя переводить на аддитивный маршрут без расширенных испытаний.

Для бурового оборудования наиболее перспективными являются не массовые стандартные детали, а дефицитные и малосерийные позиции. Массовые уплотнения обычно выгоднее закупать у серийного производителя, если поставка стабильна и складской остаток оптимален. Однако при длительных сроках поставки, отсутствии аналога или необходимости срочного ремонта аддитивный подход позволяет сократить время восстановления готовности оборудования.

С учетом материалов, критичности и бережливого эффекта был сформирован рекомендуемый маршрут для выбранных позиций. Он приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые маршруты изготовления выбранных позиций ЗИП

Позиция ЗИП	Критичность	Рекомендуемый маршрут	Обязательные проверки	Бережливый эффект
Р-образное уплотнение вибросита Mongoose Swaco	Средняя	Прямая печать из эластомерного материала или печатная форма	Размеры, эластичность, химическая стойкость, опытная эксплуатация	Сокращение ожидания и срочных закупок
Кольца 140-150-58; 54025.53.354; 46004.53.315-02	Средняя/ повышенная	Гибридный маршрут: форма или мастер-модель; прямая печать только после испытаний	Герметичность, сжатие, износ, стойкость к среде	Снижение запасов по дефицитным позициям
Сальник FB65x90x12 шламового насоса SB6x8	Повышенная	Форма с последующей вулканизацией/ сборкой	Износ, температура, абразив, ресурс	Локализация ремонта при дефиците поставки
Муфта эластичная ЭМ 630x150-14	Высокая	Печать формы, сегментов оснастки и ремонтных приспособлений	Усталость, динамическая нагрузка, соответствие материалу	Ускорение подготовки ремонта без прямой замены серийной технологии

Продолжение таблицы 2

Элемент фильтрующий ЭФ-61	Низкая/ средняя	Печать корпуса и торцевых элементов; фильтрующая среда закупается серийно	Пористость, сопротивление потоку, посадочные размеры	Снижение времени изготовления комплектующих
Элементы КИП, АСУ и электрооборудования	Низкая	Прямая печать корпусов, держателей, заглушек и монтажных деталей	Размеры, климатическая стойкость, безопасность монтажа	Быстрый пилот и формирование цифрового каталога

Составлено авторами.

Таблица 2 показывает, что внедрение аддитивных технологий целесообразно начинать с деталей низкой и средней критичности, а для ответственных компонентов применять гибридный маршрут и расширенные испытания.

Для нефтегазовой отрасли такой осторожный подход особенно важен, поскольку аддитивное производство в этой сфере развивается не только в направлении прямой печати деталей, но и в направлении ремонта, восстановления, изготовления оснастки и распределенного производства [5].

Экономическую эффективность аддитивного подхода нельзя сводить к простой разнице между закупочной ценой и расчетной стоимостью печати. В расчет необходимо включать транспортировку, срок ожидания, страховой запас, срочные закупки, риск простоя, стоимость испытаний и квалификации. Тем не менее предварительное сравнение по выбранной номенклатуре позволяет увидеть, какие позиции наиболее интересны для пилотного внедрения.

В таблице 3 приведена ориентировочная оценка по позициям, для которых возможно сравнить закупочный и аддитивный маршруты. Значения следует рассматривать как предварительный расчет для отбора пилотной группы, а не как окончательную коммерческую смету. Экономия показана на единицу изделия; дополнительный эффект возникает за счет сокращения ожидания поставки и уменьшения страхового запаса.

Таблица 3 – Оценка сокращения затрат по выбранным позициям ЗИП

Позиция	Количество в ЗИП	Закупка, ₽/ед.	Аддитивный подход, ₽/ед.	Экономия, ₽/ед.	Экономия от закупки, %
Кольцо 140-150-58 ГОСТ 9833-73	18	1 380,44	957,60	422,84	30,6
Кольцо уплотнительное 54025.53.354	24	4 894,66	1 276,80	3 617,86	73,9
Кольцо для втулок D160/D150/D140	18	6 487,20	1 276,74	5 210,46	80,3
Муфта эластичная ЭМ 630х150-14	1	301 098,83	72 018,75	229 080,08	76,1
Уплотнение Р-образное вибросита	4	9 921,60	709,32	9 212,28	92,9
Элемент фильтрующий ЭФ-61	1	783,34	320,10	463,24	59,1
Сальник шламового насоса SB6x8	4	5 768,82	354,68	5 414,14	93,9

Составлено авторами.

Согласно данным таблицы 3, наибольший относительный эффект дают Р-образное уплотнение вибросита и сальник шламового насоса. Однако эти результаты нельзя трактовать как разрешение на немедленную эксплуатационную замену. Для сальника и части колец требуется подтверждение ресурса, герметичности и стойкости к среде. Поэтому экономический эффект должен сопоставляться с затратами на испытания и с уровнем риска отказа.

Суммарная потенциальная экономия по приведенному количеству ЗИП составляет около 476 тыс. руб. При этом бережливый эффект может быть выше прямой экономии, если деталь относится к критическому пути ремонта. Именно этот показатель должен стать ключевым при выборе пилотной номенклатуры.

Для типовых массовых изделий аддитивное производство не всегда будет выгодным. Если поставка надежна, срок доставки короткий, а цена серийного изделия невысока, целесообразнее сохранить традиционную закупку. Напротив, для редких, дефицитных и малосерийных позиций цифровой склад позволяет уменьшить избыточный физический запас и ускорить ремонт.

Практическое внедрение следует начинать с матрицы номенклатуры. Для каждой позиции фиксируются геометрия, материал, критичность отказа, частота замены, стоимость закупки, срок поставки, наличие аналога, требования к контролю и возможность обратного инжиниринга. После этого детали распределяются на три группы: прямое изготовление, гибридное изготовление и временный запрет на перевод в аддитивный маршрут.

На первом этапе рекомендуется выбрать ограниченный пилот: Р-образное уплотнение вибросита, отдельные низко нагруженные кольца, корпуса и держатели для КИП и АСУ, а также печатную оснастку для ремонта.

На втором этапе формируется цифровой каталог. Для каждой допущенной позиции в нем должны храниться 3D-модель, версия файла, материал, режим изготовления, требования к постобработке, программа контроля, результаты испытаний и область применения.

На третьем этапе необходимо оценить результат по показателям бережливого производства: сокращение времени ожидания, снижение срочных закупок, уменьшение страхового запаса, сокращение транспортных операций и снижение простоев. Если эффект подтверждается, номенклатура расширяется.

Таким образом, аддитивные технологии могут быть использованы в обеспечении ЗИП бурового оборудования как инструмент бережливого производства, поскольку они сокращают ожидание поставок, избыточные запасы, транспортные операции и простои оборудования. Наиболее перспективны редкие, малосерийные и дефицитные позиции, а также формы, оснастка и вспомогательные детали для ремонта.

По результатам классификации прямую печать целесообразно применять прежде всего для комплектующих среднего приоритета с простой геометрией. Для уплотнений насосов, сальников, элементов муфт и других ответственных компонентов предпочтителен гибридный маршрут с обязательной квалификацией материала, модели и опытной партии.

Предварительная экономическая оценка показала значительный потенциал сокращения затрат по выбранной номенклатуре. Однако окончательное решение должно приниматься с учетом ресурса, требований безопасности, стоимости испытаний и влияния детали на критический путь ремонта. Поэтому аддитивный подход следует внедрять поэтапно: от пилота и цифрового каталога – к расширению перечня ЗИП на основе фактических данных эксплуатации.

Список источников

1. ISO/ASTM 52900:2021. Additive manufacturing : General principles : Fundamentals and vocabulary. Geneva : ISO, 2021.

2. Mecheter A., Pokharel S., Tarlochan F. Additive Manufacturing Technology for Spare Parts Application: A Systematic Review on Supply Chain Management // Applied Sciences. 2022. Vol. 12, № 9. Article 4160.

3. Distributed Manufacturing of Spare Parts Based on Additive Manufacturing: Use Cases and Technical Aspects / L. F. C. S. Durão, A. Christ, R. Anderl [et al.] // Procedia CIRP. 2016. Vol. 57. P. 704–709.

4. Development of a Procedure for Risk-Based Qualification of Additively Manufactured Components: Adopting to Oil and Gas Industrial Applications / B. Abbaszadeh, R. M. C. Ratnayake, M. Eskandarzade [et al.] // Applied Sciences. 2022. Vol. 12, № 20. Article 10313.

5. Research and Applications of Additive Manufacturing in Oil and Gas Extraction and Gathering Engineering / X. Jin, J. Liu, W. Fan [et al.] // Materials. 2025. Vol. 18, № 14. Article 3353.

References

1. ISO/ASTM 52900:2021. Additive manufacturing : General principles : Fundamentals and vocabulary. Geneva: ISO, 2021.

2. Mecheter A., Pokharel S., Tarlochan F. Additive Manufacturing Technology for Spare Parts Application: A Systematic Review on Supply Chain Management // Applied Sciences. 2022. Vol. 12, no. 9. Article 4160.

3. Durão L. F. C. S., Christ A., Anderl R., Schützer K., Zancul E. Distributed Manufacturing of Spare Parts Based on Additive Manufacturing: Use Cases and Technical Aspects // Procedia CIRP. 2016. Vol. 57. P. 704–709.

4. Abbaszadeh B., Ratnayake R. M. C., Eskandarzade M. et al. Development of a Procedure for Risk-Based Qualification of Additively Manufactured Components: Adopting to Oil and Gas Industrial Applications // Applied Sciences. 2022. Vol. 12, no. 20. Article 10313.

5. Jin X., Liu J., Fan W. et al. Research and Applications of Additive Manufacturing in Oil and Gas Extraction and Gathering Engineering // Materials. 2025. Vol. 18, no. 14. Article 3353.

УДК 338.45:622.276

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗОВАНИЯ, НАКОПЛЕНИЯ И МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

ECO-ECONOMIC ASSESSMENT OF THE FORMATION, ACCUMULATION AND METHODS OF UTILIZATION OF DRILLING WASTE DURING OIL WELL CONSTRUCTION

Уткин Андрей Николаевич
21.04.01 Нефтегазовое дело
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: andrew.aprol1@mail.ru
Научный руководитель: Рахматуллин Дамир Валерьевич
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Andrey N. Utkin
21.04.01 Oil and gas business
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: andrew.aprol1@mail.ru
Scientific adviser: Damir V. Rakhmatullin
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. Статья посвящена эколого-экономической оценке процессов образования, накопления и применения методов утилизации отходов бурения (буровой шлам, отработанный буровой раствор, буровые сточные воды с включенными атмосферными осадками), образованных при строительстве нефтяных скважин в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре на территории Чупальского лицензионного участка. Цель работы состояла в анализе объёмов отходов, выявлении экологических рисков традиционной амбарной технологии и обосновании необходимости усиления контроля за шламовыми амбарами, включая оперативную утилизацию жидкой фазы (буровых сточных вод и атмосферных осадков). В основе исследования использованы нормативно-правовой, сравнительно-аналитический, статистический и эколого-экономический методы, поскольку амбарная технология приводит к значительному накоплению отходов и высоким рискам разгерметизации, переполнения и размыва амбаров из-за заболоченности территории, мощного торфяного слоя и сложного рельефа. Особое внимание уделено проблеме утилизации жидкой фазы после наполнения амбара, а также вынужденной мере, требующей разработки собственных способов откачки и утилизации буровых сточных вод и атмосферных осадков в соответствии с наилучшими доступными технологиями. Сделан вывод о необходимости оптимизации методов утилизации отходов бурения путём повышения надёжности ам-

барной технологии и оперативного управления жидкой фазой при сохранении природоохранных требований.
Ключевые слова: отходы бурения, буровой шлам, отработанный буровой раствор, буровые сточные воды, жидкая фаза, площадка накопления отходов бурения, шламовый амбар, наилучшие доступные технологии, эколого-экономическая оценка, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

Abstract. The article is devoted to the ecological and economic assessment of the processes of formation, accumulation and application of methods for the disposal of drilling waste (drilling sludge, spent drilling mud, drilling wastewater with incorporated precipitation) formed during the construction of oil wells in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra on the territory of the Chupalsky license area. The purpose of the work was to analyze the volume of waste, identify the environmental risks of traditional barn technology and justify the need to strengthen control over slurry barns, including the rapid disposal of the liquid phase (drilling wastewater and precipitation). The research is based on regulatory, comparative analytical, statistical, and ecological-economic methods, since barn technology leads to significant accumulation of waste and high risks of depressurization, overflow, and erosion of barns due to the swampy area, thick peat layer, and complex terrain. Special attention is paid to the problem of disposal of the liquid phase after filling the barn, as well as to the forced measure requiring the development of own methods for pumping and disposing of drilling wastewater and precipitation in accordance with the best available technologies. It is concluded that it is necessary to optimize the methods of drilling waste disposal by increasing the reliability of barn technology and operational management of the liquid phase while maintaining environmental requirements.
Keywords: drilling waste, drilling mud, spent drilling mud, drilling wastewater, liquid phase, drilling waste accumulation site, slurry barn, best available technologies, environmental and economic assessment, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra.

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра остаётся ведущим нефтедобывающим регионом России, где нефтегазовый комплекс обеспечивает более 80 % промышленной продукции, покрывающей значительную часть бюджетных доходов. Интенсивное строительство нефтяных скважин на лицензионных участках, включая Чупальский (месторождение им. Р. И. Кузоваткина и О. А. Московцева), сопровождается образованием больших объёмов отходов бурения – бурового шлама (далее – БШ), отработанного бурового раствора (далее – ОБР) и буровых сточных вод (далее – БСВ) с включением атмосферных осадков. Площадки накопления отходов бурения до начала бурения делят на секции межсекционными перегородками или перемычками ввиду таких причин, как общее количество скважин, запланированных к бурению, длительность бурения и строительства скважин, что значительно превышает сроки 11 месяцев с начала накопления отходов бурения по первой скважине и влечет образование сверхнор-

мативных неутилизированных отходов. Отходы бурения относятся преимущественно к IV классу опасности – это позволяет проводить работы по утилизации по окончании бурения в секции, что даёт возможность продолжать работы по бурению в следующей секции без простоя буровой бригады. В условиях заболоченных территорий Западной Сибири традиционная амбарная технология несёт существенные экологические риски: разгерметизацию гидроизоляции, переполнение и размыв откосов амбаров – это обусловлено сложным рельефом, мощным торфяным слоем (от 0,8 до 3,7 м), заболоченностью территорий и высоким уровнем грунтовых вод [7].

По данным отчётности ООО «РН-Юганскнефтегаз» за 2021–2025 годы, на Чупальском лицензионном участке (месторождение им. Р. И. Кузоваткина и О. А. Московцева) по сравнению с другими месторождениями (Приобское, Усть-Балыкское, Приразломное и др.) объёмы образования отходов бурения сохраняют стабильную структуру [6]. На Чупальском ЛУ, как и на соседних объектах, преобладают ОБР и БСВ (с включенной жидкой фазой), что особенно актуально при делении амбаров на секции. Средние показатели по рассматриваемому и аналогичным близлежащим месторождениям находятся в диапазоне 800–1 200 м³ на скважину при традиционной амбарной технологии накопления.

Таблица 1 – Структура отходов бурения по видам

Вид отхода	Чупальское	Приобское	Усть-Балыкское	Доля в общем объёме, %
	(средний объём на скв., м³)			
Буровой шлам	350–600	340–580	360–620	25–30
Отработанный буровой раствор	200–800	220–850	190–790	50–60
Буровые сточные воды и атмосферные осадки	150–500	140–520	160–480	15–20
Буровые сточные воды и атмосферные осадки с учетом откачки ЖФ	30–70	40–80	50–60	–
Всего	800–1 200	800–1 250	790–1 180	100

Составлено автором.

Особую остроту приобретает проблема оперативной утилизации жидкой фазы (ЖФ). После наполнения секции амбара и перед началом утилизации твёрдой фазы жидкая фаза (БСВ с включенными атмосферными осадками) подлежит обязательной откачке. Ввиду этого есть два варианта утилизации шламового амбара: либо в зимний период с уже учтенной жидкой фазой, что влечет риски нарушения технологии получения итогового продукта «РЕСОИЛ» и «ГДМ» и удорожания утилизации на 20 %, либо вынужденные меры по самостоятельной разработке и внедрению способов откачки, очистки и утилизации жидкой фазы для откачки в весенне-осенний (теплый) период с учетом требований наилучших доступных технологий (НДТ) по ИТС 28-2021 «Добыча нефти» [3].

Таблица 2 – Основные экологические и технические риски амбарной технологии

Риск	Причина	Последствия	Вероятность
Разгерметизация	Недостаточная гидроизоляция, деформация торфяного основания	Миграция загрязнителей в грунтовые и поверхностные воды	Высокая
Переполнение амбара	Накопление отходов бурения и несвоевременная откачка ЖФ при делении на секции	Перелив на прилегающую территорию	Очень высокая
Размыв откосов и стенок	Сложный рельеф, атмосферные осадки, сезонный подъём уровня грунтовых вод	Разрушение амбара, загрязнение почв и торфяников	Высокая
Экономические потери	Отсутствие лицензии у заказчика на закачку ЖФ	Необходимость подрядчику самостоятельно организовывать откачку и утилизацию ЖФ	Высокая

Составлено автором.

Для снижения указанных рисков предложен комплекс организационно-технических мер: постоянный производственный экологический мониторинг уровня заполнения амбара, состояния гидроизоляции и объёма жидкой фазы на всех этапах бурения; совершенствование конструкции амбара; внедрение эффективных мобильных комплексов для оперативной откачки, очистки и утилизации жидкой фазы непосредственно на кустовых площадках в соответствии с НДТ; использование четырёхступенчатой системы очистки бурового раствора для минимизации образования избыточных объёмов ЖФ.

Эколого-экономическая оценка показывает, что внедрение предложенных мер позволяет существенно снизить плату за негативное воздействие на окружающую среду, предотвратить экологический ущерб от миграции загрязнителей и оптимизировать затраты на утилизацию и последующую рекультивацию площадки накопления отходов бурения.

Внедрение предложенных мер позволяет существенно снизить плату за негативное воздействие на окружающую среду, предотвратить экологический ущерб от миграции загрязнителей и оптимизировать затраты на рекультивацию и ликвидацию последствий возможных аварий как на рассматриваемом, так и на схожих объектах. Таким образом, между объёмами образования и накопления отходов бурения, особенно жидкой фазы, и рисками традиционной амбарной технологии в условиях ХМАО-Югры существует прямая связь. Актуальной задачей становится оптимизация методов утилизации путём усиления контроля за шламовыми амбарами на всех этапах работ и оперативного управления буровыми сточными водами и атмосферными осадками при сохранении (и усилении) природоохранных требований. Применительно к Чупальскому и аналогичным лицензионным участкам это предполагает обязательный мониторинг, совершенствование строительства шламонакопителей и разработку собственных решений по откачке и утилизации жидкой фазы. Такой подход позволит не только выполнить требования Федеральных законов № 7-ФЗ [1], № 89-ФЗ [2]

и ИТС 28-2021 [3], но и обеспечить экологическую безопасность и экономическую эффективность нефтедобычи в регионе.

Список источников

1. Об охране окружающей среды : Федеральный закон : от 10.01.2002 № 7-ФЗ : (ред. от 28.12.2025) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 02.05.2026).

2. Об отходах производства и потребления : Федеральный закон : от 24.06.1998 № 89-ФЗ : (ред. от 28.12.2025) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 12.05.2026).

3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 28-2021 «Добыча нефти» : (утв. приказом Росстандарта от 21.10.2021 № 2326, введён в действие с 01.03.2022) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200128669 (дата обращения: 02.05.2026).

4. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту охраны окружающей среды : Приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238 : (в действующей редакции) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104774/ (дата обращения: 02.05.2026).

5. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов : Приказ Росприроднадзора : от 22.05.2017 № 242 // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/ (дата обращения: 02.05.2026).

6. Отчётность по образованию и обращению с отходами бурения за 2022–2025 годы (данные по лицензионным участкам в ХМАО-Югре) / ООО «ЮграНефтьСервис». Ханты-Мансийск, 2025. 48 с.

7. Материалы проектной документации по строительству скважин на лицензионных участках ХМАО-Югры. Т. 8.1: Мероприятия по охране окружающей среды. 2024. URL: https://example-docs.ru/hmao/project-docs/vol-8-1.pdf (дата обращения: 15.05.2026).

References

1. Federal Law No. 7-FZ of 10.01.2002 (as amended on 12/28/2025) «On Environmental Protection» // ConsultantPlus: Legal Reference System. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (date of access: 05/02/2026). – Text: electronic.

2. Federal Law No. 89-FZ of 06/24/1998 (as amended on 12/28/2025) «On Production and Consumption Waste» // ConsultantPlus: Legal Reference system. URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (date of access: 05/02/2026). – Text: electronic.

3. Information and Technical Handbook on the best available technologies of ITS 28-2021 «Oil Production» (approved by Rosstandart Order No. 2326 dated 10/21/2021, effective from 03/01/2022). URL: https://docs.cntd.ru/document/1200128669 (date of request: 05/02/2026). – Text: electronic.

4. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 07/08/2010 No. 238 (as amended) «On approval of the Methodology for calculating the amount of damage caused to Soils as an object of environmental protection» // ConsultantPlus: legal Reference system URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104774/ (date of request: 05/02/2026). – Text: electronic.

5. Rosprirodnadzor Order No. 242 dated 05/22/2017 «On Approval of the Federal Waste Classification Catalog» // ConsultantPlus: legal Reference System URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/ (date of access: 05/02/2026). – Text: electronic.

6. YugraNeftService LLC. Reporting on the Generation and Management of Drilling Waste for 2022–2025 (data for licensed areas in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra). Khanty-Mansiysk, 2025. 48 p. Electronic text.

7. Project Documentation Materials for Well Construction at Licensed Sites in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra. Vol. 8.1 “Environmental Protection Measures”. 2024. Electronic text. Available at: https://example-docs.ru/hmao/project-docs/vol-8-1.pdf (accessed: 15 May 2026).

УДК 504.064.2(571.122)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХМАО-ЮГРЫ

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF EMISSIONS FROM GAS PISTON POWER PLANTS USING DIFFERENT TYPES OF FUEL ON THE EXAMPLE OF OIL AND GAS FIELDS IN KHMAO-YUGRA

Бадрызлов Ярослав Андреевич
05.04.06 Экология и природопользование
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: Badrandr@bk.ru
Кулик Артем Александрович
05.04.06 Экология и природопользование
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: K.ARTEM.A@yandex.ru
Научный руководитель: канд. геол.-минерал. наук
Иванова Ирина Сергеевна
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Yaroslav A. Badryzlov
05.04.06 Ecology and environmental management
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: Badrandr@bk.ru
Artem A. Kulik
05.04.06 Ecology and environmental management
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: K.ARTEM.A@yandex.ru
Scientific adviser: Candidate of Geology and Mineralogy
Irina S. Ivanova
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. В статье представлены результаты инструментального экологического исследования выбросов газопоршневых электростанций (ГПЭС) на Верхне-Шапшинском и Нижне-Шапшинском месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (далее – ХМАО-Югры). Обследовано 27 источников выбросов. Установлено, что удельные выбросы CO_2 при работе на попутном нефтяном газе (5,60 г/кВт•ч) в 1,97 раза выше, чем на сухом отбензиненном газе (2,84 г/кВт•ч). Выбросы недогоревшего метана зафиксированы только для попутного нефтяного газа (ПНГ) (0,79 г/кВт•ч). Парниковый эффект ПНГ в 10,4 раза (GWP_{100}) и в 25 раз (GWP_{20}) выше, чем у сухого газа. Выполнена экономическая

оценка выбросов: годовая плата за NO_x не превышает 1,8 тыс. руб./год на одну ГПЭС, тогда как потенциал участия в торговле углеродными единицами достигает 233 тыс. руб./год. Обоснована целесообразность перехода на сухой газ и водородное топливо.
Ключевые слова: попутный нефтяной газ, сухой отбензиненный газ, выбросы метана, оксиды азота, глобальный потенциал потепления, углеродные единицы, газопоршневые электростанции, экологический мониторинг, ХМАО-Югра, декарбонизация.

Abstract. The article presents the results of an instrumental environmental study of emissions from gas piston power plants (GPPP) at the Verkhne-Shapshinskoye and Nizhne-Shapshinskoye fields in KhMAO-Yugra. 27 emission sources were surveyed. It was found that specific CO_2 emissions when operating on associated petroleum gas (5.60 g/kWh) are 1.97 times higher than on dry stripped gas (2.84 g/kWh). Unburned methane emissions were recorded only for APG (0.79 g/kWh). The greenhouse effect of APG is 10.4 times (GWP_{100}) and 25 times (GWP_{20}) higher than that of dry gas. An economic assessment of emissions was carried out: the annual fee for NO_x does not exceed 1.8 thousand rubles per year per GPPP, while the potential for participation in carbon credit trading reaches 233 thousand rubles per year. The feasibility of switching to dry gas and hydrogen fuel is substantiated.
Keywords: associated petroleum gas, dry stripped gas, methane emissions, nitrogen oxides, global warming potential, carbon credits, gas piston power plants, environmental monitoring, KhMAO-Yugra, decarbonization.

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата, за период с 2011 по 2020 год средняя глобальная температура воздуха увеличилась на 1,09 °C по сравнению с доиндустриальным уровнем, причем вклад антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) оценивается в диапазоне от 1,0 до 2,0 °C [1]. Скорость потепления достигла рекордного уровня – 0,26 °C за десятилетие, что обусловлено высокими темпами выбросов ПГ, составляющими около 53±5,4 Гт CO_2-эквивалента в год [2].

Особое внимание заслуживает метан (CH4): его потенциал глобального потепления за 20-летний период в 83 раза выше, чем у CO_2. В России нефтегазовый сектор является одним из основных источников эмиссии метана [3]. Одним из малоизученных источников выбросов ПГ являются газопоршневые электростанции (ГПЭС), использующие попутный нефтяной газ (ПНГ). Неполное сгорание ПНГ в поршневых двигателях ведет к выбросам недогоревшего метана, однако количественная оценка этих выбросов остается недостаточно изученной.

Цель исследования – оценка экологической и экономической эффективности использования различных видов топлива на ГПЭС нефтегазодобывающих предприятий ХМАО-Югры.

Исследование проводилось в 2023 году на объектах Верхне-Шапшинского и Нижне-Шапшинского месторождений Ханты-Мансийского автономного

округа – Югры (ХМАО-Югры). Обследовано 27 источников выбросов (далее – ИЗА): 10, работающих на ПНГ (Верхне-Шапшинское), и 17, работающих на сухом отбензиненном газе (Нижне-Шапшинское).

Определение концентраций CO_2, NO_x и CH_4 выполнялось прямым инструментальным методом на действующем поверенном оборудовании ГПЭС в режиме штатной эксплуатации в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 [4]. Измерения проводились в трехкратной повторности. Исходные данные предоставлены ООО «Березка Газ».

Для сравнительной оценки экологической эффективности различных энергоносителей выполнены расчеты удельных выбросов (г/кВт•ч) для бензина, дизеля, пропан-бутана и водорода по методике IPCC 2006 [5] при условии работы ГПЭС в одинаковом режиме (Q = 1,471 м³/с, P = 1 000 кВт). Верификация расчетного метода путем сопоставления с инструментальными замерами показала расхождение не более 3,5 %, что подтверждает применимость справочных коэффициентов. Для интегральной оценки климатического воздействия использован показатель глобального потенциала потепления (GWP) в соответствии с методологией IPCC AR6 (2021) [6] с коэффициентами GWP_{20} = 83 и GWP_{100} = 30 для метана.

Расчет экономической платы за выбросы NO_x выполнен в соответствии с постановлением Правительства РФ № 913 (ред. от 29.12.2023) и постановлением № 492 от 17.04.2024 [7]. Ставка платы за выброс NO_x составляет 41,54 руб./т с учетом коэффициента индексации. Годовое число часов работы ГПЭС принято равным 8 760 ч (круглосуточная работа). Мощность ГПЭС принята равной 1 000 кВт. Годовая плата за выбросы NO_x рассчитана по формуле:

$$P = E_{NO_x} \times 41{,}54 \times 10^{-6} \times 1000 \times 8760. \quad (1)$$

Оценка потенциального экономического эффекта от снижения выбросов парниковых газов выполнена в рамках концепции углеродных единиц, где 1 углеродная единица эквивалентна 1 тонне CO_2-экв. Для денежной оценки использована рыночная цена углеродных единиц в размере 1 000 руб./тонна CO_2-экв., что соответствует текущим значениям в условиях Сахалинского климатического эксперимента [8].

Удельные выбросы CO_2 при работе на ПНГ в 1,97 раза выше, чем на сухом газе (5,60 и 2,84 г/кВт•ч соответственно). Выбросы недогоревшего CH_4 зафиксированы только для ПНГ (0,79 г/кВт•ч). Справочные значения [5] для бензина и дизельного топлива превышают инструментальные данные для ПНГ по CO_2 в 2,3–2,6 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Удельные выбросы загрязняющих веществ для ГПЭС на разных типах топлива

Топливо	Количество ИЗА	CO_2, г/кВт•ч	NO_x, г/кВт•ч	CH_4, г/кВт•ч
Попутный нефтяной газ	10	5,60	2,14	0,79
Сухой отбензиненный газ	17	2,84	1,23	0
Бензин (справочно)	–	12,71	3,97	0
Дизель (справочно)	–	14,30	4,77	0
Пропан-бутан (справочно)	–	8,47	2,12	0
Водород (справочно)	–	0	1,85	0

Составлено авторами на основе инструментальных измерений и расчетов по нормативным документам [5].

Парниковый эффект выбросов ПНГ в 10,4 раза (GWP_{100}) и в 25 раз (GWP_{20}) выше, чем у сухого газа (табл. 2). Метан составляет около 80 % парникового эффекта при сжигании ПНГ на 100-летнем горизонте. Расчёт выполнен в соответствии с методологией IPCC AR6 (2021) [6] на основе коэффициентов GWP_{20} = 83 и GWP_{100} = 30 для метана.

Таблица 2 – Удельные выбросы парниковых газов в CO2-эквиваленте (г CO_2-экв./кВт•ч)

Топливо	GWP_{20}	GWP_{100}
Попутный нефтяной газ	71,53	29,43
Сухой отбензиненный газ	2,84	2,84
Бензин	12,71	12,71
Дизель	14,30	14,30
Пропан-бутан	8,47	8,47
Водород	0	0

Рассчитано по данным таблицы 1 и коэффициентам GWP из источника [6].

Расчет годовой платы за выбросы оксидов азота показал, что действующий в Российской Федерации механизм платежей за загрязнение атмосферного воздуха не создает значимых экономических стимулов для перехода ГПЭС на более экологичные виды топлива. Как представлено на рисунке 1, максимальная годовая плата (для дизельного топлива) составляет 1 734 руб./год на одну электростанцию, минимальная (для сухого отбензиненного газа) – 446 руб./год (табл. 3, рис. 1).

Таблица 3 – Годовая плата за выбросы NO_x при работе ГПЭС мощностью 1 МВт (8 760 ч/год)

Топливо	NO_x, г/кВт•ч
Попутный нефтяной газ	2,14
Сухой отбензиненный газ	1,23
Бензин	3,97
Дизель	4,77
Пропан-бутан	2,12
Водород	1,85

Рассчитано авторами по формуле (1) на основе [7].

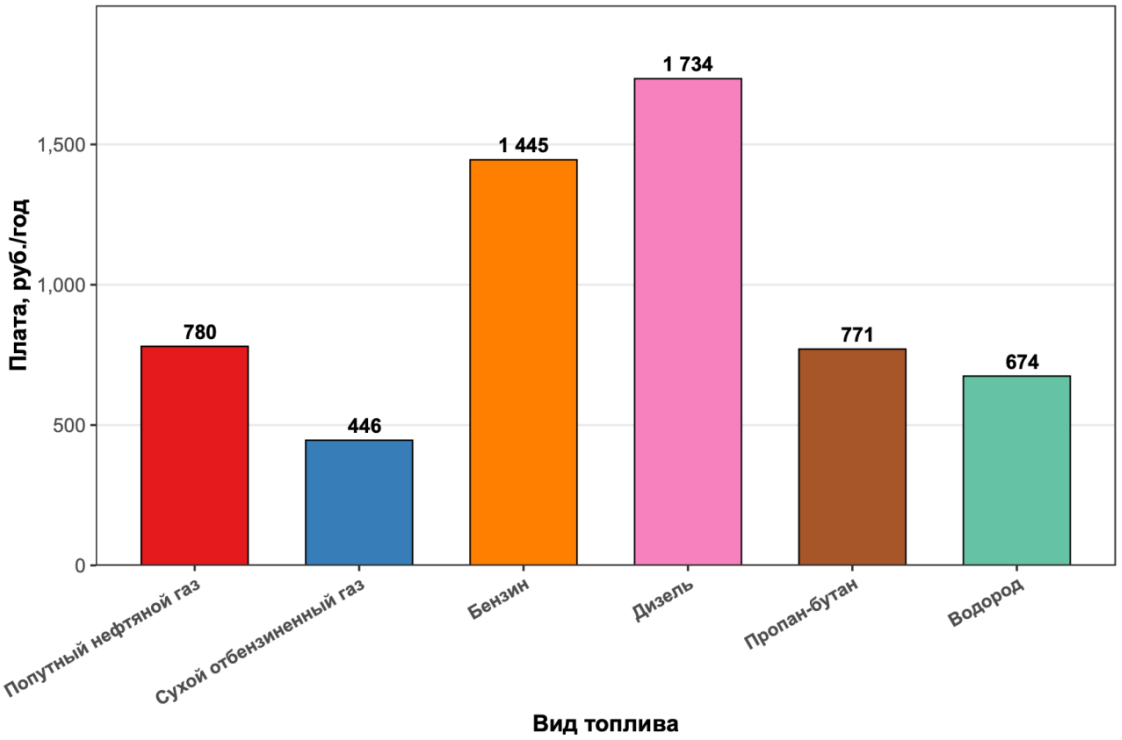

Рисунок 1 – Годовая плата за выбросы оксидов азота (NO_x) при работе ГПЭС на различных видах топлива (составлено авторами)

В отличие от платежей за токсичные выбросы, механизм углеродных единиц (реализуемый в рамках Сахалинского климатического эксперимента [8] и потенциально – в общероссийской системе) создает реальные экономические стимулы для снижения выбросов парниковых газов. Замена ПНГ на сухой отбензиненный газ на одной ГПЭС мощностью 1 МВт позволяет сократить выбросы CO_2-экв. на 234,9 т/год, что при рыночной цене углеродной единицы 1 000 руб./т дает экономический эффект 235 тыс. руб./год (табл. 4).

Таблица 4 – Экономический потенциал замены ПНГ на сухой газ (на одну ГПЭС мощностью 1 МВт)

Показатель	Значение
Выбросы CO_2-экв. (GWP_{100}) при работе на ПНГ	257,8 т/год
Выбросы CO_2-экв. (GWP_{100}) при работе на сухом газе (среднее)	22,9 т/год
Разница в выбросах CO_2-экв.	234,9 т/год
Накопленная разница за 15 лет	3 523,5 т CO_2-экв.
Экономический эффект при цене 1 000 руб./т.	3,5 млн руб.

Рассчитано авторами по данным таблиц 1–2 и [8].

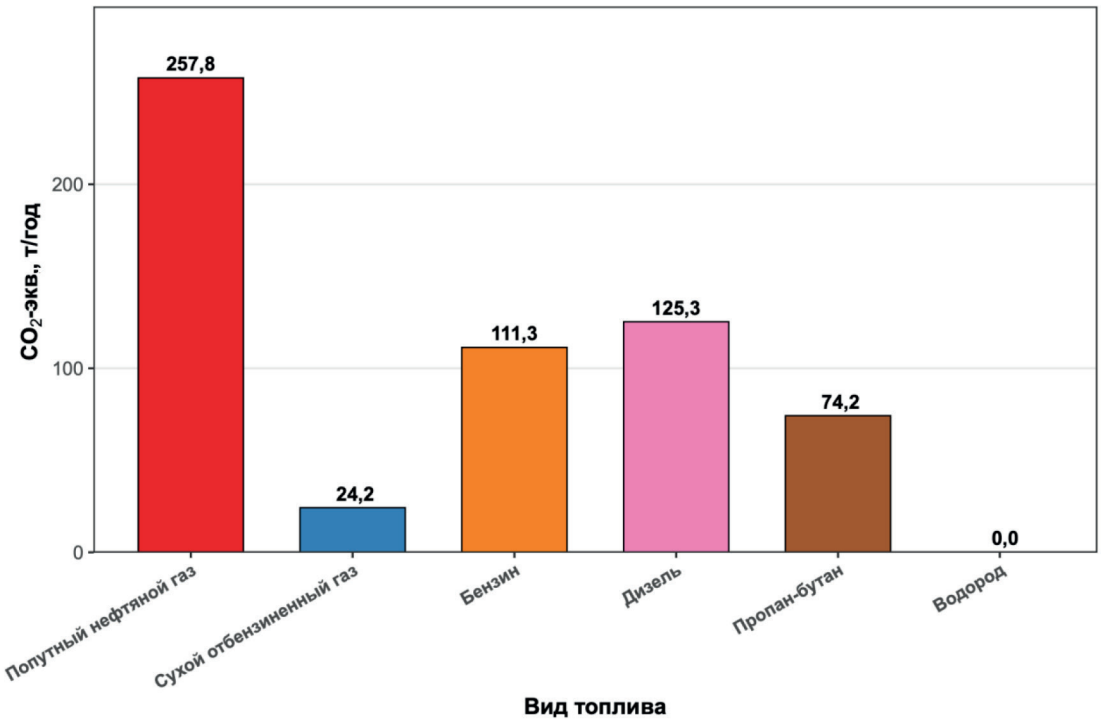

Рисунок 2 – Суммарный экономический потенциал реализации углеродных единиц при замене ПНГ на альтернативные виды топлива за 15 лет (составлено авторами)

Рисунок 2 иллюстрирует обратную зависимость между степенью очистки топлива и его углеродным следом: чем выше технологическая подготовка газа, тем ниже выбросы. Максимальный потенциал углеродных единиц у ПНГ (257,8 т CO_2-экв. за 15 лет) обусловлен выбросами недогоревшего метана; при переходе на сухой отбензиненный газ (СОГ) этот показатель падает почти в 10,6 раза (до 24,2 т), что подтверждает определяющий вклад метана в парниковый эффект ПНГ. Промежуточное положение занимают бензин и дизель (111,3–125,3 т), а пропан-бутан (74,2 т) экологичнее жидких нефтяных топлив, но уступает СОГ. Водород, демонстрируя нулевой углеродный след (за счёт отсутствия выбросов CO_2 и CH_4), подтверждает перспективность перевода ГПЭС на водородное топливо, однако с учётом проблемы образования NO_x.

Проведенные исследования выявили, что сухой отбензиненный газ является предпочтительным топливом для ГПЭС с экологической точки зрения: выбросы CO_2 в 1,97 раза ниже, чем у ПНГ, выбросы NO_x – в 1,74 раза ниже. Основной экологической проблемой ПНГ являются выбросы недогоревшего метана. Как показано в таблице 2, даже на 100-летнем горизонте оценки (GWP_{100}) метан вносит определяющий вклад в парниковый эффект. Водород демонстрирует нулевые выбросы CO_2 и отсутствие метана, однако требует решения проблемы высокотемпературного горения, приводящего к образованию NO_x.

Применение 100-летнего горизонта оценки GWP_{100}, традиционно используемого в международной отчетности, может недооценивать реальный вклад метана в изменение климата в ближайшие десятилетия. Для энергетических проектов с горизонтом планирования 15–20 лет более корректно использовать GWP_{20},

который адекватно отражает климатическую угрозу, связанную с выбросами недогоревшего метана при сжигании ПНГ.

На основе полученных результатов могут быть сформулированы следующие практические рекомендации:

1. Для нефтегазодобывающих предприятий ХМАО-Югры рекомендуется рассмотреть возможность перевода ГПЭС с ПНГ на сухой отбензиненный газ – данная модернизация будет способствовать снижению углеродного следа.

2. В качестве перспективного направления декарбонизации автономной энергетики региона рассматривается использование водородного топлива.

3. Рекомендуется внедрение системы непрерывного экологического мониторинга выбросов парниковых газов на ГПЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сухой отбензиненный газ является экологически предпочтительным топливом для ГПЭС по выбросам CO_2 (в 1,97 раза ниже, чем у ПНГ) и NO_x (в 1,74 раза ниже).

2. Основной экологический недостаток ПНГ – выбросы недогоревшего метана (0,79 г/кВт•ч), создающие парниковый эффект, в 10–25 раз превышающий эффект от сжигания сухого газа.

3. Для адекватной оценки климатического воздействия выбросов ПНГ рекомендуется использовать 20-летний горизонт GWP (GWP_{20}).

4. Текущая система платы за выбросы NO_x не создает экономических стимулов для модернизации. Участие в торговле углеродными единицами может обеспечить до 235 тыс. руб./год экономического эффекта на одну ГПЭС.

Список источников

1. Summary for Policymakers // IPCC Sixth Assessment ReportThe Physical Science Basis. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/summary-for-policymakers/ (date of access: 10.04.2026).

2. Forster P. M., Lamb W. F. Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence // Earth System Science Data. 2024. T. 16. C. 2625–2658.

3. Рощин А. В. Оценка выбросов метана в нефтегазовом секторе России // Нефть.рф. 2025. № 6. URL: https://online.runeft.ru/6_2025/roschin (дата обращения: 15.04.2026).

4. ГОСТ 17.2.4.06-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. М.: Издательство стандартов, 1990. 23 с.

5. Amstel A. V. IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 2: Energy. Ch. 2: Stationary Combustion. Hayama : IGES, 2006. 652 p.

6. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group14 I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate

Change // МГЭИК (IPCC). Изменение климата, 2021 г. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 2391 с.

7. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду : постановление Правительства Российской Федерации : от 13.09.2016 № 913 : (ред. от 29.12.2023) // Гарант: информационно-правовое обеспечение. 2016. № 38. Ст. 5555. URL: https://base.garant.ru/71489914/ (дата обращения: 15.05.2026).

8. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области до 2035 года : (в части Сахалинского климатического эксперимента) : распоряжение Правительства Российской Федерации : от 29.10.2021 № 3052-р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/561676850 (дата обращения: 17.04.2026).

References

1. IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Available at: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/summary-for-policymakers/ (Accessed 10 April 2026).

2. Forster, P. M., et al. Indicators of Global Climate Change 2023: Annual Update of Key Indicators of the State of the Climate System and Human Influence. Earth System Science Data, 2024, vol. 16, pp. 2625–2658.

3. Roshchin, A. V. Estimation of Methane Emissions in the Russian Oil and Gas Sector. Neft.rf, 2025, no. 6. Available at: https://online.runeft.ru/6_2025/roschin (Accessed 15 April 2026). (in Russian)

4. GOST 17.2.4.06-90. Nature Protection. Atmosphere. Methods for Determining the Velocity and Flow Rate of Gas-Dust Streams Discharged from Stationary Pollution Sources. Moscow: Izdatel’stvo Standartov, 1990. 23 p. (in Russian)

5. IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Ed. by H. S. Eggleston, et al. Hayama: IGES, 2006. Vol. 2: Energy. Chapter 2: Stationary Combustion. 652 p.

6. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 2391 p.

7. Government of the Russian Federation. Resolution No. 913 of 13 September 2016 (as amended on 29 December 2023) “On the Rates of Payment for Negative Impact on the Environment”. Collection of Legislation of the Russian Federation, 2016, no. 38, art. 5555. Available at: https://base.garant.ru/71489914/ (Accessed 15 May 2026). (in Russian)

8. Government of the Russian Federation. Order No. 3052-r of 29 October 2021 “On Approval of the Strategy for Socio-Economic Development of the Sakhalin Region until 2035” (with regard to the Sakhalin Climate Experiment). Available at: http://government.ru/docs/43776/ (Accessed 17 April 2026). (in Russian)

УДК 504.06: 551.583(571.122)

АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СМЯГЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ Г. ХАНТЫ-МАНСИЙСКА)

ADAPTIVE PROJECTS OF THE URBAN ENVIRONMENT AS A TOOL FOR MITIGATING CLIMATE CHANGE (A CASE STUDY OF KHANTY-MANSIYSK)

Романова Анастасия Вячеславовна
05.03.06 Экология и природопользование
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: ranastaiya@bk.ru
Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент
Антюфеева Татьяна Валерьевна
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Anastasiya V. Romanova
05.03.06 Ecology and environmental management
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: ranastaiya@bk.ru
Scientific adviser: Candidate of Geography, Associate Professor
Tatiana V. Antyufeyeva
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. В статье проведен анализ климатических рисков в городе Ханты-Мансийске и предложены варианты их снижения. Предлагаются адаптационные проекты для городской среды как инструмент смягчения изменений климата. В рамках адаптационных проектов предлагаются решения по снижению рисков подтопления городской территории, затопления, развития оползней.
Ключевые слова: изменение климата, климатический риск, адаптационный проект, городская среда, рельеф, эрозия, подтопления.

Abstract. The article analyzes the climate risks in the city of Khanty-Mansiysk and proposes options for their reduction. It also suggests adaptation projects for the urban environment as a tool for mitigating climate change. These adaptation projects provide solutions for reducing the risks of urban flooding, waterlogging, and landslide development.
Keywords: climate change, climate risk, adaptation project, urban environment, topography, erosion, flooding.

Изменение климата представляет собой одну из значительных угроз XXI века для устойчивого развития городов. Эти изменения оказывают влияние на при-

родные экосистемы, экономику, инфраструктуру и качество жизни населения. В условиях климатических изменений и увеличения частоты экстремальных погодных явлений урбанизированным территориям необходимо выстраивать стратегию адаптации, поэтому адаптационные проекты городской среды становятся важным инструментом для смягчения последствий изменения климата и повышения устойчивости инфраструктуры города.

Территория г. Ханты-Мансийска наиболее подвержена следующим климатическим рискам:

1) вследствие глобального изменения климата и гидрометеорологических изменений: устойчивый рост среднегодовой температуры воздуха (на 1,8 °С за последние 30 лет), увеличение годовой суммы атмосферных осадков (на 12 % относительно среднемноголетних значений), повышение частоты паводков (с 3 до 5 случаев за десятилетие) и локальных затоплений. Количество дней с сильными осадками (>15 мм/сут) возросло с 6 до 11 в год [1];

2) вследствие физико-географических особенностей: наличие затопляемых низменностей и прибрежных зон реки Иртыш; избыточное увлажнение и заболоченность пригородных территорий (до 30 % площади прилегающих районов) повышают риск переувлажнения и подтопления объектов инфраструктуры. Зафиксированная скорость оползневых смещений на склонах (в районе стелы «Первооткрывателям земли Югорской») составляет до 0,4 м/год [2];

3) вследствие антропогенной деятельности: активная застройка городской территории (с 2000 по 2025 год плотность застройки выросла на 40 %) привела к сокращению естественных дренажных путей и увеличению поверхностного стока на 25–30 % [3]. Уязвимые зоны к климатическим изменениям указаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Ключевые участки адаптации к климатическим изменениям (составлено автором)

В связи с существующими климатическими рисками и их потенциально разрушительными последствиями целесообразно реализовать комплекс мероприятий по адаптации городской территории к изменениям климата, который включает в себя систему природоподобных мер и инженерных сооружений. В условиях города Ханты-Мансийска можно выделить ряд наиболее приоритетных проектов, направленных на снижение уязвимости.

Для предотвращения размыва берегов и обеспечения устойчивости к ледовым и паводковым нагрузкам наиболее подходящими инженерными сооружениями в условиях города Ханты-Мансийска являются незатопляемые дамбы обвалования, применяемые для постоянной защиты от затопления городских и промышленных территорий, прилегающих к водохранилищам, рекам и другим водным объектам [4], а также габионные конструкции, которые применяют в качестве противоэрозионного крепления и противоразмывного фартука в берегозащитных сооружениях [5].

Адаптационными мероприятиями к затоплениям придомовых и улично-дорожных территорий являются проектирование дренажной системы, искусственное повышение территории [6] и использование пористо-мастичных асфальтобетонных смесей для дорожного покрытия [7].

В условиях невыраженных оползневых явлений, но с возможным риском обвалов грунта для городской территории Ханты-Мансийска наиболее подходящими мероприятиями являются изменение рельефа склона, закрепление грунтов с помощью габионных конструкций и георешеток с каменной наброской, а также агролесомелиоративные мероприятия [8].

Для адаптационных мероприятий городской территории Ханты-Мансийска характерны преимущества и некоторые недостатки, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Меры по адаптации к климатическим рискам в городе Ханты-Мансийске [7; 8; 10; 11; 12; 13; 14]

№	Климатический риск	Территория применения	Меры адаптации	Преимущества	Недостатки
1	Подтопление и эрозия прибрежных зон	Районы, прилегающие к р. Иртыш (мкр. Восточный, р-он Самарово, объездная дорога, восточная объездная дорога)	Незатопляемые дамбы обвалования	Высокая прочность и устойчивость; долговечность; многофункциональность использования	Регулярное техническое обслуживание; при неправильном проектировании возможны дефекты; высокие затраты
			Габионные конструкции	Гибкость и адаптивность; долговечность; простой монтаж и обслуживание; водопроницаемость; низкая стоимость	Высокая материалоемкость; коррозия металлического каркаса; риск деформации при неправильном монтаже
			Озеленение	Снижение скорости поверхностного стока и эрозии за счёт корневой системы; повышение биоразнообразия; низкая материалоёмкость и стоимость	Требуется время для формирования корневой системы; требуется регулярный уход; недостаточная эффективность при сильном воздействии

Продолжение таблицы 1

2	Затопление придомовых и улично-дорожных территорий	ул. Сирина, ул. Землеустроителей, ул. Калинина	Проектирование дренажной системы	Сохранение оптимального уровня влажности почвы; защита инженерных коммуникаций	Высокие первоначальные затраты; сложность монтажа; необходимость регулярного обслуживания; зависимость от климатических и геологических условий; риск ошибок при проектировании
			Искусственное повышение территории	Освоение затопленных и временно затапливаемых территорий; снижение риска подтопления	Значительные объёмы земляных работ; влияние на гидрологический режим; сложность расчетов при проектировании
			Использование пористо-мастичных асфальтобетонных смесей	Дренирующие свойства; стабильность под нагрузкой; повышенные сцепные качества; шумопонижение	Ограниченная область применения; требования к технологии укладки; возможное снижение долговечности при неправильном подборе состава
			Озеленение	Снижение объёма поверхностного стока; фильтрация и очистка воды; инфильтрация и пополнение грунтовых вод; снижение скорости стока; предотвращение эрозии; создание многофункциональных пространств; экономическая эффективность; улучшение микроклимата	Требуется время для формирования корневой системы; требуется регулярный уход; недостаточная эффективность при сильном воздействии
3	Оползневые и эрозионные процессы	Археопарк, ул. Максима Горького, стела «Первооткрывателям земли Югорской», восточная объездная дорога	Изменение рельефа склона	Снижение скорости стока воды; улучшение инфильтрации; стабилизация склона; возможность комбинирования с другими методами; многофункциональность; долгосрочная эффективность; экологичность	Высокие затраты; необходимость точного расчёта и проектирования; ограничения по крутизне склона; риск нарушения естественного баланса; необходимость регулярного обслуживания; изменение ландшафта; зависимость от климатических условий
			Закрепление грунтов с помощью габионных конструкций	Прочность и долговечность; гибкость; водопроницаемость; экологичность; экономичность; простота монтажа.	Дополнительная нагрузка на грунт; риск коррозии; ограничения по высоте
			Использование георешеток с каменной наброской	Устойчивость к эрозии; улучшение дренажа; долговечность; экологичность; простота монтажа	Необходимость подготовки основания; зависимость от правильного выбора высоты ячеек; риск коррозии анкеров; необходимость регулярного обслуживания
			Озеленение	Стабилизация почвы; снижение скорости стока воды; фильтрация и очистка воды; инфильтрация; улучшение структуры почвы	Требуется время для формирования корневой системы; требуется регулярный уход; недостаточная эффективность при сильном воздействии

Для внедрения мер следует рассчитать технические параметры инженерных сооружений с учетом физико-географических особенностей города Ханты-Мансийска для обеспечения их эффективности в адаптации к климатическим изменениям, а также стоимость их сооружения, указанную в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры адаптационных мер и их стоимость в г. Ханты-Мансийске [5; 6; 7; 8; 15; 16; 17]

Меры адаптации	Расчетные параметры	Стоимость сооружений (млн руб.)
Дамбы обвалования	Высота дамбы от существующей поверхности земли – 3,5 м.	150
Габионные конструкции	Размеры габионов: 2,0×1,0×1,0 м; заполнитель: гранитный щебень, фракция 100–200 мм; материал каркаса: оцинкованная сталь с ПВХ-покрытием (для защиты от коррозии); сварочное соединение секций между собой	40
Дренажная система	Производительность: 80 л/с•га	18,26
Пористо-мастичный асфальт	Рекомендуемая толщина слоя: 80 мм; коэффициент фильтрации: 1,6 л/мин; площадь укладки: ширина дороги 18 000 м²	21
Изменение рельефа склона	Ширина террас: 3–5 м; уклон откоса террасы: не круче 1:1,5 (≈ 34°); высота уступа: до 2 м; планировочная толщина почвенного слоя: 0,3–0,5 м; посев газона	126
Озеленительные работы	Подготовка участка (планировка, очистка); посадка деревьев: 200–400 шт./га; посадка кустарников: 400–800 шт./га; посев газона	35,955

Полученные параметры сооружений являются рекомендательными. Для разработки рабочей документации и точного определения стоимости необходимо выполнить инженерные изыскания, расчёты по фактическим нагрузкам и составить локальные сметы по ТЕР-2001/ГЭСН-2020 с актуальной индексацией на текущий квартал.

В городе Ханты-Мансийске уже существуют меры адаптации к подтоплениям прибрежных зон и оползневым процессам. Промышленные предприятия, которые находятся вдоль реки Иртыш, осуществляют искусственное повышение территории, чтобы предотвратить затопления.

Для предотвращения осыпания грунта в районе дорожно-транспортной развязки Восточной объездной дороги и ул. Мира возведены габионные конструкции.

Данные меры адаптации носят локальный характер и не позволяют смягчить последствия изменений климата на территории всего города Ханты-Мансийска.

Проведённый анализ показал, что адаптационные проекты городской среды г. Ханты-Мансийска представляют собой важнейший инструмент смягчения последствий климатических изменений и адаптации к ним. На основе выявленных факторов формирования можно сделать вывод, что городская территория является зоной повышенной уязвимости к различным климатическим рискам.

Таким образом, предложенные меры адаптации позволят системно снизить уязвимость городской среды, защитить природные компоненты и инфраструктуру. Анализ адаптационных мер, включающий их преимущества и недостатки, демонстрирует, что наиболее эффективными являются комбинированные решения, совмещающие инженерно-технические подходы и природоподобные решения. Реализация предложенных адаптационных проектов позволит смягчить последствия изменений климата и сформировать основу долгосрочного устойчивого, безопасного и природоориентированного развития города.

Список источников

1. Материалы по климатическим характеристикам и мониторингу окружающей среды // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). URL: https://www.meteorf.gov.ru/upload/pdf_download/compressed.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

2. Об утверждении доклада об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре : Приказ : от 28 июня 2018 года № 119-н // Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Природнадзор Югры). URL: https://docs.cntd.ru/document/543572689/titles/1OQEF3S (дата обращения: 28.04.2026).

3. Методы управления источниками поверхностного стока в странах Европы и возможность их применения в Санкт-Петербурге / Я. Э. Бегич, П. А. Шерстобитова, Е. А. Морина [и др.] // Строительство уникальных зданий и сооружений : научно-технический журнал СПбПУ. 2018. № 2(65). URL: https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/2%2865%29/4_Begich_65.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

4. Материалы по вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). URL: https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-16/a011a22c84943120314da75bc48f703a.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

5. СП 425.1325800.2018 Инженерная защита территории от эрозионных процессов // М. : Стандартинформ, 2019. URL: https://customgeo.ru/wp-content/uploads/2019/12/SP-425.1325800.2018-Inzhenernaja-zashhita-territorii-ot-jerozionnyh-processov.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

6. СП 104.13330.2016 Инженерная защита территории от затопления и подтопления (актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85) // М. : Стандарт-

информ, 2016. URL: https://nav.tn.ru/cloud/iblock/703/703271a6d8125edec379adf49a386822/SP-104.13330.2016-Inzhenernyaya-zashchita-territorii-ot-zatopleniya-i-podtopleniya.-Aktualizirovannaya-redaktsiya-SNiP-2.06.15_85.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

7. Худоконенко А. А., Чернов С. А. Пористо-мастичные асфальтобетонные смеси и опыт их применения // Вестник МГСУ. 2017. № 11 (110). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/poristo-mastichnye-asfaltobetonnye-smesi-i-opyt-ih-primeneniya (дата обращения: 12.05.2026).

8. СП 436.1325800.2018 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов // М. : Стандартинформ, 2019. URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293730/4293730483.pdf (дата обращения: 12.05.2026).

9. Дьяченко К. Н., Зверев А. В. Причины образования дефектов в дамбах обвалования при их эксплуатации в условиях Дальнего Востока // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-obrazovaniya-defektov-v-dambah-obvalovaniya-pri-ih-ekspluatatsii-v-usloviyah-dalnego-vostoka (дата обращения: 12.05.2026).

10. Прудченко Е. С., Мазур И. С. Перспективы развития способов защиты от затопления на реках РФ / ОмГТУ // CyberLeninka. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-sposobov-zaschity-ot-zatopleniya-na-rekah-rf (дата обращения: 12.05.2026).

11. Тыщук Г. Ф., Денега Н. В. Закрепление слабых берегов малых рек, оврагов и балок // Вестник Мордовского университета. 2008. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zakreplenie-slabyh-beregov-malyh-rek-ovragov-i-balok (дата обращения: 12.05.2026).

12. Соломенцева А. С. Укрепление и защита берегов в Калачевском районе Волгоградской области с помощью кустарниковой растительности / МГТУ им. Н. Э. Баумана // Лесной вестник. 2021. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ukreplenie-i-zaschita-beregov-v-kalachevskom-rayone-volgogradskoy-oblasti-s-pomoschyu-kustarnikovoy-rastitelnosti (дата обращения: 12.05.2026).

13. Устройство покрытий из пористо-мастичных асфальтобетонных смесей // АО «Татавтодор». URL: https://www.tatavtodor.ru/proizvodstvo-i-tekhnologii/sovremennye-tekhnologii/ustroystvo-pokrytiy-iz-poristo-mastichnykh-asfaltobetonnykh-smesey/ (дата обращения: 13.05.2026).

14. Зайкова Е. Ю., Феофанова С. С. Зеленая инфраструктура как инструмент управления ливневыми водами // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17, № 11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-infrastruktura-kak-instrument-upravleniya-livnevymi-vodami (дата обращения: 13.05.2026).

15. ТЕР 2001-22. Водопровод – наружные сети. Территориальные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы : приняты и введены в действие Межведомственной комиссией по ценообразованию в строительстве : (протокол от 20.12.2000 № 8). Черкесск, 2009. URL:https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293815/4293815683.pdf (дата обращения: 13.05.2026).

16. ТЕР 2001-47. Озеленение. Защитные лесонасаждения. Территориальные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы :

приняты и введены в действие Межведомственной комиссией по ценообразованию в строительстве : (протокол от 20.12.2000 № 8). Санкт-Петербург, 2008. URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a6d/4293821207.pdf (дата обращения: 13.05.2026).

17. Укрупнённые показатели стоимости строительства. Раздел «Гидротехнические сооружения» : утверждены приказом Минстроя России от 30 декабря 2019 № 906/пр. М. : ФАУ «Главгосэкспертиза России», 2020. URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/tsenoobrazovanie/ukrupnennye-normativy-tseny-stroitelstva/ (дата обращения: 13.05.2026).

References

1. Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet) (n.d.) *Materialy po klimaticheskim kharakteristikam i monitoringu okruzhayushchey sredy* [Materials on climatic characteristics and environmental monitoring]. Available at: https://www.meteorf.gov.ru/upload/pdf_download/compressed.pdf (Accessed: 28 April 2026) (in Russian)

2. Prirodnadzor Yugry (Service for Control and Supervision in the Field of Environmental Protection, Wildlife and Forest Relations of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra) (2018) *Prikaz ot 28 iyunya 2018 goda № 119-n «Ob utverzhdenii doklada ob ekologicheskoy situatsii v Khanty-Mansiyskom avtonomnom okruge – Yugre»* [Order No. 119-n of June 28, 2018 "On approval of the report on the environmental situation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra"]. Available at: https://docs.cntd.ru/document/543572689/titles/1OQEF3S (Accessed: 28 April 2026).

3. Begich, Ya. E. (2018) *Metody upravleniya istochnikami poverkhnostnogo stoka v stranakh Yevropy i vozmozhnost' ikh primeneniya v Sankt-Peterburge* [Methods of managing surface runoff sources in European countries and the possibility of their application in St. Petersburg], Nauchno-tekhnicheskiy zhurnal SPbPU, 2(65). Available at: https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/2%2865%29/4_Begich_65.pdf (Accessed: 28 April 2026).

4. Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia) (n.d.) *Materialy po voprosam zashchity naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera* [Materials on protection of population and territories from natural and man-made emergencies]. Available at: https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-16/a011a22c84943120314da75bc48f703a.pdf (Accessed: 28 April 2026) (in Russian)

5. Standartinform (2019) SP 425.1325800.2018 *Inzhenernaya zashchita territorii ot erozionnykh protsessov* [SP 425.1325800.2018 Engineering protection of territories from erosion processes]. Moscow. Available at: https://customgeo.ru/wp-content/uploads/2019/12/SP-425.1325800.2018-Inzhenernaja-zashhita-territorii-ot-jerozionnyh-processov.pdf (Accessed: 28 April 2026) (in Russian)

6. Standartinform (2016) SP 104.13330.2016 *Inzhenernaya zashchita territorii ot zatopleniya i podtopleniya (aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.06.15-85)* [SP 104.13330.2016 Engineering protection of territories from flooding and waterlogging (updated version of SNiP 2.06.15-85)]. Moscow. Available at: https://nav.tn.ru/cloud/iblock/703/703271a6d8125edec379adf49a386822/SP-104.13330.2016-Inzhenernyaya-zashchita-territorii-ot-zatopleniya-i-podtopleniya.-Aktualizirovannaya-redaktsiya-SNiP-2.06.15_85.pdf (Accessed: 28 April 2026) (in Russian)

7. Khudokonenko A. A., Chernov S. A. (2017) *Poristo-mastichnye asfal'tobetonnye smesi i opyt ikh primeneniya* [Porous-mastic asphalt mixtures and experience of their application], Vestnik MGSU, 11(110). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/poristo-mastichnye-asfaltobetonnye-smesi-i-opyt-ih-primeneniya (Accessed: 12 May 2026) (in Russian)

8. Standartinform (2019) SP 436.1325800.2018 *Inzhenernaya zashchita territoriy, zdaniy i sooruzheniy ot opolzney i obvalov* [SP 436.1325800.2018 Engineering protection of territories, buildings and structures from landslides and rockfalls]. Moscow. Available at: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293730/4293730483.pdf (Accessed: 28 April 2026) (in Russian)

9. Dachenko K. N., Zverev A. V. (2017) *Prichiny obrazovaniya defektov v dambakh obvalovaniya pri ikh ekspluatatsii v usloviyakh Dalnego Vostoka* [Reasons for the formation of defects in embankment dams during their operation in the Far East], Vestnik Khimicheskoy Rekultyvatsii (VHR), 6. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-obrazovaniya-defektov-v-dambah-obvalovaniya-pri-ih-ekspluatatsii-v-usloviyah-dalnego-vostoka (Accessed: 12 May 2026) (in Russian)

10. Prudchenko E. S., Mazur I. S. (2012) *Perspektivy razvitiya sposobov zashchity ot zatopleniya na rekakh RF* [Prospects for the development of flood protection methods on Russian rivers], Vestnik Omskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta (OmGTU), 3. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-sposobov-zaschity-ot-zatopleniya-na-rekah-rf (Accessed: 12 May 2026) (in Russian)

11. Tyshchuk G. F., Denega N. V. (2008) *Zakreplenie slabykh beregov malykh rek, ovragov i balok* [Consolidation of weak banks of small rivers, ravines and gullies], Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta (Vestnik MGU), 4. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/zakreplenie-slabyh-beregov-malyh-rek-ovragov-i-balok (Accessed: 12 May 2026) (in Russian)

12. Solomentseva A. S. (2021) *Ukreplenie i zashchita beregov v Kalachevskom rayone Volgogradskoy oblasti s pomoshchyu kustarnikovoy rastitelnosti* [Strengthening and protecting banks in the Kalachevsky district of the Volgograd region using shrub vegetation], Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Lesa – Lesnoy Vestnik, 3. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ukreplenie-i-zaschita-beregov-v-kalachevskom-rayone-volgogradskoy-oblasti-s-pomoschyu-kustarnikovoy-rastitelnosti (Accessed: 12 May 2026) (in Russian)

13. JSC Tatavtodor (n.d.) *Ustroystvo pokrytiy iz poristo-mastichnykh asfaltobetonnykh smesey* [Construction of pavements using porous-mastic asphalt

mixtures]. Available at: https://www.tatavtodor.ru/proizvodstvo-i-tekhnologii/sovremennye-tekhnologii/ustroystvo-pokrytiy-iz-poristo-mastichnykh-asfaltobetonnykh-smesey/ (Accessed: 13 May 2026) (in Russian)

14. Zaykova E. Y., Feofanova S. S. (2022) *Zelenaya infrastruktura kak instrument upravleniya livnevymi vodami* [Green infrastructure as a tool for stormwater management], Vestnik MGSU, 11. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-infrastruktura-kak-instrument-upravleniya-livnevymi-vodami (Accessed: 13 May 2026) (in Russian)

15. Gosstroy Rossii (2001) TER 2001-22. *Vodoprovod – naruzhnyye seti. Territorialnyye yedinichnyye rastsenki* [TER 2001-22. Water supply – external networks. Territorial unit rates]. Available at: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293815/4293815683.pdf (Accessed: 13 May 2026).

16. Gosstroy Rossii (2001) TER 2001-47. *Ozeleneniye. Zashchitnyye lesonasazhdeniya. Territorialnyye yedinichnyye rastsenki* [TER 2001-47. Landscaping. Protective forest plantations. Territorial unit rates]. Available at: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a6d/4293821207.pdf (Accessed: 13 May 2026).

17. Ministry of Construction of the Russian Federation. Enlarged Cost Indicators for Construction. Section “Hydraulic Structures”: approved by Order No. 906/pr dated 30 December 2019. Moscow: FAU “Glavgosexpertiza of Russia”, 2020. Available at: https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/tsenoobrazovanie/ukrupnennye-normativy-tseny-stroitelstva/ (accessed 13 May 2026). (in Russian)

УДК 620.9:551.583(571.122)

АДАПТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

ADAPTATION OF FUEL AND ENERGY COMPLEX FACILITIES IN KHMAO-YUGRA TO CLIMATE CHANGE

Юсупов Иса Магомедович
05.04.06 Экология и природопользование
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: isa_yusupov_186@icloud.com
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент
Кочергин Глеб Александрович
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Isa M. Yusupov
05.04.06 Ecology and environmental management
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: isa_yusupov_186@icloud.com
Scientific adviser: Candidate of Engineering Science, Associate Professor
Gleb A. Kochergin
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. Цель исследования: разработать и обосновать комплекс мер по адаптации объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) Ханты-Мансийского автономного округа – Югры к климатическим изменениям на основе риск-ориентированного подхода. Предмет исследования: климатические риски, уязвимость инфраструктуры ТЭК и организационно-методические подходы к адаптации. Методы: анализ климатических данных, риск-ориентированное моделирование, матричное ранжирование, экспертная оценка. Установлено, что среднегодовая температура воздуха в регионе увеличивается со скоростью 0,33–0,52 °С/10 лет. Выявлены критические риски: паводки и половодья (переходы трубопроводов), лесные пожары (линии электропередачи (ЛЭП) в лесных массивах), штормовые ветры. Разработаны меры адаптации: анкерное закрепление переходов трубопроводов, расширение просек ЛЭП, замена проводов на самонесущие изолированные провода (СИП), резервирование энергоснабжения дожимных насосных станций (ДНС). Сформирована система ключевых показателей эффективности (KPI). Срок окупаемости первоочередных мер – 1–3 года.
Ключевые слова: адаптация к изменению климата, топливно-энергетический комплекс, ХМАО-Югра, климатические риски, риск-ориентированный подход.

Abstract. Objective: develop and justify a set of measures for adapting fuel and energy complex facilities in Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra to climate change based on a risk-oriented approach. Subject: climate risks, vulnerability of FEC infrastructure, and organizational-methodological approaches to adaptation. Methods: climate data analysis, risk-oriented modeling, matrix ranking, expert assessment. It is established that the average annual air temperature in the region is increasing at a rate of 0.33–0.52 °C/decade. Critical risks have been identified: floods (pipeline crossings), wildfires (power lines in forest areas), and storm winds. Adaptation measures have been developed: anchoring of pipeline crossings, expansion of power line clearings, replacement of wires with SIP, and redundancy of booster pump station power supply. A system of key performance indicators (KPI) has been established. The payback period of priority measures is 1–3 years.
Keywords: climate change adaptation, fuel and energy complex, KhMAO-Yugra, climate risks, risk-oriented approach.

Согласно данным Липки О. Н. и соавторов, с 1960 по 2021 год среднегодовая температура воздуха в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре росла на 0,33–0,52 °С каждые десять лет. Годовое количество осадков увеличивалось на 3–15 мм за тот же период. В регионе стало больше опасных гидрометеорологических явлений: аномальной жары, ливней, засух. Интенсивности 19 видов таких явлений достаточно, чтобы нанести природным системам заметный ущерб, вплоть до необратимых изменений. Самые опасные – паводки, половодья, природные пожары и засухи [1].

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра – ключевой центр российской нефтегазодобычи. Поэтому климатические риски для местного топливно-энергетического комплекса (ТЭК) имеют стратегическое значение.

Панин В. В. и Космачева Т. В. пишут, что климатические риски сегодня считаются одной из главных угроз для мировой экономики. Игнорировать их – значит накапливать долгосрочные риски для экономической и социальной устойчивости. Авторы делят климатические риски на физические (прямые последствия погодных аномалий) и переходные (те, что возникают при движении к низкоуглеродной экономике) [2].

Васильцов В. С. и соавторы подчёркивают: в России потепление идёт в 2,5 раза быстрее, чем в среднем по миру. Это повышает вероятность экологических и экономических потерь и усиливает потребность в адаптационных механизмах управления климатическими рисками. Авторы предлагают классифицировать риски так: воздействие неблагоприятных природных факторов на инфраструктуру, ухудшение условий жизни на территориях и социально-экономические риски. Переход от разовых оценок климата к непрерывному мониторингу позволяет вовремя замечать угрозы для инфраструктуры и снижать риск негативных последствий [3].

Михеев П. Н. предлагает фасетно-иерархический подход: рассматривать климатические риски в четырёх связанных подсистемах предприятия. Объектная –

влияние на материальные объекты и инфраструктуру. Процессная – влияние на производственные процессы. Проектная – риски для инвестиционной деятельности. Средовая – воздействие внешней среды. Автор отмечает: хорошая система классификации должна учитывать, что климатические риски проявляются многофакторно [4].

Гостева А. О. и Серегина А. А. обращают внимание, что энергетика – одна из самых уязвимых отраслей экономики перед лицом климатических изменений. Климатическая повестка всё сильнее трансформирует ТЭК. Энергетика даёт около 31 % мировых выбросов, поэтому к отрасли приковано особое внимание [5].

Порфирьев Б. Н. определяет адаптацию экономики к климату как процесс приспособления хозяйственных и социальных систем к реальным и прогнозируемым климатическим воздействиям. Главная цель – уменьшить возможный ущерб и использовать возможные плюсы. При этом, как замечает автор, в мире до сих пор нет единой универсальной методики оценки эффективности адаптационных мероприятий. Это серьёзно затрудняет планирование и реализацию стратегий адаптации [6].

Арсентьев В. П. указывает: российская электроэнергетика – системообразующий элемент всей экономики. Её устойчивость во многом определяет, смогут ли другие отрасли, включая нефтегазовую, приспособиться к климатическим изменениям. Автор подчёркивает, что для российских энергокомпаний проблема защиты от ландшафтных пожаров становится всё острее – число пожароопасных дней в году растёт [7].

В таблице 1 приведены пороговые значения климатических параметров для объектов ТЭК Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Если их превысить, уровень опасности становится неприемлемым.

Таблица 1 – Пороговые значения климатических параметров для объектов ТЭК ХМАО-Югры

Опасность	Контролируемый параметр	Пороговое значение	Последствия при превышении
Паводок	Уровень воды относительно проектной отметки	+1,0 м	Риск всплытия трубы
Паводок	Скорость течения воды	>3,0 м/с	Разрушение берегоукрепительных сооружений
Лесной пожар	Расстояние от пожара до ЛЭП	<50 м (низовой), <200 м (верховой)	Термическое повреждение проводов
Штормовой ветер	Скорость ветра	>25 м/с	Отключение ВЛ по ветровым нагрузкам
Гололёд	Толщина стенки гололёда	>10 мм	Превышение допустимых нагрузок

Составлено автором.

Если эти пороги превышены, опасность для объектов ТЭК становится неприемлемо высокой. Особенно опасны комбинированные события – они могут вызвать каскад аварий. Как показывают исследования Катодописа Т. и соавторов, традиционные матрицы рисков, построенные только на прошлых данных, плохо учитывают рост вероятности экстремальных явлений в будущем [8].

Мы применили риск-ориентированный подход и выделили критические сочетания «опасность – объект», которые попадают в «красную» зону риска. Это три связки: паводок на переходах трубопроводов через водные преграды, лесной пожар на ЛЭП 6–110 кВ, проложенных через лесные массивы, и сильный ветер на магистральных ЛЭП 35–110 кВ. Важно то, что линии электропередачи уязвимы сразу к нескольким типам климатических воздействий. Поэтому и решения для них нужны мультиугрозовые – против пожаров, ветра и гололёда одновременно.

Что предлагается для защиты переходов трубопроводов через реки от паводков и половодий:

1. Для малых рек (шириной до 50 м): утяжелить трубу чугунными грузами (2–4 т на метр) и укрепить берег габионами. Стоимость – 5–10 млн руб./км. Окупаемость – 1–2 года.

2. Для рек средней ширины (50–200 м): закрепить переход винтовыми сваями с шагом 20–30 м и поставить ледорезы. Стоимость – 15–25 млн руб./км. Окупаемость – 2–3 года.

3. Для широких рек (больше 200 м): комплексное решение – датчики смещений, автоматические задвижки. Стоимость – 40–60 млн руб./км. Окупаемость – 3–4 года.

Как защитить ЛЭП от лесных пожаров и ветра:

1. Расширить просеки до 50 м в зонах с высокой пожарной опасностью. Стоимость – 2–5 млн руб./10 км. Окупаемость – 2–4 года.

2. Заменить обычные провода на самонесущие изолированные провода (СИП). Они не дают короткого замыкания, если провода хлестнутся от ветра или если упадёт ветка или дерево. Стоимость – 8–15 млн руб./10 км. Окупаемость – 5–7 лет.

3. Заменить деревянные опоры на железобетонные или металлические.

Дожимные насосные станции (ДНС). ДНС I категории (обеспечивают закачку подтоварной воды). Допустимый перерыв в электроснабжении – секунды. Нужен автоматический ввод резерва за 5–10 секунд. Решение – держать газотурбинные электростанции в режиме горячего резерва.

Для кустовых площадок с электроцентробежными насосами критический порог – 4 часа. Дольше – нефть в насосно-компрессорных трубах начинает застывать.

Система показателей эффективности адаптации. Чтобы отслеживать результат, предлагаем следующие KPI:

1. Надёжность электроснабжения (с учётом подходов, предложенных в [9]):

– средняя длительность аварийных отключений – снизить на 30 % относительно уровня 2024 г.;

– средняя частота аварийных отключений – снизить на 25 %.

2. Защита от паводков и половодий:

– доля переходов трубопроводов, оборудованных системами мониторинга смещений, – 100 % для переходов из «красной» зоны риска.

3. Защита от пожаров:

– доля ЛЭП, проходящих через лесные массивы и имеющих расширенные просеки, – 100 % для тех ЛЭП, которые питают кустовые площадки.

4. Экологические показатели:

– количество нефтеразливов, вызванных климатическими причинами, – снизить на 50 % от уровня 2024 г. [2; 6; 7].

Таблица 2 – Приоритетность адаптационных мероприятий для ТЭК ХМАО-Югры

Приоритет	Мероприятие	Климатический риск	Эффективность	Реализуемость
1 (наивысший)	Анкерное закрепление переходов трубопроводов	Паводок (всплытие труб)	Очень высокая	Средняя
1 (наивысший)	Расширение просек ЛЭП	Лесной пожар	Высокая	Высокая
2	Замена проводов на СИП	Лесной пожар, ветер	Высокая	Средняя
2	Установка резервных ГТЭС на ДНС	Обеспечение энергоснабжения	Высокая	Низкая
3	Геокриологический мониторинг	Деградация мерзлоты	Средняя	Средняя

Составлено автором.

Экономика адаптационных мер показывает, что быстрее всего окупаются решения по защите переходов трубопроводов – 1–3 года. Причина простая: ликвидировать последствия аварийного разлива нефти очень дорого. Предотвращённый ущерб на один переход – 50–200 млн руб. в год.

Наивысший приоритет получили два мероприятия:

– анкерное закрепление переходов трубопроводов (очень высокая эффективность, средняя реализуемость);

– расширение просек ЛЭП (высокая эффективность и высокая реализуемость).

Если внедрить предложенные меры, устойчивость объектов ТЭК Ханты-Мансийского автономного округа – Югры к климатическим воздействиям вырастет, вероятность аварий снизится, а экологический ущерб от возможных нарушений станет меньше.

Список источников

1. Трансформация природных экосистем в условиях изменений климата на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / О. Н. Липка, С. В. Крыленко, А. П. Андреева [и др.] // Трансформация экосистем. 2025. Т. 8, № 2. С. 12–40. DOI: 10.23859/estr-230808.

2. Панин В. В., Космачева Т. В. Климатические риски в глобальной экономике: правовое регулирование, раскрытие информации и инструменты управления // Прогрессивная экономика. 2025. № 11. С. 346–361. DOI: 10.54861/27131211_2025_11_346

3. Национальная климатическая политика: концептуальные основы и проблемы адаптации / В. С. Васильцов, Н. Н. Яшалова, Е. Н. Яковлева [и др.] // Экономика региона. 2021. Т. 17, № 4. С. 1123–1136.

4. Михеев П. Н. Фасетно-иерархический подход к классификации климатических рисков в контексте экономической проблемы анализа риска деятельности предприятия // Проблемы анализа риска. 2022. Т. 19, № 6. С. 34–49.

5. Гостева А. О., Серегина А. А. Влияние климатической повестки на развитие топливно-энергетического комплекса России // Вестник Государственного университета управления. 2023. № 6. С. 48–57.

6. Порфирьев Б. Н. Оценка результативности и эффективности мер по адаптации населения и экономики к изменениям климата: методологические подходы и ограничения // Проблемы прогнозирования. 2024. № 3. С. 97–117.

7. Арсентьев В. П. Особенности и проблемы управления рисками российских компаний электроэнергетического комплекса // Human Progress. 2025. Т. 11, № 5. С. 1.

8. Incorporating Future Climate Scenarios in Oil Industry's Risk Assessment: A Greek Refinery Case Study / T. Katopodis, A. Sfetsos, A. Mountouris [et al.] // Sustainability. 2021. Vol. 13, No. 22. P. 12825. DOI: 10.3390/su132212825

9. Aguila Tellez A. Probabilistic Framework for Reliability Assessment of Active Distribution Networks with High Renewable Penetration Under Extreme Weather Conditions // Energies. 2025. URL: https://pure.ups.edu.ec/en/publications/a-probabilistic-framework-for-reliability-assessment-of-active-di/ (date of access: 22.09.2026).

References

1. Lipka O. N., Krylenko S. V., Andreeva A. P. i dr. Transformatsiya prirodnykh ekosistem v usloviyakh izmeneniy klimata na territorii Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry [Transformation of natural ecosystems under climate change in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra]. Transformatsiya ekosistem. 2025. Vol. 8. No. 2. P. 12–40. DOI: 10.23859/estr-230808 (in Russian)

2. Panin V. V., Kosmacheva T. V. Klimaticheskie riski v global'noy ekonomike: pravovoe regulirovanie, raskrytie informatsii i instrumenty upravleniya [Climate risks in the global economy: legal regulation, disclosure and management tools]. Progressivnaya ekonomika. 2025. No. 11. P. 346–361. DOI: 10.54861/27131211_2025_11_346 (in Russian)

3. Vasiltsov V. S., Yashalova N. N., Yakovleva E. N., Kharlamov A. V. Natsional'naya klimaticheskaya politika: kontseptual'nye osnovy i problemy adaptatsii [National climate policy: conceptual foundations and adaptation problems]. Ekonomika regiona. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 1123–1136. (in Russian)

4. Mikheev P. N. Fasietno-iierarkhicheskiy podkhod k klassifikatsii klimaticheskikh riskov v kontekste ekonomicheskoy problemy analiza riska deyatel'nosti predpriyatiya [Facet-hierarchical approach to the classification of climate risks in the context of the economic problem of enterprise risk analysis]. Problemy analiza riska. 2022. Vol. 19. No. 6. P. 34–49. (in Russian)

5. Gosteva A. O., Seregina A. A. Vliyanie klimaticheskoy povestki na razvitie toplivno-energeticheskogo kompleksa Rossii [The influence of the climate agenda on the development of the fuel and energy complex of Russia]. Vestnik Gosudarstvennogo universiteta upravleniya. 2023. No. 6. P. 48–57. (in Russian)

6. Porfiryev B. N. Otsenka rezul'tativnosti i effektivnosti mer po adaptatsii naseleniya i ekonomiki k izmeneniyam klimata: metodologicheskie podkhody i ogranicheniya [Assessment of the effectiveness and efficiency of measures for adaptation of population and economy to climate change: methodological approaches and limitations]. Problemy prognozirovaniya. 2024. No. 3. P. 97–117. (in Russian)

7. Arsentev V. P. Osobennosti i problemy upravleniya riskami rossiyskikh kompaniy elektroenergeticheskogo kompleksa [Features and problems of risk management of Russian electric power companies]. Human Progress. 2025. Vol. 11. No. 5. P. 1. (in Russian)

8. Katopodis T., Sfetsos A., Mountouris A., Adamides E. D. Incorporating Future Climate Scenarios in Oil Industry's Risk Assessment: A Greek Refinery Case Study. Sustainability. 2021. Vol. 13. No. 22. P. 12825. DOI: 10.3390/su132212825

9. Aguila Tellez A. Probabilistic Framework for Reliability Assessment of Active Distribution Networks with High Renewable Penetration Under Extreme Weather Conditions // Energies. 2025. URL: https://pure.ups.edu.ec/en/publications/a-probabilistic-framework-for-reliability-assessment-of-active-di/

УДК 331.45:004.932

ВИДЕОАНАЛИТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

VIDEO ANALYTICS AS A TOOL FOR IMPROVING INDUSTRIAL SAFETY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Абдуллоев Абдуазиз Равшанович
21.03.01 Нефтегазовое дело
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: azizabdulloev06@gmail.com
Научный руководитель: доцент
Султанов Рустам Иршатович
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Abduaziz R. Abdulloev
21.03.01 Oil and gas business
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail: azizabdulloev06@gmail.com
Scientific adviser: Associate Professor
Rustam I. Sultanov
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. В статье рассмотрены возможности применения видеоаналитики как инструмента бережливого производства на объектах нефтегазовой отрасли. Проанализированы технологии компьютерного зрения, используемые для контроля охраны труда, выявления нарушений техники безопасности и обнаружения аварийных ситуаций, что способствует минимизации потерь и повышению эффективности производственных процессов. Рассмотрены примеры использования видеоаналитики на буровых установках, объектах ТКРС и кустовых площадках. Дополнительно исследованы основные проблемы внедрения интеллектуальных систем, включая высокую стоимость оборудования и сложные условия эксплуатации. Сделан вывод о перспективности развития видеоаналитики для повышения уровня безопасности, снижения влияния человеческого фактора и оптимизации рабочих процессов.
Ключевые слова: видеоаналитика, компьютерное зрение, промышленная безопасность, нефтегазовая отрасль, контроль СИЗ, охрана труда.

Abstract. This article examines the potential of video analytics as a lean manufacturing tool at oil and gas facilities. Computer vision technologies used for occupational health and safety monitoring, identifying safety violations, and detecting emergency situations are analyzed, thereby minimizing losses and improving the efficiency of production

processes. Examples of video analytics applications at drilling rigs, well servicing and workover facilities, and well pads are discussed. Key challenges associated with implementing intelligent systems, including the high cost of equipment and challenging operating conditions, are also explored. A conclusion is drawn regarding the potential for video analytics to improve safety, reduce human error, and optimize work processes.
Keywords: video analytics, computer vision, industrial safety, oil and gas industry, PPE control, occupational safety.

Нефтегазовые объекты относятся к категориям производств повышенной опасности, где нарушения технологических процессов могут приводить к авариям оборудования, наносить экологический ущерб и создавать угрозу человеческой жизни [1; 2]. Значительная доля подобных инцидентов обусловлена человеческим фактором: персонал нарушает технику безопасности, неправильно эксплуатирует оборудование, несвоевременно обнаруживает опасные ситуации. Обеспечить непрерывный контроль безопасности на месторождениях сложно, поскольку специалисты службы супервайзинга физически не могут осуществлять наблюдение в круглосуточном режиме. Эти ограничения подталкивают нефтегазовые компании к внедрению систем видеоаналитики, анализирующих видеопоток в реальном времени и автоматически фиксирующих потенциально опасные случаи [1; 7].

Современные технологии компьютерного зрения открывают возможности для контроля использования средств индивидуальной защиты, фиксации присутствия персонала в опасных зонах, обнаружения признаков возгораний и утечек [2; 3]. Вместе с тем практическое внедрение таких систем сталкивается с рядом препятствий: высокая стоимость оборудования, необходимость применять взрывозащищенные камеры, сложные условия эксплуатации на месторождениях.

Цель работы – проанализировать возможности применения анализа видеопотока для повышения промышленной безопасности и охраны труда сотрудников в нефтегазовой отрасли.

Принцип работы видеоаналитики заключается в последовательной обработке видеопотока, поступающего с камер наблюдения. Система выделяет отдельные объекты в кадре, классифицирует их и сопоставляет полученную информацию с установленными алгоритмами безопасности (рис. 1). При обнаружении опасной ситуации формируется предупреждение для оператора либо автоматически запускается определенный сценарий реагирования [4].

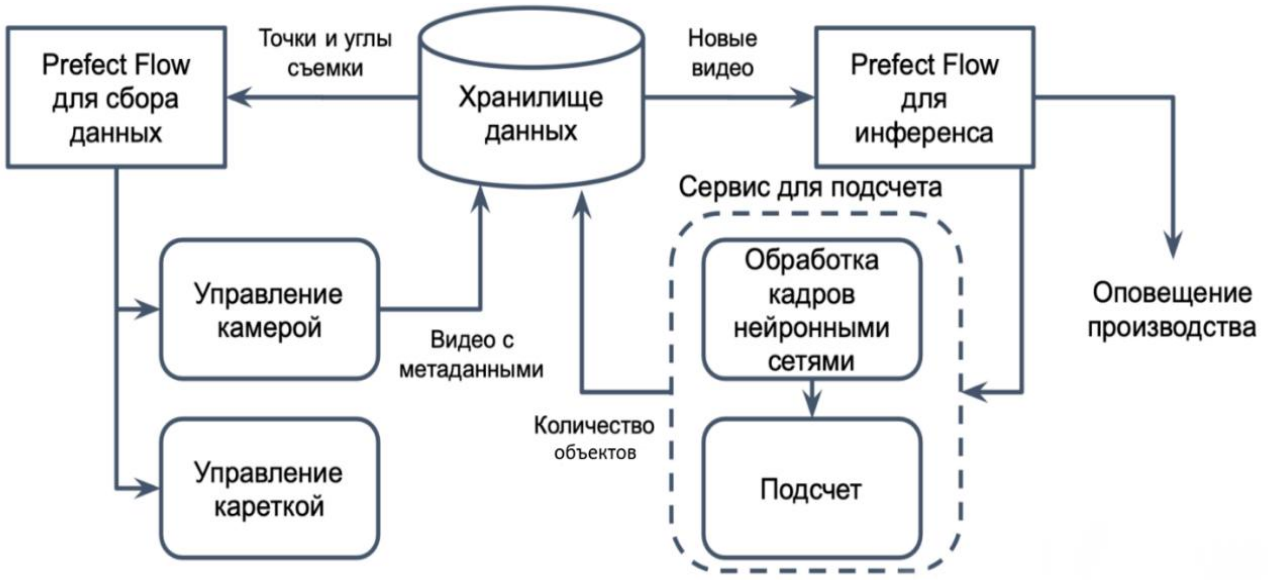

Рисунок 1 – Схема работы алгоритмов видеоаналитики

Анализ видеоданных выполняют нейросетевые архитектуры, различающиеся скоростью обработки и точностью распознавания объектов. На деле YOLO используют чаще других, потому что этот алгоритм быстро находит объекты в кадре и не тормозит при обработке видео. В задачах, где требуется повышенная точность анализа, используются алгоритмы Faster R-CNN и Mask R-CNN [5; 6]. Для отслеживания перемещения объектов между кадрами применяются технологии SORT и DeepSORT. Дополнительно используются методы сегментации изображений, позволяющие выделять отдельные области видеокадра и анализировать их состояние. На нефтегазовых объектах чаще всего используют связку алгоритмов YOLO и SORT [6]. Такое сочетание обеспечивает приемлемую точность при быстрой скорости обработки видеопотока и сравнительно простой интеграции в действующие системы промышленной безопасности.

На буровых объектах самой распространенной причиной производственного травматизма остается несоблюдение правил безопасного передвижения по технологическим площадкам и лестничным маршам. В условиях интенсивной работы персонала постоянный визуальный осмотр со стороны ответственных специалистов затруднен, особенно на удаленных месторождениях.

Видеоаналитика выполняет часть функций производственного контроля. Система непрерывно отслеживает перемещение персонала и фиксирует потенциально опасные действия без участия оператора. Камеры фиксируют перемещение персонала по лестничным конструкциям, после чего алгоритмы компьютерного зрения анализируют поведение человека в момент подъема или спуска. Алгоритмы распознают ситуации, при которых работник поднимается или спускается по лестнице без удержания за перила, – одно из распространенных нарушений техники безопасности [1]. При обнаружении опасных действий информация немедленно передается оператору или диспетчеру (рис. 2).

Демонтаж противовыбросового оборудования относится к опасным производственным операциям, поскольку персонал работает в непосредственной близости от устья скважины. Постоянный ручной контроль нахождения работников в опасной зоне затруднителен, особенно при интенсивной деятельности на буровой. Система контроля автоматически определяет людей в кадре, фиксирует опасную зону возле устья и отслеживает присутствие персонала внутри нее. При распознавании нарушения уведомление сразу поступает сотруднику, ответственному за безопасность (рис. 3).

Видеоаналитика на буровых площадках ускоряет выявление ошибок персонала и обеспечивает непрерывный мониторинг зон повышенной опасности. Автоматизированное наблюдение сокращает влияние человеческого фактора, снижая тем самым риск производственных травм и аварийных ситуаций, что является важным критерием бережливого производства.



Рисунок 2 – Нарушение правил безопасного перемещения



Рисунок 3 – Нарушение требований охраны труда – нахождение работников в опасной зоне

ТКРС требуют постоянного контроля устьевого оборудования, а также своевременного обнаружения признаков газонефтеводопроявлений. Любые отклонения параметров способны осложнить работы и поставить под угрозу безопасность персонала. Для непрерывного наблюдения за рабочей зоной используют системы видеоконтроля, где программа анализирует изображение в режиме реального времени и регистрирует нестандартные изменения: выброс жидкости, смену направления потока, другие признаки неисправности оборудования (рис. 4). Когда видеоаналитика интегрирована с технологическими датчиками и диспетчерскими системами, информация о нарушениях поступает быстрее, что повышает оперативность реагирования при авариях [7].

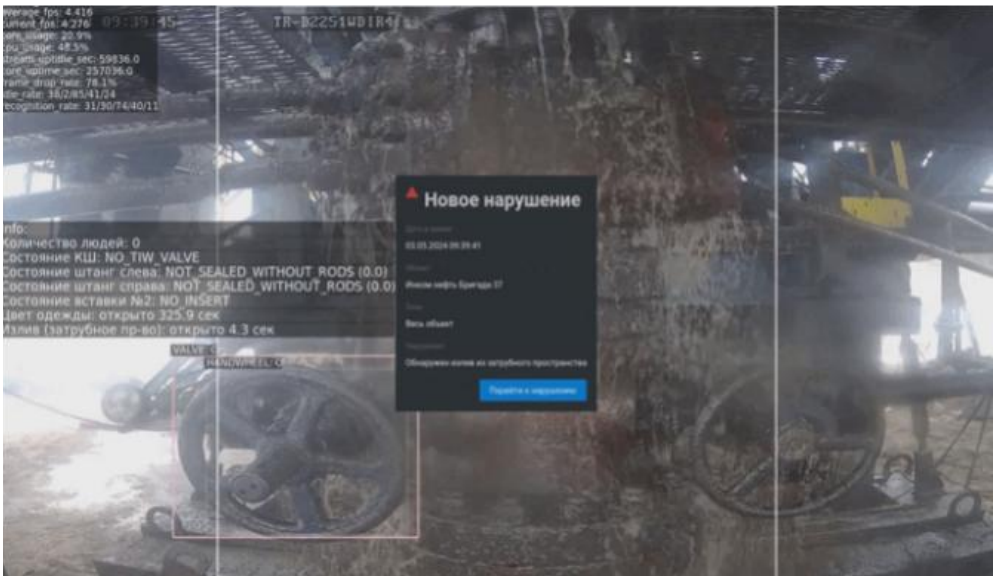

Рисунок 4 – Нарушение работы противовыбросного оборудования

На кустовых площадках и линейных производственных объектах системы интеллектуального видеоконтроля устанавливаются для повышения промышленной безопасности, причем своевременное обнаружение возгораний и задымления в зоне работы оборудования остается одной из приоритетных задач. Современные алгоритмы распознают признаки пожара в момент возникновения – для объектов нефтегазовой отрасли с высоким риском стремительного распространения огня такая оперативность критична. Система автоматически формирует сигнал тревоги и передает информацию ответственным службам (рис. 5).

Видеоаналитика также контролирует использование средств индивидуальной защиты. Камеры фиксируют наличие защитных касок, спецодежды, сигнальных элементов и в ряде случаев распознают цвет спецодежды работников, что позволяет отличать штатный персонал предприятия от сотрудников подрядных организаций (рис. 6). Автоматизированный видеоконтроль упрощает наблюдение за производственным процессом, снижает нагрузку на операторов и облегчает контроль соблюдения требований промышленной безопасности.



Рисунок 5 – Нарушение пожарной безопасности



Рисунок 6 – Обнаружение СИЗ на рабочем месте

Интеллектуальный видеоконтроль превратился в один из ключевых инструментов цифровизации нефтегазового производства, а темпы внедрения таких систем продолжают расти [2; 7]. Эти технологии обеспечивают непрерывное наблюдение за производственными процессами, заменяя традиционную практику периодических проверок. Практическая ценность видеоаналитики выражается прежде всего в ускоренном обнаружении нарушений техники безопасности и сокращении времени реагирования на аварийные ситуации: один оператор контролирует несколько объектов без расширения штата, что оптимизирует распределение человеческих ресурсов. Системы сохраняют архивы видеоданных, фиксирующих производственные нарушения и инциденты, и эти материалы впоследствии служат основой для разбора происшествий, а также применяются в программах подготовки персонала.

Стабильность функционирования достигается благодаря применению специализированных моделей компьютерного зрения, адаптированных под конкретные эксплуатационные условия. Удаленные объекты дополнительно оснащаются тепловизорами, беспилотными аппаратами и резервными каналами передачи данных, что гарантирует бесперебойную работу даже в сложных условиях. Зоны повышенной взрывоопасности требуют установки камер в защищенных корпусах, устойчивых к воздействию газа, пыли и неблагоприятных климатических факторов. В перспективе подобные решения будут глубже интегрироваться с системами управления производством, средствами диагностики оборудования и цифровыми моделями месторождений [1].

Внедрение видеоаналитики на нефтегазовых объектах сопряжено с комплексом технических и организационных затруднений, среди которых особое место занимает необходимость применения взрывозащищенного оборудования, отвечающего строгим требованиям промышленной безопасности. Значительные размеры производственных площадок и специфика инфраструктуры создают дополнительные препятствия. На практике компании предпочитают поэтапное развертывание систем – первоначально для решения локальных задач. Ложные срабатывания остаются серьезной проблемой. Осадки, туман, резкие перепады освещенности, помехи на изображении провоцируют ошибки алгоритмов, что подрывает доверие операторов к получаемым данным и снижает эффективность мониторинга в целом.

Удаленные площадки или объекты с минимальным присутствием персонала порождают отдельную категорию трудностей, а отраслевые нормы и государственные регламенты накладывают жесткие ограничения на выбор технических решений [1]. Стабильная работа систем обеспечивается за счет специализированных моделей компьютерного зрения, которые разработчики адаптируют под конкретные эксплуатационные условия каждого предприятия. Для отдаленных территорий предусматриваются тепловизионные камеры, беспилотные летательные аппараты и резервные каналы связи, гарантирующие непрерывность передачи информации. В зонах повышенной взрывоопасности монтируются камеры в защищенных корпусах, способных противостоять воздействию агрессивных газов, пыли и суровых климатических условий.

Эксперты прогнозируют активный рост российского рынка технологий компьютерного зрения к 2030 году, хотя цифровизация нефтегазовой отрасли пока протекает неравномерно: часть предприятий уже эксплуатирует современные цифровые решения в полном объеме, тогда как другие ограничиваются лишь частичным внедрением. Приоритетным направлением остается формирование единой цифровой среды, которая объединит системы видеонаблюдения, производственного контроля и промышленной безопасности в целостную инфраструктуру. Расширение сферы применения видеоаналитики откроет путь к повышению эффективности мониторинга объектов, минимизации влияния человеческого фактора и ускорению реагирования на потенциально опасные ситуации.

В дальнейшем интеллектуальные системы смогут работать и для фиксации нарушений, и для прогнозирования возможных рисков на основе накопленных данных. Это повысит уровень безопасности производственных процессов и надежность работы нефтегазовых предприятий [7].

Видеоаналитика постепенно переходит из категории экспериментальных цифровых решений в практический инструмент бережливого производства и промышленной безопасности нефтегазовых предприятий. Наибольший эффект технологии демонстрируют в следующих задачах: непрерывный мониторинг опасных зон, контроль соблюдения норм охраны труда и раннее обнаружение аварийных ситуаций. Это помогает сократить производственные потери.

С учётом текущих сложностей развитие нейросетей и технологий компьютерного зрения позволяет всё шире применять видеоаналитику в нефтегазовой отрасли. Со временем системы станут точнее, будут реже ошибаться и лучше взаимодействовать с цифровыми моделями месторождений. Так видеоаналитика превратится из просто полезного инструмента в основной способ обеспечения безопасности работников нефтегазовой промышленности на опасных производственных объектах и поможет систематизировать работу.

Список источников

1. Видеоаналитика в нефтегазовом секторе // Системы безопасности. 2023. № 1. URL: https://www.secuteck.ru/articles/videoanalitika-v-neftegazovom-sektore (date of access: 22.09.2026).

2. Применение технологий компьютерного зрения для цифровизации системы управления производственной безопасностью / А. М. Малько, И. А. Дяченко, Ю. Е. Тюленев [и др.] // Газовая промышленность. 2023. № 11. С. 108–115.

3. Васильева Д. В., Дворников С. В. Структуризация первичных признаков изображений систем мониторинга окружающей среды // Радиотехника. 2024. Т. 88, № 8. С. 5–17.

4. Седин К. Г. Видеоаналитика на нефтегазовых объектах с использованием MATLAB // КиберЛенинка: научная электронная библиотека. 2024. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/videoanalitika-na-neftegazovyh-obektah-s-ispolzovaniem-matlab (дата обращения: 22.09.2026).

5. Применение нейросетей для анализа видео: 7 проверенных методов // Sky.pro. URL: https://sky.pro/wiki/python/primenenie-nejrosetej-analiz-video/ (дата обращения: 22.09.2026).

6. Масштабируемая видеоаналитика в реальном времени с нейросетями YOLO на Apache Kafka, Spark Structured Streaming и Cassandra // Big Data School. 05.05.2021. URL: https://bigdataschool.ru/blog/real-time-videoanalytics-with-yolo-on-kafka-spark-and-cassandra/ (дата обращения: 22.09.2026).

7. Видеоаналитика в нефтегазовой отрасли: технологический прорыв в контроле безопасности // ИА «Недра России». URL: https://www.nedrarussia.ru/videoanalitika-v-neftegazovoj-otrasli-tehnologicheskij-proryv-v-kontrole-bezopasnosti/ (дата обращения: 22.09.2026).

References

1. Video Analytics in the Oil and Gas Sector // Security Systems. 2023. No. 1. Available at: https://www.secuteck.ru/articles/videoanalitika-v-neftegazovom-sektore (Accessed 14 April 2026). (in Russian)

2. Malko A. M., Dyachenko I. A., Tyulenev Yu. E. et al. Application of Computer Vision Technologies for Digitalization of the Industrial Safety Management System // Gas Industry. 2023. No. 11. Pp. 108–115. (in Russian)

3. Vasilieva D. V., Dvornikov S. V. Structuring Primary Image Features of Environmental Monitoring Systems // Radio Engineering. 2024. Vol. 88. No. 8. Pp. 5–17. (in Russian)

4. Sedin K. G. Video Analytics at Oil and Gas Facilities Using MATLAB // CyberLeninka: Scientific Electronic Library. 2024. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/videoanalitika-na-neftegazovyh-obektah-s-ispolzovaniem-matlab (Accessed 15 April 2026). (in Russian)

5. Application of Neural Networks for Video Analysis: 7 Proven Methods // Sky.pro. Available at: https://sky.pro/wiki/python/primenenie-nejrosetej-analiz-video/ (Accessed 16 April 2026). (in Russian)

6. Scalable Real-Time Video Analytics with YOLO Neural Networks on Apache Kafka, Spark Structured Streaming, and Cassandra // Big Data School. 05 May 2021. Available at: https://bigdataschool.ru/blog/real-time-videoanalytics-with-yolo-on-kafka-spark-and-cassandra/ (Accessed 15 April 2026). (in Russian)

7. Video Analytics in the Oil and Gas Industry: A Technological Breakthrough in Safety Control // News Agency “Nedra Rossii”. 15 December 2025. (in Russian)

УДК 630.91(571.122)

ДОГОВОР АРЕНДЫ ЛЕСНОГО УЧАСТКА И ПРОЕКТ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОВ КАК ИНСТРУМЕНТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОВ В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ

FOREST PLOT LEASE AGREEMENT AND FOREST DEVELOPMENT PROJECT AS INSTRUMENTS FOR REGULATING FOREST USE IN THE KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA

Леонова Анна Романовна
05.04.06 Экология и природопользование
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
e-mail: ann081099@mail.ru
Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент
Кузнецова Светлана Борисовна
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Anna R. Leonova
05.04.06 Ecology and environmental management
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia
e-mail:ann081099@mail.ru
Scientific adviser: Candidate of Biology, Associate Professor
Svetlana B. Kuznetsova
Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Аннотация. Статья посвящена анализу статистики договоров аренды лесного участка и проектов освоения лесов как взаимосвязанных элементов регулирования использования лесов. Цель работы состояла в выявлении взаимосвязи арендных отношений и проектной документации. В основе использованы сравнительный, статистический и аналитический методы. Сделан вывод о необходимости оптимизации взаимодействия договора аренды лесного участка и проекта освоения лесов путем сокращения дублирования информации при сохранении природоохранных требований.
Ключевые слова: использование лесов, лесопользование, недропользование, проект освоения лесов, договор аренды, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

Abstract. The article is devoted to the analysis of statistics on forest plot lease agreements and forest development plans as interrelated elements in the regulation of forest use. The purpose of the study was to identify the relationship between lease relations and project documentation. The study is based on comparative, statistical, and analytical methods. It concludes that it is necessary to optimize the interaction between forest

plot lease agreements and forest development plans by reducing duplication of information while maintaining environmental protection requirements.
Keywords: Forest use, forestry, subsoil use, forest development plan, lease agreement, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra.

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра обладает выраженной спецификой природопользования, при которой использование лесов тесно связано с недропользованием. Согласно Лесному плану Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2019–2028 годы [1], площадь земель, на которых расположены леса, составляет 50 404 483 га, или 94,2 % территории округа. Основная часть этих земель относится к землям лесного фонда. Одновременно Ханты-Мансийский автономный округ – Югра является одним из ключевых нефтегазовых регионов страны. По данным Лесного плана [1], в структуре занятости на нефтегазодобывающую отрасль приходится 79,8 %, тогда как на лесную и деревообрабатывающую промышленность – только 0,6 %. Такое соотношение показывает, что использование лесных участков во многом связано не с традиционным лесным хозяйством, а с обеспечением геологического изучения недр, добычи полезных ископаемых, строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов.

В этих условиях договор аренды лесного участка выступает не просто формой предоставления лесного участка, а одним из ключевых инструментов регулирования использования лесов. Через него оформляется право пользования участком, определяются вид разрешенного использования, срок аренды и основные обязанности арендатора. Вместе с тем использование лесного участка по договору аренды связано с подготовкой проекта освоения лесов, который конкретизирует порядок фактического освоения территории и закрепляет мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов. Следовательно, договор аренды и проект освоения лесов следует рассматривать не изолированно, а как взаимосвязанные элементы одного механизма. Первый документ создает правовую основу использования, а второй раскрывает содержание хозяйственной деятельности на конкретном участке.

Для Ханты-Мансийского автономного округа – Югры данная связка имеет особое практическое значение. Значительная часть хозяйственной активности в округе осуществляется на землях лесного фонда, а оформление прав на лесной участок становится обязательным этапом реализации производственных и инфраструктурных проектов. Автор в статье [2] отмечает, что при предоставлении лесных участков для целей недропользования процедура согласования документов оказывается продолжительной, а фактический срок рассмотрения материалов может достигать нескольких месяцев. В условиях региона, где такие случаи носят массовый характер, возрастает не только общее число договоров аренды, но и объем связанной с ними проектной документации.

Статистика действующих договоров аренды лесных участков в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре за 2021–2025 годы подтверждает, что аренда остается одной из основных форм использования лесов, а ее структура имеет выраженный нефтегазовый и инфраструктурный характер (табл. 1).

Таблица 1 – Основные виды использования лесов по действующим договорам аренды

Вид использования	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Геологическое изучение недр, разведка и добыча полезных ископаемых	14 850	14 706	15 037	15 687	15 720
Строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов	7 670	7 843	8 234	8 684	8 514
Заготовка древесины	2 623	2 508	2 287	2 204	1 859
Прочие виды	280	292	323	347	346
Всего (с учетом многоцелевого использования)	22 799	22 995	23 810	24 947	24 800

Составлено автором.

Согласно данным таблицы 1, основной массив договоров аренды формируют геологическое изучение недр, разведка и добыча полезных ископаемых, а также строительство, реконструкция и эксплуатация линейных объектов. Именно эти два направления устойчиво доминируют на всем протяжении рассматриваемого периода. При этом общее количество действующих договоров увеличилось с 22 799 шт. в 2021 году до 24 800 шт. в 2025 году, а максимальное значение было зафиксировано в 2024 году. Динамика свидетельствует о том, что арендная форма использования лесов сохраняет высокую интенсивность и непосредственно обеспечивает промышленное освоение территории.

Для понимания реального механизма регулирования важно показать не только структуру аренды, но и ее связь с проектами освоения лесов. Оформление договора аренды не является завершающим этапом. Далее требуется разработка проекта освоения лесов по разрешенному виду использования. Поэтому статистику договоров и статистику проектов следует рассматривать в увязке друг с другом. Такое сопоставление позволяет оценить, отражается ли концентрация арендных отношений по отдельным видам использования в структуре проектной документации.

Исходя из данных реестров проектов освоения лесов за аналогичный период [3; 4; 5; 6; 7], можно сформировать статистику поступления проектов освоения лесов по преобладающим видам использования (табл. 2).

Таблица 2 – Статистика поступления проектов освоения лесов

Вид использования	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Геологическое изучение недр, разведка и добыча полезных ископаемых	2 664	3 292	3 346	3 283	3 114
Строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов	1 713	1 757	2 355	2 509	2 161
Заготовка древесины	174	253	259	286	179
Прочие виды	319	513	530	252	373
Всего проектов	4 870	5 815	6 490	6 330	5 827

Составлено автором.

Сопоставление данных, представленных в таблицах 1 и 2, позволяет выявить закономерность. Наиболее массовые виды использования лесов совпадают как в арендных отношениях, так и в статистике поступления проектов освоения лесов. В обоих случаях ключевое место занимают направления, ориентированные на недропользование и инфраструктурное освоение территории. Следовательно, между структурой договоров аренды и объемом проектной документации существует прямая связь. Договор аренды лесного участка не существует обособленно. Его массовое распространение по основным видам использования закономерно влечет подготовку значительного числа проектов освоения лесов.

Важно отметить, что количество проектов увеличивается непропорционально относительно действующих арендных отношений. За рассматриваемый период общее число договоров увеличилось на 2 001 шт., или на 8,8 %, а число поступивших проектов выросло на 957 шт., или на 19,7 %. Данный разрыв в процентном соотношении обусловлен тем, что проект освоения лесов разрабатывается не только для новых договоров, но и для ранее заключенных арендных отношений при внесении изменений в условия договора.

С учетом динамики арендных отношений и региональной специфики актуальной задачей становится оптимизация взаимодействия договора аренды и проекта освоения лесов для наиболее массовых видов использования. Остается актуальным поиск путей сокращения дублирования информации и более четкого распределения полномочий между двумя документами при условии сохранения объема природоохранных мероприятий. Применительно к Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре это предполагает поиск таких форм взаимодействия двух документов, которые позволили бы избежать дублирования без ущерба для экологической значимости природоохранных требований.

Список источников

1. О Лесном плане Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2019–2028 годы : постановление Губернатора Ханты-Мансийского автономного округа – Югры : от 25.01. 2019 г. № 2 // Официальное опубликование правовых актов. URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/8600201902010006?index=6 (дата обращения: 28.04.2026).

2. Пути упрощения процедуры оформления лесного участка в аренду в целях недропользования / О. Б. Мезенина, М. А. Старикова, О. В. Зуева [и др.] // Московский экономический журнал. 2019. № 11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/puti-uproscheniya-protsedury-oformleniya-lesnogo-uchastka-v-arendu-v-tselyah-nedropolzovaniya (дата обращения: 28.04.2026).

3. Лесное хозяйство // Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. URL: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/?ysclid=mvrlmxo6v9328618687 (дата обращения: 28.04.2026).

4. Реестр проектов освоения лесов за 2022 год // Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. URL: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2022-god-_12124491/ (дата обращения: 28.04.2026).

5. Реестр проектов освоения лесов за 2023 год // Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. URL: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2023-god-_12124488/ (дата обращения: 28.04.2026).

6. Реестр проектов освоения лесов за 2024 год // Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. URL: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2024-god-_12124486/ (дата обращения: 28.04.2026).

7. Реестр проектов освоения лесов за 2025 год // Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. URL: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2025-god-_12124485/ (дата обращения: 28.04.2026).

References

1. Resolution of the Governor of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra dated January 25, 2019. No. 2. About the Forest Plan of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra for 2019–2028 // ConsultantPlus: legal reference system. Available at: http://publication.pravo.gov.ru/document/8600201902010006?index=6 (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

2. Mezenina O. B., Starikova M. A., Zueva O. V., Sidorova N. N. Ways to simplify the procedure for leasing a forest plot for subsurface use // Moscow Economic Journal. 2019. No. 11. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/puti-uproscheniya-protsedury-oformleniya-lesnogo-uchastka-v-arendu-v-tselyah-nedropolzovaniya (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

3. Department of Subsoil Use and Natural Resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. Register of registration of forest development projects in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for 2021: website. Available at: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-// (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

4. Department of Subsoil Use and Natural Resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. Register of registration of forest development projects

in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for 2022: website. – Available at: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2022-god-_12124491/ (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

5. Department of Subsoil Use and Natural Resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. Register of registration of forest development projects in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for 2023: website. – Available at: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2023-god-_12124488/ (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

6. Department of Subsoil Use and Natural Resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. Register of registration of forest development projects in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for 2024: website. – Available at: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2024-god-_12124486/ (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

7. Department of Subsoil Use and Natural Resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. Register of registration of forest development projects in Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for 2025: website. – Available at: https://depprirod.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo-/113465-gosudarstvennaya-ekspertiza-proektov-osvoeniya-lesov/reestr-proektov-osvoeniya-lesov-za-2025-god-_12124485/ (Accessed 28 April 2026). (in Russian)

**Бизнес-трансформация:
управление улучшениями**

Студенческий научный журнал

№ 3 (16)

2026 г.

Бесплатно

16+

Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации:
серия Эл № ФС77-84580 от 16 января 2023 г.

Дата выхода в свет 30.09.2026
Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times New Roman.

Адрес учредителя, издателя и редакции:
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, д. 16

Главный редактор – Лебедева Илона Дмитриевна
Тел. +7 (3467) 377-000 (доб. 449)

Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, д. 16.
E-mail: snojournal@mail.ru
https://snojournal-ugrasu.ru/