

## **СЕКЦИЯ 14**

# **«ПЕРСПЕКТИВЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»**

## СОДЕРЖАНИЕ

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА Александров Д.В., Артамонова С.В., канд. геогр. наук, доцент .....	2828
СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР МЕЖЕВАНИЯ Александров Д.В., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент .....	2832
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ТРАВМАТИЗМУ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТАШЛИНСКОМ РЭС Байтелова А. И., канд. техн. наук, доцент .....	2836
АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ Быкова Л.А., канд. техн. наук, доцент, Иткулов И.И. ....	2840
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЖОГОВ ПО МОТИВАМ И СПОСОБАМ СОВЕРШЕНИЯ Быкова Л.А., канд. техн. наук, доцент, Альмурзинов Т.Ж.	2846
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА Быкова Л.А., канд. техн. наук, доцент, Иткулов И.И. ....	2849
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ Веницкий М.Ю., Гамм Т.А., д-р с.-х. наук, доцент .....	2855
СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: УНИФИКАЦИЯ ГРАНИЦ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент, Анисимова Ю.В.....	2858
ПРОБЛЕМА ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ И ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ Воротынцев В.А., Соболева Е.М., Третьяков В.В. ....	2862
РОЛЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЛАНДШАФТОВ В ФОРМИРОВАНИИ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ Гаев И.А.....	2867
РАДОНОВАЯ ПРОБЛЕМА В СИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Галянина Н.П. ....	2870
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СОРОЧИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА Гарицкая М.Ю., канд. биол. наук доцент, Ротова А.М .....	2874
СЕРТИФИКАЦИЯ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ: ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ И ОБОРУДОВАНИЮ Герасимова В.В., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент.....	2879
РИСКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЗДОРОВЬЮ И АДАПТАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ Гизатова Р.Б., Горшенина Е.Л., канд. техн. наук, доцент .....	2883

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА Глуховская М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Орлов В.В. ....	2888
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Гнездилова Ю.А., Горшенина Е.Л., канд. техн. наук, доцент.....	2892
ПРИНЦИПЫ ГОЛОГРАФИИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ Говорухина А.В. <sup>1</sup> , Пискарёва Т.И. <sup>2</sup> , канд. техн. наук.....	2896
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАДАСТРОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ: ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНИ Грухина В.А., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент.....	2901
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Денискин Н.С., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент.....	2904
ЭКОТОКСИГЕНЕТИКА В СИСТЕМЕ «ПОЛЛЮТАНТ - ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ»: ИМПЕРАТИВ НОВОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Ескендиоров А.А., Евстифеева Т.А., канд. с.-х. наук .....	2908
БЛЯВИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ И МЕДНОГОРСКИЙ МЕДНО-СЕРНЫЙ КОМБИНАТ: ИТОГИ ОСВОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ Зиганшина А.Р., Калита А.Д., Черных Н.В. ....	2913
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ (СРАВНЕНИЕ С НАЗЕМНЫМИ ЗАМЕРАМИ) Кофанов В.О., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент .....	2917
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КУРМАНАЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Куделина И.В., канд. геол.-минерал. наук, доцент, Багманова С.В., канд. геол.-минерал. наук .....	2921
ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ Кудинова В.В., Глуховская М.Ю., канд. техн. наук, доцент .....	2928
СЕРТИФИКАЦИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ: КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ Лашев Ф.М., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент.....	2933
ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ Леонтьева Т.В., канд. геол. – минерал. наук.....	2937
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДАННЫХ ПРИ ОБОСНОВАНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН Муравлёва А.В., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент .....	2942

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ Пономарев К.С., Гарицкая М.Ю., канд. биол. наук, доцент .....	2945
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕРА ИНДЕР: УНИКАЛЬНЫЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАЗАХСТАНА Пономарева Г.А. канд. геол. - минерал. наук, доцент, Коваленко Е.А. ....	2951
К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент, Петрищев В.П., д-р геогр. наук, доцент .....	2955
МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕФТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БУЗУЛУКСКОЙ ВПАДИНЫ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ Пономарева Г.А. <sup>1</sup> , канд. геол. – минерал. наук, доцент Петрищев В.П., д-р геогр. наук, доцент <sup>1,2</sup> .....	2959
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БЕЛЯЕВСКОГО РАЙОНА Пономарева Г. А., канд. геол. – минерал. наук доцент, Хряпова Д.А. ....	2965
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГАЛОГЕННЫХ ФОРМАЦИЯХ ОРЕНБУРГСКОГО СЕГМЕНТА ПРЕДУРАЛЬЯ Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент Петрищев В.П., д-р геогр. наук, доцент .....	2971
РУДНЫЕ МИНЕРАЛЫ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОРЕНБУРЖЬЯ Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент, Соболева Е.М. ....	2977
ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ОБРАЗЕ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ Попова О.В., канд. геогр. наук .....	2982
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ КООРДИНАТ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ КАДАСТРОВЫХ КАРТ Прокопьев Т.Р., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент .....	2988
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ Рагозина А.А., Чекмарева О.В., канд. техн. наук, доцент .....	2992
СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЗОН ВОЗМОЖНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ И АНАЛИЗ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ Решетов С.Ю., канд. техн. наук, доцент, Тимощенко Д.С. ....	2996
ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ Романова А.С., Глуховская М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Тимахович Н.В. .....	3001
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРЕНБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Савилова Е.Б., канд. геол.-минерал. наук, Мязина Н.Г., канд. геол.-минерал. наук, Дынник Д.С.	3006

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ	Савилова Е.Б., канд. геол.-минерал. наук, Мязина Н.Г., канд. геол.-минерал. наук, Россик А. О. ....	3011
ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ РЕГИОНА	Савченкова Е.Э., Якименко Д. С. ....	3015
МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ	Садыкбаева А.Б., Чекмарева О.В., канд. техн. наук, доцент....	3021
СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДИК МОНИТОРИНГА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ	Сарбулатова Р.С., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент .....	3025
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОРИЛЬСКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	Сафарова А.Р., Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент .....	3029
«СНИЖЕНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АТМОСФЕРУ»: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СЕРНОЙ ПРОГРАММЫ В АРКТИКЕ	Сафарова А.Р., Артамонова С.В., доцент, канд. геогр. наук; Черных Н.В. ....	3033
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕПРОВОДОВ	Степанова И. А., канд. биол. наук, Гнездилова Ю. А. ....	3036
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	Степанова И. А, канд. биол. наук, Яфаров И. М. ....	3043
ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ И ИХ ВКЛАДА В ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	Тарасова Т.Ф., канд. техн. наук, доцент .....	3049
ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ	Тарасова Т.Ф., канд. техн. наук, доцент ...	3054
ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КАК ДРАЙВЕР УВЕЛИЧЕНИЯ ОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ	Тимахович Н.В., Горшенина Е.Л., канд. техн наук., доцент .....	3061
ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	Тимахович Н.В., Виноградов Д.Д., Гривко Е.В., канд. пед. наук .....	3065
ФОРСИРОВАННЫЙ ОТБОР ЖИДКОСТИ	Третьяков В.В., Воротынцев В.А., Соболева Е.М., .....	3069
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА ОРЕНБУРГ»	Файзулина С.Р., Солопова В.А, канд.тех.наук, доцент .....	3073
ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СОХРАНЯТЬ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПРИ ЧАСТИЧНОМ РАЗРУШЕНИИ ИЛИ		

ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ Файзулина С.Р., Рахимова Н.Н., канд. тех. наук, доцент .....	3077
РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ СОЛЯМИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ Файзулина С.Р., Рахимова Н.Н., канд. тех. наук, доцент .....	3081
РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗОН НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ С ПРЕДУРАЛЬСКИМ ПРОГИБОМ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНОЙ Фатюнина М.В. ....	3086
АДАПТАЦИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Хромова Ю.А., Огнева А.А., Горшенина Е.Л., канд. тех. наук, доцент .....	3090
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОВ Чирков Ю. А., д-р техн. наук, доцент, Корнилов В.В. ....	3094
ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ: ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ИНФРАСТРУКТУРОЙ Юсупова А.А., Горшенина Е.Л., канд. техн. наук, доцент .....	3101

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА**

**Александров Д.В., Артамонова С.В., канд. геогр. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Геодезические работы при устройстве монолитного фундамента - это комплекс работ, которые помогают точно определить и скорректировать положение будущих объектов на местности, обеспечить соответствие проектным высотам и размерам, своевременно выявить отклонения от проекта и строительных норм.

Цель геодезических работ - минимизировать риски возникновения трещин и просадок фундамента, обеспечить надёжность конструкции.

Геодезические работы при устройстве монолитного фундамента включает несколько этапов, основными из которых являются:

- Подготовительный этап. Изучение участка, сбор информации о местности: анализ картографических данных, сбор данных о почвах, планирование работ.

- Топографическая съёмка. Получение точной информации о рельефе, расположении объектов, коммуникаций и границ участка. Позволяет создать детальный план местности с привязкой к реальным координатам.

- Разбивка осей и границ. На участке отмечают точки пересечения основных осей здания, обозначают их колышками или маркерами для контроля точности дальнейшего строительства. Разбивка границ фундамента помогает обеспечить точное соблюдение проектных размеров и форм.

- Контрольные замеры во время строительства. Регулярная проверка соответствия текущего положения конструкций проектным осям и отметкам, измерения для корректировки положения элементов фундамента при необходимости, контроль деформаций грунта и конструкции фундамента на разных этапах строительства.

- Исполнительная съёмка. Заключительный этап, который фиксирует фактическое положение всех конструкций и элементов фундамента. Проводится для проверки соответствия выполненных работ проектным данным.

По результатам геодезических работ при устройстве монолитного фундамента составляют геодезическую исполнительную документацию. Она включает:

- числовые значения габаритов и местоположений объектов съёмки;
- условные знаки или рисунки строительных конструкций, коммуникаций и элементов благоустройства с указанием их назначений, действительных размеров и значений отклонений от проектных параметров;

- положение осей элементов конструкций в плане и по высоте, размеры отклонений от проектного положения, допущенные в процессе строительства.

Стандартизация геодезических работ при устройстве монолитного фундамента на различных этапах включает требования к нормативным документам, технологии, использованию приборов и контролю качества.

Цель - обеспечить точность возведения конструкций, заложить геометрические параметры, заложенные в проектной документации.

Цели и преимущества стандартизации очевидны:

- Гарантия точности и прочности:

Обеспечение точного соответствия фундамента проекту, что гарантирует равномерное распределение нагрузок.

- Юридическая защита:

Исполнительная документация, оформленная по стандартам, является доказательством качества работ при сдаче объекта и в спорных ситуациях.

- Технологическая унификация:

Единые правила позволяют разным специалистам и организациям работать "на одном языке", обеспечивая преемственность на стройплощадке.

- Предотвращение ошибок:

Четкие допуски и регламенты минимизируют риск грубых ошибок, ведущих к переделкам и авариям.

- Основа для цифровизации.

Проведение геодезических работ при устройстве монолитного фундамента регламентируется различными нормативными документами, которые включают ГОСТы, СНиП и СП, различными методическими рекомендациями по выполнению этих работ:

1. ГОСТ Р 51872-2024 «Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения» [1].

Настоящий стандарт распространяется на геодезическую исполнительную документацию и устанавливает требования к ее составу, содержанию, оформлению, контролю, порядку приема и хранения, при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, сетей инженерно-технического обеспечения.

2. ГОСТ 24846-2019 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений» [2].

Настоящий стандарт распространяется на грунты всех видов и устанавливает методы определения деформаций (осадок, горизонтальных и вертикальных перемещений, кренов и т. п.) оснований фундаментов строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений геодезическими методами.

3. Свод правил 45.13330.2017 - свод правил «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87» - устанавливает допуски для подготовки основания фундамента [3].

4. Свод правил 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции" - содержит нормы на отклонения для монолитных железобетонных конструкций [4].

5. СП 50-101-2004 - свод правил «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений».

Указывает требования к геодезическим работам при устройстве фундаментов, например, к разбивке и закреплению осей, проверке отметки основания. Настоящий Свод правил распространяется на основания и фундаменты вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений<sup>1</sup>, возводимых в открытых котлованах. Настоящий СП не распространяется на проектирование и устройство оснований и фундаментов гидротехнических сооружений, опор мостов и труб под насыпями, дорог, аэродромных покрытий, сооружений, возводимых на вечномёрзлых грунтах, свайных фундаментов, а также оснований глубоких опор и фундаментов машин с динамическими нагрузками [5].

6. СП 126.13330.2017 - свод правил «Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84». Устанавливает требования к контролю точности геометрических параметров возводимых конструкций, мониторингу деформаций строительных конструкций, исполнительным и контрольным съёмкам. Некоторые положения свода правил:

- Геодезическую разбивочную основу на строительной площадке или вблизи здания создают в виде закреплённой знаками геодезических пунктов сети для выполнения построений и измерений в процессе строительства.

- Разбивочные оси и монтажные (ориентирные) риски наносят от знаков внутренних разбивочных сетей здания.

- Правильность выполнения разбивочных работ проверяют путём проложения контрольных геодезических ходов (в направлениях, не совпадающих с принятыми при разбивке) с точностью не ниже, чем при разбивке [6].

Таким образом, стандартизация геодезических работ при устройстве монолитного фундамента превращает их из вспомогательной услуги в строго регламентированную технологическую дисциплину.

Она является обязательным условием для возведения безопасного, долговечного и соответствующего проекту сооружения, формируя основу для всего последующего строительства.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 51872-2024 «Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stroiznania.ru/data/documents/GOST-R-51872-2024.-Dokumentaciya-ispolnitelnaya-geodezicheskaya-2024.pdf>

2. ГОСТ 24846-2019 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200174422>

3. СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://sro-a.ru/upload/medialibrary/061/SP-45.13330.2017.-Svod-pravil.-Zemlyanye-sooruzheniya\\_-osnovani.pdf](https://sro-a.ru/upload/medialibrary/061/SP-45.13330.2017.-Svod-pravil.-Zemlyanye-sooruzheniya_-osnovani.pdf)
4. СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fkr-spb.ru/upload/iblock/3bb/lykkpafovho2xxcca18liz1ma5tery38.pdf>
5. СП 50-101-2004 - свод правил «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nav.tn.ru/cloud/iblock/b2a/b2aea07fa60a40664f5b5be14a3c363b.pdf>
6. СП 126.13330.2017 - свод правил «Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/550965720>

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР МЕЖЕВАНИЯ**

**Александров Д.В., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Межевание - это комплекс кадастровых работ по определению координат характерных точек границ и площади одного или нескольких земельных участков на местности. Данная процедура проводится не только при изменении границ существующих земельных участков, но и в связи с образованием новых участков.

Стандартизация - это деятельность по установлению правил и характеристик для их многократного использования. Она направлена на достижение упорядоченности. Суть стандартизации процедур межевания - установление единых обязательных или рекомендуемых требований ко всем этапам межевания: от подготовки и измерений на местности до оформления документов (межевого плана) и согласования границ с соседями.

Общие требования к проведению межевания земель, порядок подготовки и оформления соответствующей документации устанавливаются исходя из исторических, социально-экономических условий и регулируются целой системой нормативных правовых актов.

В Гражданском кодексе Российской Федерации указывается, что «территориальные границы земельного участка определяются в порядке, установленном земельным законодательством, на основе документов, выдаваемых собственнику государственными органами по земельным ресурсам и землеустройству» [1].

В Земельном кодексе Российской Федерации (ст. 68) в формулировке определения землеустройства подчеркивается, что оно «включает в себя мероприятия по изучению состояния земель, планированию и организации рационального использования земель и их охраны, описанию местоположения и (или) установлению на местности границ объектов землеустройства, организации рационального использования...» [2].

В Градостроительном кодексе Российской Федерации (ст. 43) отмечается, что подготовка проектов межевания территорий осуществляется применительно к застроенным и подлежащим застройке территориям, расположенным в границах элементов планировочной структуры, установленных проектами планировки территорий [3].

Подготовка проектов межевания застроенных территорий осуществляется в целях установления границ застроенных земельных участков и границ незастроенных земельных участков. Подготовка проектов межевания подлежащих застройке территорий осуществляется в целях установления границ незастроенных земельных участков, планируемых для предоставления физическим и юридическим лицам для строительства, а также границ

земельных участков, предназначенных для размещения объектов капитального строительства федерального, регионального или местного значения.

Размеры земельных участков в границах застроенных территорий устанавливаются с учетом фактического землепользования и градостроительных нормативов и правил, действовавших в период застройки указанных территорий. Если в процессе межевания территорий выявляются земельные участки, размеры которых превышают установленные градостроительным регламентом предельные (минимальные и (или) максимальные) размеры земельных участков, для строительства предоставляются земельные участки, сформированные на основе выявленных земельных участков, при условии соответствия их размеров градостроительному регламенту.

Подготовка проектов межевания территорий осуществляется в составе проектов планировки территорий или в виде отдельного документа. Проект межевания территории включает в себя чертежи межевания территории, на которых отображаются:

- 1) красные линии, утвержденные в составе проекта планировки территории;
- 2) линии отступа от красных линий в целях определения места допустимого размещения зданий, строений, сооружений;
- 3) границы застроенных земельных участков, в том числе границы земельных участков, на которых расположены линейные объекты;
- 4) границы формируемых земельных участков, планируемых для предоставления физическим и юридическим лицам для строительства;
- 5) границы земельных участков, предназначенных для размещения объектов капитального строительства федерального, регионального или местного значения;
- 6) границы территорий объектов культурного наследия;
- 7) границы зон с особыми условиями использования территорий;
- 8) границы зон действия публичных сервитутов.

В составе проектов межевания территорий осуществляется подготовка градостроительных планов земельных участков» [3].

В Федеральном законе «О землеустройстве» (ст. 17, 19) особое внимание уделено урегулированию вопросов проведения территориального землеустройства как механизму формирования земельных участков и установлению территориальных зон. Определена строгая процедура межевания объектов землеустройства, которая в том числе предусматривает механизм защиты интересов всех собственников земельных участков, затрагиваемых межеванием, через согласование границ [4].

В Федеральном законе «О государственном кадастре недвижимости» (ст. 38 - 40) изложены: понятие межевого плана, его состав и содержание, требования законодательства к образованию земельных участков, указан порядок согласования местоположения границ земельных участков и правила составления акта согласования границ земельных участков [5].

В Приказе Росреестра от 14.12.2021 № П/0592 «Об утверждении формы и состава сведений межевого плана, требований к его подготовке» подробно прописаны требования к подготовке межевого плана, также представлена форма межевого плана.

Если раньше установление границ осуществлялось добровольно, то с 1 марта 2025 года - это обязательное требование для регистрации права собственности или перехода права на земельный участок. В законодательство внесены изменения в части запрета на заключение договоров с земельными участками, сведения о местоположении границ которых отсутствуют в Едином государственном реестре недвижимости (далее – ЕГРН). Также нельзя поставить на государственный кадастровый учет и зарегистрировать право на расположенные на таком земельном участке здание, сооружение, объект незавершенного строительства (за исключением случаев, если такое сооружение является линейным объектом или такой объект незавершенного строительства является линейным объектом, строительство которого не завершено).

Местоположение границ земельного участка устанавливается путем определения координат характерных точек таких границ, то есть точек изменения описания его границ и деления их на части (ч. 8 ст. 22 Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» - далее Закон о регистрации). При этом надо учитывать:

- для определения местоположения границ земельного участка используются сведения, которые содержатся в документах о праве на земельный участок, а при их отсутствии - в документах о границах участка при его образовании (ч. 1.1 ст. 43 Закона о регистрации, п. 24 Требований к подготовке межевого плана и состава содержащихся в нем сведений, утвержденных Приказом Росреестра от 14.12.2021 № П/0592);

- границы земельного участка могут быть установлены и по его фактическому пользованию. Это возможно только при отсутствии в вышеуказанных документах сведений о местоположении границ. В этом случае их определяют в соответствии с границами, которые существуют на местности 15 лет и более (ч. 1.1 ст. 43 Закона о регистрации) [6].

Также следует учитывать, что размер площади земельного участка при его увеличении ограничен.

Стоит особо отметить, что при межевании (если нет сведений о границах!) площадь земельного участка может быть увеличена на величину, не превышающую минимальный размер земельного участка для конкретного вида разрешенного использования, установленного в соответствии с Правилами землепользования и застройки, или, если такой размер не установлен, на величину не более чем десять процентов площади, сведения о которой относительно этого земельного участка содержатся в ЕГРН (содержались в ЕГРН до уточнения границ земельного участка, если при таком уточнении границ была допущена реестровая ошибка).

При этом кадастровый инженер, подготовивший межевой план, несет ответственность за внесенные в такой межевой план сведения (часть 1 статьи 29.2 Федерального закона «О кадастровой деятельности» [7], часть 4 статьи 14.35 «Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях» [8], статья 170.2 «Уголовного кодекса Российской Федерации» [9]).

Таким образом, стандартизация процедур межевания - это не техническая формальность, а фундаментально значимая основа процесса межевания, направленная на создание прозрачного, технологичного и справедливого земельного рынка в России, где права на землю защищены едиными и понятными правилами.

#### Список литературы

1. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая)" от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 31.07.2025, с изм. от 25.11.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.08.2025) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/).
2. "Земельный кодекс Российской Федерации" (ст. 68) от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 29.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2026) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/).
3. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" (ст. 43) от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.12.2025) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/).
4. Федеральный закон «О землеустройстве» № 78-ФЗ от 18 июня 2001 г. (ст. 17, 19) (ред. от 08.08.2024) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_32132/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32132/).
5. Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» № 221-ФЗ от 24 июля 2007 г. (ст. 38 - 40) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25992>.
6. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/).
7. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_70088/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/).
8. "Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 29.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 09.01.2026) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/).
9. "Уголовный кодекс Российской Федерации" от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 29.12.2025) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10699/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/).

# АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ТРАВМАТИЗМУ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТАШЛИНСКОМ РЭС

Байтелова А. И., канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оценка эффективности системы управления охраной труда и промышленной безопасностью невозможна без глубокого и систематического анализа статистических данных [1,2]. Именно этот инструмент позволяет получить объективную картину текущего состояния, выявить тенденции, определить приоритетные направления для совершенствования и, в конечном итоге, повысить уровень безопасности на производстве [3,4].

Объектом исследования выступила подстанция 110 кВ «Ташлинская» Ташлинского района электрических сетей (РЭС). Данная подстанция является узловой точкой в схеме электроснабжения района и выполняет функции центра питания. Её основное технологическое назначение – приём электроэнергии по высоковольтной линии 110 кВ, её трансформация до уровня распределительных сетей 10 кВ и последующая передача потребителям.

Анализ статистических данных на подстанции фокусировался на трех группах показателей: электротравматизм, технологические инциденты и пожарная безопасность за 2023 – 2025 гг.. В первую очередь рассмотрена динамика показателей травматизма. На протяжении анализируемого периода на Ташлинской подстанции был достигнут основной целевой показатель - нулевой уровень производственного травматизма. Случаев травм с потерей трудоспособности не зафиксировано. Однако для более глубокого анализа применяется система учета так называемых предшествующих событий – микротравм, нарушений правил, опасных условий. Статистика представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Статистика производственного травматизма, нарушений, предписаний.

Показатель	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Анализ динамики и причин
Зарегистрированные микротравмы (ушиб, порез без потери трудоспособности)	3	2	1	Устойчивая тенденция к снижению. Основные причины в 2023-2024 гг.: работа с ручным инструментом без перчаток, спуск с опоры ЛЭП. Снижение в 2025 г. коррелирует с усилением контроля мастера за применением СИЗ на ежедневных «пятиминутках».
Выявленные нарушения правил охраны труда	5	4	2	Наиболее типичные нарушения: неполный состав средств защиты

(внутренними проверками)				в бригаде, отсутствие записи о целевом инструктаже при изменении рабочего задания. Снижение числа нарушений свидетельствует об ужесточении внутреннего контроля со стороны инженера по охране труда и мастеров.
Предписания государственного надзора (Ростехнадзор)	1	1	0	В 2023-2024 гг. предписания касались сроков проведения периодических испытаний защитных средств и оформления журналов инструктажей. Полное отсутствие предписаний в 2025 г. (на момент проверки) – косвенный признак приведения документальной базы в полное соответствие.

Далее рассмотрен анализ инцидентов и отказов на подстанции 110 кВ «Ташлинская». Для сетевого предприятия инцидентом считается не только авария, но и любое незапланированное отключение, снижающее надежность. Анализ был сосредоточен на событиях, связанных непосредственно с подстанцией (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ инцидентов и отказов

Тип инцидента/ Показатель	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Анализ динамики и принятые меры
Технологические нарушения (отказы оборудования)	2	1	1	В 2023 г. отказ выключателя 110 кВ произошел из-за износа механической части. В 2024 г. зарегистрирована утечка масла из трансформатора. Проведено включение замены данного выключателя в план капитального ремонта 2025 г.
Нарушения, связанные с действиями персонала	1	0	0	Единственный случай в 2023 г. – ошибочное включение разъединителя под нагрузкой при проведении переключений по неправильно понятой команде диспетчера. Осуществили внедрение обязательного письменного (радио)протокола приема - передачи команд между диспетчером и бригадой.
Количество плановых отключений для ремонта	15	18	10	Рост в 2024 г. связан с выполнением комплекса работ по реконструкции системы релейной защиты и автоматики. Плановые отключения – это управляемый риск, минимизирующий вероятность аварийных.

Подстанция 110 кВ «Ташлинская» относится к объектам с повышенной пожароопасностью, так как на ней используется трансформаторное масло. За весь анализируемый период зарегистрированных возгораний не выявлено.

Не смотря на это, на подстанции постоянно осуществляется ряд противопожарных мероприятий:

- проверка и перезарядка огнетушителей;
- очистка территории от сухой растительности;
- вспашка противопожарной полосы;
- проведение тренировок по эвакуации;
- применение системы маслосборника под трансформатором, предназначенной для предотвращения растекания горящего масла в случае аварии.

Таким образом, данные подтверждают, что многоуровневая система охраны труда Ташлинского РЭС работает на профилактику. Снижение количества микротравм и нарушений - прямое следствие ежедневного контроля, «пятиминуток» и усиленной работы инженера по охране труда. Если в прошлом периоде ключевым риском были ошибки персонала, то сейчас фокус сместился на техническое состояние активов. Это требует не оперативных, а стратегических управленческих решений и инвестиций. Нулевые показатели по тяжелому травматизму и пожарам, особенно на фоне постоянной оперативной работы, свидетельствуют о сформировавшейся устойчивой культуре безопасности, когда соблюдение правил стало неотъемлемой частью производственного процесса, а не формальностью.

Погружение в производственную среду Ташлинского РЭС и детальное изучение подстанции 110 кВ «Ташлинская» выявило, что эффективность предприятия базируется на строгой организационной иерархии, где зоны ответственности за безопасность чётко распределены от руководства до исполнителя. При этом ключевую роль играет не формальное назначение ответственных лиц, а отлаженная система процедур, превращающая общие требования в последовательность конкретных действий. Так, жёсткие предписания федеральных правил и внутренних стандартов компании находят своё практическое воплощение в ежедневном цикле: от планирования работ и оформления наряда-допуска до проведения обязательных «пятиминуток» и непосредственного допуска бригады к выполнению задач.

Анализ статистических показателей за последние годы служит объективным свидетельством действенности данной системы. Устойчивое отсутствие случаев производственного травматизма и пожаров на объектах РЭС, включая потенциально опасную подстанцию, нельзя считать случайностью. Это закономерный итог проактивной политики, направленной на предупреждение инцидентов. Показательно, что положительная динамика наблюдается и в области так называемых предшествующих событий - количество микротравм и нарушений демонстрирует тенденцию к снижению. Данный факт указывает на постепенное формирование устойчивой культуры безопасности, при которой соблюдение правил становится органичной частью

профессионального поведения персонала. Вместе с тем, статистика фиксирует смещение фокуса рисков: если ранее основную угрозу представлял человеческий фактор, то в настоящее время на первый план выходит проблема старения основных производственных фондов. Это ставит перед руководством РЭС новую стратегическую задачу, требующую планирования долгосрочных инвестиций в техническое перевооружение и модернизацию оборудования.

#### Список литературы

- 1 Корчагин, В.А. Эффективность мероприятий по охране труда / В.А. Корчагин. – М.: Знание, 1985. – 17 с.
- 2 Волина, М.И. Организация охраны труда на предприятии / М.И. Волина. – М.: Знание, 1990. – 51 с.
- 3 Кукин, П.П. Безопасность технологических процессов и производств: учеб. пособие для ВУЗов / П.П. Кукин [и др.]. – М.: Высшая школа, 2001. – 256 с.
- 4 Басаков, М.И. Охрана труда: учебно-практическое пособие / М.И. Басаков. – М.: ИКЦ «Март», 2003. – 390 с.

# **АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Быкова Л.А., канд. техн. наук, доцент, Иткулов И.И.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Предприятия по переработке зерна относятся к объектам повышенной пожарной опасности, что обусловлено спецификой технологических процессов, применяемого оборудования и свойствами перерабатываемого сырья [1]. Ежегодно в России регистрируются десятки крупных пожаров и взрывов на элеваторах, мельницах и комбикормовых заводах, приводящих к человеческим жертвам, значительному материальному ущербу и остановке производства [2]. Статистика показывает, что около 60 % пожаров на зерноперерабатывающих предприятиях сопровождаются взрывами пылевоздушных смесей, что существенно усугубляет последствия чрезвычайных ситуаций [3]. Основными причинами высокой пожароопасности данных объектов являются наличие больших объемов горючего материала, образование взрывоопасных концентраций зерновой пыли в воздухе производственных помещений, использование высокотемпературного оборудования и присутствие потенциальных источников зажигания [4].

Зерно и продукты его переработки обладают способностью к самовозгоранию при определенных условиях хранения, что связано с жизнедеятельностью микроорганизмов и протеканием окислительных процессов [5]. При влажности более 16 % и недостаточной вентиляции в зерновой массе активизируются биохимические процессы, сопровождающиеся выделением тепла. Накопление тепла в толще зерна может привести к повышению температуры до критических значений (около 80 °С), при которых начинается термическое разложение органических веществ с последующим воспламенением [6]. Наибольшую опасность представляет зерновая пыль, образующаяся в процессе приема, транспортирования, очистки, сушки и измельчения зерна. Размеры пылевых частиц варьируют от 0,1 до 850 мкм, причем наиболее взрывоопасны фракции размером от 70 до 100 мкм [7]. При концентрации зерновой пыли в воздухе от 40 до 3000 г/м<sup>3</sup> и наличии источника зажигания формируется взрывоопасная пылевоздушная смесь. Температура самовоспламенения зерновой пыли составляет от 430 °С до 460 °С, минимальная энергия зажигания - от 20 до 60 мДж, что значительно ниже аналогичных показателей для многих других горючих веществ [8].

Взрыв пылевоздушной смеси происходит в несколько стадий: первичный взрыв вызывает подъем осевшей пыли, формирование взрывоопасного облака и последующие, более мощные вторичные взрывы. Максимальное давление взрыва зерновой пыли может достигать 900 кПа, а скорость нарастания

давления составляет от 50 до 80 МПа/с, что создает разрушительное воздействие на строительные конструкции и оборудование [9]. На зерноперерабатывающих предприятиях используется разнообразное технологическое оборудование, каждый вид которого характеризуется специфическими факторами пожарной опасности. Сушильное оборудование представляет особую опасность в связи с использованием высокотемпературных теплоносителей и возможностью перегрева зерна [10]. Критической считается температура 80 °С, при которой резко возрастает риск самовозгорания зерновой массы.

Топочные устройства сушилок также являются источниками открытого пламени и искр, которые при нарушении герметичности теплогенераторов могут попадать в зерновой слой. Измельчительное оборудование, включающее вальцовые станки, молотковые дробилки и дезинтеграторы, характеризуется интенсивным пылеобразованием и возможностью возникновения искр при попадании в рабочую зону металлических включений [11]. Температура поверхности рабочих органов мельниц при длительной работе может превышать 100 °С, что в сочетании с высокой концентрацией пыли создает условия для воспламенения. Статистика показывает, что около 40 % пожаров на мукомольных предприятиях возникают именно в помольных отделениях. Транспортное оборудование включает различные типы конвейеров и норий, в которых происходит трение движущихся частей о неподвижные элементы конструкции [12]. При заклинивании механизмов, недостаточной смазке подшипников или попадании посторонних предметов возможен перегрев узлов трения с последующим воспламенением пыли и зерна.

Особую опасность представляют нории, в ковшах которых может накапливаться зерно и пыль, образуя благоприятные условия для развития тления и пожара. Аспирационное оборудование, включающее пылеотделительные циклоны, фильтры и пневмотранспортные системы, является местом концентрации горючей пыли [13]. В фильтрах оседает значительное количество мелкодисперсной пыли, которая при недостаточной очистке может самовозгораться или взрываться. Вентиляторы аспирационных систем также представляют опасность из-за возможности образования искр при касании лопаток о корпус или попадании посторонних предметов. Анализ причин возникновения пожаров показывает, что основными источниками зажигания являются искры механического происхождения, самовозгорание зернопродуктов, перегрев подшипниковых узлов, короткие замыкания в электрооборудовании, статическое электричество и работы с открытым огнем [14].

Искры механического происхождения образуются при ударе металлических предметов о рабочие органы машин, трении движущихся частей при заклинивании механизмов, попадании камней и других твердых включений в молотковые дробилки. Энергия единичной искры обычно составляет от 0,1 до 1 Дж, что значительно превышает минимальную энергию зажигания зерновой пыли от 0,02 до 0,06 Дж. Температура искр может достигать 2000 °С,

обеспечивая практически гарантированное воспламенение пылевоздушной смеси при контакте. Неисправности электрооборудования являются причиной около 27 % пожаров на зернопредприятиях. Короткие замыкания в электропроводке, перегрузка электродвигателей, плохие контакты в распределительных щитах приводят к локальному нагреву проводников до температур, достаточных для воспламенения окружающей пыли [4]. Особую опасность представляет эксплуатация электрооборудования, не соответствующего классу взрывоопасной зоны помещения.

Статическое электричество накапливается при перемещении зерна по трубопроводам, просыпании через течи, работе ленточных конвейеров. Потенциал электростатического заряда может достигать десятков киловольт, а энергия разряда при определенных условиях оказывается достаточной для воспламенения пылевоздушной смеси [15]. Риск накопления статического электричества возрастает при низкой влажности воздуха менее 40 % и использовании диэлектрических материалов в конструкции оборудования.

Пожарная безопасность зерноперерабатывающих предприятий регламентируется комплексом нормативных документов, включающих федеральные законы, своды правил, стандарты и отраслевые инструкции. Основопологающим документом является Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1].

Согласно действующим нормам, производственные здания зерноперерабатывающих предприятий относятся к категориям взрывопожароопасности А и Б, что определяет повышенные требования к конструктивным решениям, инженерным системам и организации производственного процесса. Помещения с оборудованием, выделяющим взрывоопасную пыль, должны оборудоваться легкобрасываемыми конструкциями из расчета от 0,03 до 0,05 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> объема помещения для снижения давления при возможном взрыве. Технологическое оборудование должно размещаться с соблюдением противопожарных разрывов, обеспечивающих возможность эвакуации персонала и доступа пожарных подразделений. Минимальное расстояние между отдельно стоящими зданиями элеваторов и мельниц устанавливается не менее 30 м исходя из степени огнестойкости конструкций. Склады для хранения зерна должны быть разделены противопожарными стенами на отсеки объемом не более 12000 м<sup>3</sup> каждый.

Электрооборудование, устанавливаемое во взрывоопасных зонах, должно иметь соответствующий уровень взрывозащиты и допускается к применению только при наличии сертификата соответствия [8]. Для помещений категории В-Па применяется оборудование в исполнении с уровнем защиты не ниже IP54, для зон 21 используется оборудование с уровнем защиты не ниже IP65 с дополнительной искробезопасностью.

Эффективная защита зерноперерабатывающих предприятий от пожаров обеспечивается комплексом взаимосвязанных технических систем и организационных мероприятий. Системы автоматической пожарной

сигнализации должны обеспечивать раннее обнаружение признаков пожара в производственных, складских и административных помещениях. Для обнаружения возгораний в запыленных помещениях наиболее эффективны комбинированные извещатели, реагирующие одновременно на повышение температуры и появление дыма [2].

Автоматические установки пожаротушения на зернопредприятиях используют различные огнетушащие вещества в зависимости от защищаемого объекта. Водяное и пенное тушение применяется для защиты складских помещений и технологических этажей мельниц, спринклерные и дренчерные установки монтируются в помещениях категорий А и Б с расходом воды от 0,2 до 0,3 л/с на 1 м<sup>2</sup> площади. Газовое тушение с использованием углекислого газа, хладона или инертных газов используется для защиты электрощитовых помещений с ценным оборудованием и замкнутых объемов аспирационных систем [11]. Порошковое тушение эффективно для локализации пожаров в нориях, элеваторах и местах сосредоточения пылевоздушных смесей.

Системы противодымной защиты обеспечивают удаление дыма и токсичных продуктов горения из производственных помещений, создавая условия для безопасной эвакуации персонала. Дымоудаление проектируется с учетом объемно-планировочных решений здания и интенсивности выделения дыма при пожаре [14]. Системы взрывоподавления предотвращают развитие взрыва пылевоздушной смеси путем раннего обнаружения начальной стадии взрыва и мгновенного введения в защищаемый объем огнетушащего вещества под давлением. Такие системы устанавливаются на фильтрах, циклонах, норийных башнях и другом оборудовании повышенной взрывоопасности [9].

Помимо технических систем защиты, важнейшую роль в предотвращении пожаров играют организационные мероприятия и правильная эксплуатация оборудования. Контроль параметров технологического процесса включает постоянный мониторинг температуры зерна и сушильного агента, концентрации пыли в аспирационных системах, вибрации и нагрева подшипников механизмов. Автоматизированные системы управления должны обеспечивать аварийную остановку оборудования при превышении критических значений параметров [10]. Температура зерна после сушки не должна превышать 55 °С, температура подшипниковых узлов не должна превышать 70 °С. Система пылеудаления должна поддерживать концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны на уровне не более 6 мг/м<sup>3</sup>, что значительно меньше нижнего концентрационного предела взрываемости (от 40 до 50 г/м<sup>3</sup>). Регулярная очистка помещений и оборудования от осевшей пыли предотвращает образование вторичных взрывоопасных облаков [13].

Уборка производится промышленными пылесосами с искробезопасными электродвигателями, применение сжатого воздуха для сдувания пыли категорически запрещено. Предотвращение попадания металлических включений в технологический процесс обеспечивается установкой магнитных сепараторов и металлодетекторов на линиях приема и транспортирования зерна. Металлические примеси, попадая в молотковые дробилки или вальцовые

станки, являются источником искр высокой энергии и основной причиной пожаров в размольных отделениях [12].

Система заземления и защиты от статического электричества объединяет все металлические элементы оборудования, трубопроводов, силосов и емкостей в общую заземляющую сеть с сопротивлением заземления не более 4 Ом. Скорость транспортирования зерна по трубопроводам ограничивается величиной от 3 до 5 м/с для предотвращения интенсивной электризации [15]. Применение антистатических присадок к материалам транспортерных лент и использование ионизаторов воздуха снижает накопление статических зарядов.

Обучение и инструктаж персонала проводится при приеме на работу, периодически в процессе работы и при внедрении нового оборудования или технологий [4]. Особое внимание уделяется обучению персонала, работающего на взрывопожароопасных участках. Планы эвакуации разрабатываются для каждого здания и участка с учетом специфики производства. Регулярные тренировки по эвакуации не реже двух раз в год позволяют персоналу отработать действия в чрезвычайной ситуации, выявить недостатки в организации эвакуации и ее путях [16].

Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях по переработке зерна требует комплексного подхода, сочетающего современные технические системы защиты с грамотной организацией производственного процесса и высокой дисциплиной персонала. Основными направлениями снижения пожарных рисков являются модернизация технологического оборудования с внедрением автоматизированных систем контроля и блокировок, эффективная аспирация и регулярная очистка помещений от пыли, своевременное обслуживание и ремонт оборудования, строгое соблюдение технологических регламентов. Современные системы раннего обнаружения пожара и автоматического пожаротушения в сочетании с системами взрывоподавления способны предотвратить развитие чрезвычайной ситуации на начальной стадии, минимизируя ущерб и обеспечивая безопасность персонала.

Дальнейшее развитие систем противопожарной защиты на зернопредприятиях связано с внедрением интеллектуальных систем мониторинга, использованием технологий Интернета, средств непрерывного контроля состояния оборудования, применением компьютерного моделирования для оценки пожарных рисков и оптимизации размещения средств защиты. Интеграция всех систем безопасности в единую автоматизированную систему управления позволит перейти от реактивного к проактивному управлению пожарными рисками, прогнозируя опасные ситуации и предотвращая их возникновение.

#### Список литературы

1 Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ: принят Гос. Думой 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. - (Актуальный закон). - КонсультантПлюс: справочная правовая

система; разраб. НПО «Вычисл. математика и информатика». - Москва: КонсультантПлюс, 2008 - 2026. - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699).

2 Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях. – Москва: ДеЛи принт, 2023. - 296 с.

3 Молчадский, И.С. Пожарная безопасность элеваторов и зерноперерабатывающих предприятий: учебное пособие / И.С. Молчадский, В.А. Калач. - Москва: Проспект, 2022. - 328 с.

4 Белов, С.В. Охрана труда и окружающей среды: учебник для вузов / С.В. Белов, А.Ф. Козьяков, Л.Л. Никитина. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 335 с.

5 Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов: учебник / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.И. Максимчук. - 4-е изд., перераб. - Москва: КолосС, 2022. - 720 с.

6 Технология хранения зерна: учебник для вузов / Е.М. Вобликов, А.В. Голубев, С.А. Масленникова, В.И. Манжесов. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 448 с.

7 Романенко, И.А. Взрывоопасность пылевоздушных смесей на зернопредприятиях / И.А. Романенко, С.Г. Цариченко // Технологии техносферной безопасности. - 2023. - № 3(101). - С. 142-151.

8 ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. - Москва: Стандартинформ, 2019. - 66 с.

9 Порошин, А.А. Системы взрывоподавления на предприятиях зернопереработки / А.А. Порошин // Безопасность труда в промышленности. - 2024. - № 2. - С. 28-35.

10 СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. - Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. - 27 с.

11 Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. - 3-е изд., перераб. - Москва: Пожнаука, 2024. - 778 с.

12 Медведев, Г.М. Технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий: учебник / Г.М. Медведев, А.С. Марьин. - Москва: КолосС, 2023. - 352 с.

13 Логачев, И.Н. Аспирация и обеспыливание воздуха на предприятиях пищевой промышленности: учебное пособие / И.Н. Логачев, К.И. Логачев. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 416 с.

14 Собурь, С.В. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения: проектирование, монтаж, эксплуатация: справочник / С.В. Собурь. - 10-е изд., перераб. - Москва: Спецтехника, 2023. - 392 с.

15 Сидоров, А.И. Защита от статического электричества на производстве: учебное пособие / А.И. Сидоров. - Москва: Инфра-М, 2023. - 272 с.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЖОГОВ ПО МОТИВАМ И СПОСОБАМ СОВЕРШЕНИЯ

**Быкова Л.А., канд. техн. наук, доцент, Альмурзинов Т.Ж.**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

Для проведения анализа поджогов как особо опасного вида умышленных преступлений необходимо четко разграничить понятия «пожар» и «поджог», определить их основные характеристики и отличительные признаки.

Под пожаром понимается неконтролируемое горение, которое может повлечь за собой материальный ущерб, причинение вреда жизни или здоровья граждан, интересам общества и государства [6]. Пожар является объединяющим признаком для поджогов и нарушений правил пожарной безопасности, но эти два понятия категорично отличаются друг от друга.

Поджог – это умышленное опасное деяние, совершенное человеком или группой лиц, которое повлекло материальный ущерб, человеческие жертвы или иные тяжкие происшествия.

Эксперты отмечают, что пожар представляет собой крайне опасный метод противоправного воздействия на имущество и угрозу жизни людей [1, 2]. Преступления, совершаемые посредством поджогов, приобрели масштабный характер, достигнув критических показателей, и встали в ряд с ключевыми проблемами национального уровня. Расследование подобных правонарушений традиционно относится к категории наиболее трудоемких задач.

В ходе расследования преступлений, сопряженных с возгораниями, выявляются проблемные аспекты, обусловленные не только закономерностями развития процесса горения, но и комплексом иных значимых факторов, которые усложняют работу следователей [4, 5].

Согласно статистике МЧС России только за первое полугодие 2025 года зафиксировано 2228 эпизодов поджогов, что соответствует 1,3 % от совокупного количества пожаров. Основными детерминантами таких происшествий выступают зоны проведения спецопераций, коммерческая конкуренция и межличностные конфликты.

Признаки поджога с основаниями для выдвижения версии о поджоге:

- показания людей, находящихся непосредственно рядом с объектом возгорания;
- обнаружение на месте происшествия вспомогательных средств, которые могли быть использованы для поджога;
- обнаружение признаков специальной подготовки, создание благоприятных условий для распространения, создание препятствий для тяжелого обнаружения;
- обнаружение нескольких очагов возгорания;
- внезапность возникновения пожара и быстрое распространение огня;

- обнаружение на месте поджога другого преступления, с целью его скрытия;

- одновременное возникновение пожаров в разных местах с одинаковой периодичностью или повторяющиеся пожары в одной местности;

- фигурирование одних и тех же лиц в разных пожарах.

У каждого произведенного поджога существует мотив – внутреннее побуждение, определяющее выбор преступного поведения [3]. Основные мотивы поджогов:

- месть: часто возникает из-за конфликтов, которые могли произойти в любой сфере, начиная от семейной обиды и заканчивая недопониманием на работе;

- корысть: основывается на сокрытии хищения или другого преступления, требует тщательной подготовки;

- хулиганские побуждения: наиболее частый мотив причиной которого является желание продемонстрировать вседозволенность. Чаще всего выбирают малозначимые объекты;

- сокрытие иного преступления: уничтожение следов убийства, кражи, фальсификации документов;

- психические отклонения: патологическое влечение к огню, устранение потребности и получение удовольствия от процесса горения, отсутствие корыстного мотива.

Рассмотрим классификацию поджогов по способам совершения. Данная классификация помогает определить механизм преступления, выявить следы, установить используемые средства.

Поджоги без специальной подготовки легко выявить статистическим осмотром местности. Чаще всего используют легковоспламеняющиеся вещества, которые уже находятся на месте, сухую траву, древесину. Существуют также поджоги с применением горючих веществ. Горючие вещества способствуют усиленному горению, что способствует затруднению установления причины. При таком раскладе следует тщательно осматривать местность, нередко преступники оставляют емкости от горючих веществ или проливают их по пути к объекту поджога [4].

Гораздо труднее дается обнаружение поджогов с использованием технических средств. Сложность обуславливается применением устройств для отсроченного или дистанционного воспламенения, таких как: часовые механизмы, электроцепи с тепловым реле, дистанционные устройства, химические инициаторы горения [1]. Данный поджог может произойти через определенное время, что способствует сложности раскрытия преступления, возможности алиби для поджигателя.

Поджоги с имитацией неумышленного возгорания самые трудно раскрываемые. Преступник создает условия, которые имитируют нарушения правил пожарной безопасности. К ним относятся: преднамеренное выведение из строя технических устройств, искусственно устроенные короткие замыкания в электроприборах, искусственное механическое торможение путем приведения

их работы в разнофазное состояние. Выявление данного поджога требует особого подхода и экспертного анализа [2].

Нередко преступники используют сочетание нескольких способов поджога, это также затрудняет расследование.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что поджоги представляют огромную опасность из-за большого разнообразия и методов сокрытия следов. Большое количество поджогов может быть принято за несчастный случай или неосторожное обращение с огнем. Поэтому каждый крупный пожар нужно тщательно расследовать. Если на месте есть странные детали - несколько очагов горения, канистры, быстрое распространение огня или у кого-то был мотив навредить - это может быть поджог, а не несчастный случай. Раскрыть такое преступление сложно, но возможно, если внимательно изучить все следы.

В целях минимизации рисков возникновения поджогов и смягчения их последствий реализуется комплекс профилактических мер, в том числе:

- информирование граждан о требованиях пожарной безопасности;
- ужесточение надзора за объектами повышенной пожарной опасности;
- незамедлительное реагирование на сообщения о конфликтных ситуациях и угрозах порчи имущества, способных предшествовать поджогам.

#### Список литературы

1 Анализ нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирование и экспертное исследование их последствий: учебное пособие для вузов МЧС России / Н.В. Петрова [и др.]; под общ. ред. Э.Н. Чижикова. - Санкт-Петербург : СПбУ ГПС МЧС России, 2017. - 159 с.

2 Кожевников, А.Е. Особенности расследования преступлений, связанных с пожарами: научно-практическое пособие / А.Е. Кожевников, Е.С. Крамская, С.И. Маматов. - Белгород : БелЮИ, 2010. - 63 с.

3 Методика расследования поджогов и нарушений правил пожарной безопасности: научно-практическое пособие / И.В. Капустина [и др.]; под общ. ред. В.М. Логвина. – Москва : Юрлитинформ, 2016. - 200 с.

4 Мистюков, И.А. Расследование и экспертиза пожаров: учебное пособие / И.А. Мистюков, А.Н. Кроль. - Кемерово : КемТИПП, 2017. - 161 с.

5 Расследование пожаров : учебник / В.С. Артамонов [и др.]; под ред. Г.Н. Кирилова. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2007. - 544 с.

6 Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности [Электронный ресурс].: федер. закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ: принят Гос. Думой 18 ноября 1994 г. - (Актуальный закон). - КонсультантПлюс: справочная правовая система; разработ. НПО «Вычисл. математика и информатика». - Москва: КонсультантПлюс, 2008 - 2026. - Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/).

# **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА**

**Быкова Л.А., канд. техн. наук, доцент, Иткулов И.И.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Оренбургский государственный университет»**

Предприятия по хранению и переработке зерна относятся к объектам повышенной пожарной опасности. Специфика технологических процессов, связанных с обработкой, транспортировкой и хранением больших объемов зерновых культур, создает условия для возникновения и развития пожаров, которые могут приводить к значительным материальным потерям и человеческим жертвам [1]. Ежегодно в мире происходят десятки серьезных инцидентов на элеваторах и мукомольных комбинатах, что подчеркивает актуальность изучения пожароопасных факторов данной отрасли. Зерновая пыль, образующаяся при переработке и транспортировке зерна, представляет собой одну из главных угроз пожарной безопасности. При определенных условиях она способна воспламениться и взрываться, создавая каскадные эффекты разрушения [2].

Процесс хранения зерна сопровождается рядом физико-химических явлений, которые при неблагоприятных условиях могут стать причиной возгорания. К основным пожароопасным факторам относятся: повышенная влажность зерновой массы, нарушение температурного режима хранения, засоренность зерна примесями, недостаточная вентиляция хранилищ [3]. Самонагревание зерновой массы является одним из наиболее опасных процессов. Оно происходит в результате интенсификации дыхания зерна и развития микроорганизмов при влажности выше 15 %. При этом температура в локальных зонах зернового насыпа может достигать критических значений более 70 °С, что создает условия для самовозгорания [4]. Процесс носит лавинообразный характер: с повышением температуры на каждые 10 °С интенсивность дыхания зерна удваивается, что приводит к дальнейшему тепловыделению.

Влияние влажности на пожарную опасность зерновой массы является определяющим фактором. При влажности зерна выше критических значений (от 15 % до 17 % для большинства культур) резко возрастает активность микробиологических процессов [5]. Плесневые грибы и бактерии, развивающиеся во влажной среде, выделяют значительное количество тепла. Особенно опасны ситуации локального увлажнения зерна, например, при протечках кровли или конденсации влаги на стенках силосов. Засоренность зерновой массы органическими примесями (частицы соломы, солома, битые зерна) существенно повышает пожарную опасность. Эти примеси обладают более высокой гигроскопичностью и биологической активностью по сравнению с целым зерном. В местах скопления органических примесей создаются очаги

повышенного тепловыделения, которые могут стать источниками самовозгорания [6].

Зерновая пыль образуется на всех этапах переработки зерна и представляет собой дисперсную систему с размером частиц от 1 до 850 мкм. Наибольшую взрывоопасность представляют частицы, имеющие размеры от 50 до 100 мкм, которые способны длительное время находиться во взвешенном состоянии [7]. Концентрационные пределы взрываемости зерновой пыли составляют от 20 г/м<sup>3</sup> (нижний предел) до 3 кг/м<sup>3</sup> (верхний предел). Взрывы зерновой пыли характеризуются высокой скоростью распространения пламени (до 800 м/с) и значительным избыточным давлением (от 0,6 до 0,9 МПа). Особую опасность представляют вторичные взрывы, когда ударная волна первичного взрыва поднимает осевшую на поверхностях пыль, создавая взрывоопасные облака большого объема [8]. Такие каскадные взрывы способны разрушать целые производственные корпуса.

Минимальная энергия зажигания пылевоздушной смеси зерновой пыли составляет от 10 до 40 мДж, что значительно ниже энергии искры статического электричества, возникающей при трении материалов [9]. Источниками воспламенения могут быть: искры от металлических предметов, попавших в оборудование, перегретые подшипники, искры электрооборудования, разряды статического электричества, тлеющие частицы при сушке зерна. Температура самовоспламенения слоя зерновой пыли находится в диапазоне от 250 °С до 300 °С, а для пылевого облака – от 370 °С до 430 °С [10]. Максимальное давление взрыва зависит от концентрации пыли и достигает 0,9 МПа при стехиометрическом составе смеси. Скорость нарастания давления при взрыве может достигать 150 МПа/с, что определяет разрушительную способность взрыва.

Технологические процессы переработки зерна сопровождаются интенсивным пылеобразованием и нагревом оборудования, что создает дополнительные риски возникновения пожаров. К наиболее опасным участкам относятся: зоны разгрузки и транспортировки зерна, участки очистки и сортировки, зоны размола и просеивания продуктов [11]. Норийные установки и транспортеры являются местами повышенной пожарной опасности. При движении зерна по конвейерам и норийным ковшам происходит интенсивное трение, сопровождающееся образованием пыли и накоплением статического электричества. Попадание металлических предметов в нории может вызвать искрообразование и воспламенение пылевоздушной смеси [12]. Перегрев подшипников норий при недостаточной смазке или повышенной нагрузке также может стать источником зажигания.

Сушильное оборудование представляет особую опасность, так как здесь происходит контакт зерновой массы с нагретым теплоносителем при температуре от 120 °С до 160 °С. Нарушение режимов сушки, остановка зерна в сушилке, неравномерность нагрева могут приводить к локальному перегреву и воспламенению зерна [13]. Отложения пыли на нагретых поверхностях калориферов и теплообменников могут тлеть и служить источником

возгорания. Размольное отделение мукомольных заводов характеризуется максимальными концентрациями мучной пыли в воздухе рабочей зоны. Вальцовые станки, рассевы, энтолейторы создают интенсивное пылевыделение. При этом мучная пыль обладает еще более высокой взрывоопасностью по сравнению с зерновой из-за меньшего размера частиц и большей удельной поверхности [7].

Анализ статистических данных показывает, что ежегодно на предприятиях зерновой отрасли происходят сотни пожаров, около 13 % из которых сопровождаются взрывами. Основными причинами пожаров являются: самовозгорание зерна (до 32 % случаев), взрывы пыли (от 22 % до 26 %), неисправность электрооборудования (от 18 % до 22 %), нарушение технологических режимов (от 15 % до 18 %), прочие причины (от 8 % до 12 %) [6]. Наиболее тяжелые последствия имеют взрывы пылевоздушных смесей. Характерный пример – серия взрывов на элеваторах, приводящая к полному разрушению силосных корпусов и гибели людей. Средний материальный ущерб от одного пожара на элеваторе составляет от 10 до 100 млн. рублей, а время восстановления объекта может достигать от 1 до 2 лет. Сезонность пожаров на объектах зернопереработки имеет выраженный характер: максимум приходится на период уборки урожая (июль-октябрь), когда возрастает интенсивность работы предприятий и поступает свежесобранное зерно повышенной влажности. В этот период количество пожаров увеличивается в 2,5 раза по сравнению со среднегодовыми показателями.

Эффективная система контроля пожароопасных параметров является основой предупреждения пожаров на объектах зернопереработки. Современные системы термометрии позволяют непрерывно отслеживать температурное состояние зерновой массы в силосах и складах. Термоподвески с датчиками располагаются по высоте насыпа зерна с шагом около 2,5 метра [1]. При превышении температуры 30 °С система выдает предупредительный сигнал, а при температуре выше 40 °С включается аварийная сигнализация. Контроль запыленности воздуха осуществляется автоматическими пылемерами, которые измеряют концентрацию пыли в режиме реального времени. Критическим значением считается концентрация, составляющая от 30 % до 40 % от нижнего концентрационного предела взрываемости [3]. При приближении к опасным значениям должна автоматически включаться система аспирации или останавливаться технологическое оборудование.

Влажность зерна контролируется как при поступлении на хранение, так и периодически в процессе хранения. Современные влагомеры позволяют быстро и точно определять влажность различных культур. Для контроля влажности в насыпи зерна используются зондовые влагомеры, которые измеряют влажность на разной глубине [5]. Системы газового анализа позволяют обнаруживать продукты термического разложения и горения на ранних стадиях. Датчики оксида углерода (СО) особенно эффективны для раннего обнаружения процессов самонагревания и тления в зерновой массе, так как СО образуется задолго до появления открытого пламени [7].

Система аспирации и пылеудаления является первостепенным средством снижения взрывопожарной опасности. Все пылящее оборудование должно быть оснащено местными отсосами, подключенными к централизованной аспирационной сети. Циклоны и рукавные фильтры для очистки воздуха от пыли должны располагаться в отдельных помещениях или снаружи зданий [9]. Системы активного вентилирования зерновой массы обеспечивают отвод тепла и влаги, предотвращая самонагревание. Удельная подача воздуха при вентилировании должна составлять не менее 100 м<sup>3</sup>/ч на тонну зерна. Особое внимание должно уделяться вентилированию в переходные периоды года, когда разница температур внутри и снаружи силоса может вызывать конденсацию влаги [11].

Противовзрывная защита включает использование взрывозащитных клапанов, панелей и систем взрывоподавления. Взрывные клапаны устанавливаются на силосах, норийных башнях и других емкостях из расчета не менее 0,05 м<sup>2</sup> площади клапана на 1 м<sup>3</sup> объема защищаемого оборудования [13]. Системы активного взрывоподавления обнаруживают начальную стадию взрыва и впрыскивают огнетушащее вещество для подавления горения до развития полномасштабного взрыва. Заземление и защита от статического электричества предусматривает надежное заземление всего технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций. Сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом для электроустановок напряжением до 1000 В. Ионизация воздуха в местах интенсивного пылеобразования снижает накопление статических зарядов.

Автоматические системы пожаротушения должны устанавливаться на всех объектах зернопереработки. Для силосных корпусов эффективны системы объемного тушения инертными газами или порошковыми составами. Производственные помещения оборудуются спринклерными или дренчерными установками водяного пожаротушения. Норийные башни и транспортные галереи защищаются модульными установками порошкового или газового пожаротушения [14]. Требования к пожарной безопасности объектов хранения и переработки зерна регламентируются комплексом нормативных документов. Основным документом является Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», устанавливающий общие принципы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты [2].

Специализированные своды правил устанавливают конкретные требования к проектированию, строительству и эксплуатации объектов зернопереработки. Согласно нормативам, силосные корпуса должны разделяться на секции противопожарными стенами, а этажность производственных зданий ограничивается с учетом пожарной опасности технологических процессов [4]. Требования к системам противопожарной защиты включают обязательное оснащение предприятий автоматической пожарной сигнализацией, системами оповещения и управления эвакуацией, первичными средствами пожаротушения. Персонал предприятий должен регулярно проходить обучение пожарно-техническому минимуму и

участвовать в практических тренировках по эвакуации [6]. Декларирование пожарной безопасности является обязательным для объектов зернопереработки. В декларации должны быть отражены все мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, результаты расчетов пожарных рисков, планы эвакуации и действий персонала при пожаре [8].

#### Список литературы

1 Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях. - Москва: ДеЛи принт, 2017. - 280 с.

2 Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ: принят Гос. Думой 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. - (Актуальный закон). - КонсультантПлюс: справочная правовая система; разработ. НПО «Вычисл. математика и информатика». - Москва: КонсультантПлюс, 2008 - 2026. - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/).

3 Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для вузов / С.В. Белов. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2023. - 444 с.

4 Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия: курс пожарно-технического минимума: справочник / С.В. Собурь. - 18-е изд., перераб. - Москва: ПожКнига, 2022. - 480 с.

5 Жидко, В.И. Зерносушение и зерносушилки: учебное пособие / В.И. Жидко, В.А. Резчиков, В.С. Уколов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Колос, 2020. - 367 с.

6 Алексанян, И.Ю. Пожарная безопасность объектов хранения и переработки зерна: учебное пособие / И.Ю. Алексанян, Г.Н. Кириллов. - Москва: Академия ГПС МЧС России, 2021. - 156 с.

7 Баратов, А.Н. Горение и взрывы пылей: справочное пособие / А.Н. Баратов, Е.Н. Корольченко, Г.Н. Кравчук. - Москва: Пожнаука, 2020. - 408 с.

8 Пожарная безопасность технологических процессов: справочник / под ред. А.С. Кокина. - Москва: Химия, 2022. - 520 с.

9 Грачев, В.А. Средства защиты в машиностроении: расчет и проектирование: справочник / В.А. Грачев, Ю.А. Гусев, В.В. Плошкин. - Москва: Машиностроение, 2021. - 368 с.

10 Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2 ч. Ч. 1 / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Пожнаука, 2023. - 710 с.

11 Мельников, С.В. Технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий: учебник / С.В. Мельников. - 4-е изд., перераб. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 552 с.

12 Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов: учебник / Г.А. Егоров, Е.А. Петренко, В.П. Иванец. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Гиорд, 2023. - 296 с.

13 Пожарная безопасность: энциклопедия / под общ. ред. Е.А. Мешалкина. - Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2022. - 872 с.

## ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

**Виницкий М.Ю., Гамм Т.А., д-р с.-х. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Технология современной нефтедобычи требует значительных природных ресурсов для обеспечения производства, среди которых важное место занимает вода. Вода используется как для технологических операций, так и для обслуживания инфраструктуры. Водопотребление на нефтегазовых месторождениях определяется рядом факторов: технологическими процессами (бурение, гидрофракционирование, поддержка пластового давления), хозяйственно-бытовыми нуждами, требованиями природоохранного законодательства, а также особенностями географического положения и гидрогеологических условий [4, 5].

На примере различных объектов нефтедобычи – Байтуганского месторождения в Оренбургской области, Нуркеевского месторождения в Республике Татарстан, Алтайского месторождения в Пермском крае можно проследить специфику водопотребления и основные способы управления водными ресурсами в отрасли. Рассмотрим водопотребление месторождений, расположенных в разных климатических зонах России, таблица 1.

Таблица 1 - Характеристики водопотребления объектов на месторождениях, м<sup>3</sup>/сут

Наименование показателей	Байтуганское месторождение	Нуркеевское месторождение	Алтайское месторождение
Забор воды всего, в т.ч.:	3,3	2,89	3,21
из поверхностных	-	-	-
из подземных	3,3	2,89	3,21
привозная	-	-	0,032
из водопровода города	-	-	-

Оренбургская область расположена в умеренно-континентальном климате. На Байтуганском месторождении с водопотреблением 3,3 м<sup>3</sup>/сут. главными источниками для водоснабжения являются поверхностные и подземные воды [1]. Подземные горизонты: - артезианские и подпочвенные воды, используются для технических нужд, бурения и обслуживания инфраструктуры. Забор поверхностных вод: - в периоды достаточного увлажнения может осуществляться дополнительный забор из водоёмов, но в условиях засушливого климата это ограничено.

Вода используется для приготовления буровых растворов, смешивается с химическими добавками для стабилизации стенок скважины и охлаждения бурового инструмента. В качестве источника воды на производственные нужды

принята существующая система производственно-технического водоснабжения Байтуганского месторождения.

Нуркеевское месторождение — один из объектов нефтедобычи в Республике Татарстан с водопотреблением 2,89 м<sup>3</sup>/сут. [2]. Его гидрогеологическая среда включает сложные связи с подземными пластами и поверхностными водоёмами, что требует точного управления водными ресурсами. На месторождении применяют оборотные системы водоснабжения для сокращения забора воды из природных источников, очистку и регенерацию попутно-пластовых вод для их максимального повторного использования.

Водопотребление на хозяйственно-питьевые и производственные нужды, бытовое водоотведение. Водоснабжение объекта для производственных (технических) нужд, в том числе, промывка и гидравлические испытания оборудования и трубопроводов, а также хозяйственно-бытовых нужд предусмотрены за счет привозной воды,

Алтайское месторождение с водопотреблением 2,89 м<sup>3</sup>/сут. расположено в умеренно-континентальной зоне с умеренными водными ресурсами [3]. Региональная гидрогеология включает как подземные горизонты, так и поверхностные водоёмы, на которые оказывают влияние сельское хозяйство и промышленное потребление. При заборе технической воды используются как подземные, так и поверхностные водные источники. В целях экономии воды используется оборотное водоснабжение, которое внедряется для промывки, бурения и разделения фаз, а также очистка сточных вод методом фильтрации [6].

Такое распределение водопотребления помогает оптимизировать ресурсы и уменьшить воздействие на местные экосистемы. Рациональное водопользование становится неотъемлемой частью устойчивой нефтяной промышленности, снижая воздействие на окружающую среду и улучшая социально-экономические показатели проектов.

#### Список литературы

1. Обустройство Байтуганского нефтяного месторождения. IX очередь: Проектная документация. Оценка воздействия на окружающую среду /— Оренбург 2021.—274с.
2. Материалы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) для объекта «Обустройство Алтайского нефтяного месторождения. Скважины №601, №6002 и ПНН»/ ООО «Сибгеоинжиниринг». Алтайское нефтяное место рождение, 202–391с.
3. Обустройство буровых скважин куста К-404 Нуркеевского нефтяного месторождения: Оценка воздействия на окружающую среду / ООО «МНКТ». —, 2022. — 91с.
4. Экология нефтегазового производства: учеб. пособие для вузов / В. И. Данилов-Данильян, В. И. Лосев, И. Е. Фролов и др. — М.: Наука, 2010. — 384 с.
5. Водный кодекс Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. действующая). — Доступ из справ.-правовой

системы «КонсультантПлюс». Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/)

6. Сафонов А. А. Рациональное водопользование и очистка сточных вод в нефтегазовой промышленности: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Недра, 2015. – 256 с.

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: УНИФИКАЦИЯ ГРАНИЦ САНИТАРНО- ЗАЩИТНЫХ ЗОН**

**Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент, Анисимова Ю.В.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

В системе экологической и градостроительной безопасности Российской Федерации санитарно-защитные зоны (СЗЗ) занимают одно из центральных мест как тип зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ). Их основное предназначение – создать барьер между источниками химического, биологического и физического воздействия на окружающую среду и жилой застройки, обеспечивая тем самым соблюдение гигиенических нормативов и охрану здоровья населения.

Однако на практике механизм установления и функционирования СЗЗ сталкивается с системными проблемами, главная из которых – отсутствие унифицированных, однозначно определяемых и общедоступных границ. Разночтения в трактовке нормативных документов, устаревшие методы расчета, ведомственная разобщенность и отсутствие интеграции данных в единое информационное поле приводят к формированию «юридических серых зон». Это порождает серьезные последствия: конфликты между населением, бизнесом и контролирующими органами; невозможность градостроительного планирования, риски для инвесторов; снижение доверия к системе государственного регулирования в области охраны окружающей среды.

Целью данной статьи является анализ причин неоднозначности границ СЗЗ и разработка научно-методических основ для их стандартизации и унификации в рамках совершенствования системы управления ЗОУИТ.

Правовой фундамент СЗЗ заложен в Федеральных законах №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [1] и № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [2]. Детальное регулирование осуществляется через Санитарные правила и нормы (СанПиН), ключевым из которых долгое время был СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Данный документ закрепил преимущественно классовый (нормативный) подход, где размер СЗЗ определяется в первую очередь классом опасности объекта (I-V) с фиксированными значениями (1000 м, 500 м, 300 м, 100 м, 50 м) [3].

Такой подход, будучи простым в применении, обладает рядом фундаментальных недостатков:

1) Игнорирование местных условий. Не учитывает реальную розу ветров, рельеф, фоновое загрязнение, наличие уже сложившейся застройки и технологические особенности современного производства.

2) Статичность. Не предполагает оперативного пересмотра при изменении технологии, мощности производства или состава выбросов.

3) Территориальная усредненность. Фиксированная дистанция («окружность») не отражает реальную картину рассеивания загрязнений.

С введением в 2021 году новых СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» наметил переход к расчетно-рисковому подходу [4]. Приоритет стал отдаваться расчету предполагаемого уровня загрязнения на границе СЗЗ с использованием специализированного программного обеспечения. Однако на практике два подхода сосуществуют, создавая правовую двусмысленность. Проект СЗЗ, разработанный на основе расчетов, все равно должен проходить процедуру санитарно-эпидемиологической экспертизы и получать санитарно-защитное заключение Роспотребнадзора, в процессе которой нормативный подход может быть применен вновь.

Проблема отсутствия единых стандартов для СЗЗ носит многосторонний характер и обусловлена совокупностью следующих взаимозависимых причин:

1) Информационная разобщенность и кадастровая неопределенность: Данные об установленных СЗЗ рассредоточены между Роспотребнадзором, Росреестром, муниципалитетами и самими предприятиями – источниками воздействия. Внесение сведений о СЗЗ в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) носит заявительный характер и часто не выполняется. Это приводит к тому, что при совершении сделок с землей или строительстве граждане и юридические лица могут не знать об ограничениях.

2) Процедурные противоречия: Процесс установления, изменения или сокращения СЗЗ сложен, длителен и требует взаимодействия множества инстанций. Отсутствие четкого алгоритма действий для бизнеса и органов власти приводит к административным барьерам.

3) Научно-методическая неоднородность: Используемое для расчетов программное обеспечение, трактовка исходных данных и даже выбор методики расчета могут различаться у разных разработчиков проектов СЗЗ, что дает вариативные результаты для одного и того же объекта.

4) Градостроительный конфликт: В условиях дефицита земель в городах территории СЗЗ часто рассматриваются как резерв для застройки. Нечеткие границы позволяют принимать решения, нарушающие санитарные нормы, что ведет к возникновению зон экологического риска прямо в жилых массивах.

Унификация границ СЗЗ должна пониматься не как механическое установление единых размеров для всех объектов класса, а как создание прозрачной, научно обоснованной и юридически безупречной процедуры их определения и фиксации в пространстве. Для этого необходим комплексный подход:

1. Законодательная и нормативная унификация. Требуется четкое иерархическое закрепление в законодательстве приоритета расчетного метода над нормативным, за исключением случаев, когда расчет технически

невозможен. Необходимо детально прописать этапы установления СЗЗ: инициация, расчет, согласование, экспертиза, утверждение, внесение в ЕГРН и публикация в открытых данных.

2. Методическая стандартизация. Разработка и законодательное утверждение единой федеральной методики расчета рассеивания загрязнений атмосферного воздуха в целях установления СЗЗ, с указанием рекомендованного (или обязательного) программного обеспечения, форматов входных и выходных данных.

3. Геоинформационная и кадастровая унификация (цифровизация):

3.1. Создание Федерального геопортала ЗОУИТ: Разработка общедоступного веб-ГИС, сосредотачивающего в режиме «единого окна» пространственные данные обо всех СЗЗ и иных ЗОУИТ с точной географической привязкой их границ. Портал должен обеспечивать возможность проверки земельного участка на наличие ограничений.

3.2. Обязательное внесение в ЕГРН: Установление обязанности собственника объекта, для которого установлена СЗЗ, и органов Роспотребнадзора вносить сведения о границах зоны в ЕГРН в качестве обременения.

3.3. Цифровое моделирование: Интеграция данных о СЗЗ с системами «Умного города», градостроительными информационными моделями (ГИМ) для пространственного анализа и прогнозирования.

3.4. Переход к риск-ориентированному моделированию: Дальнейшее развитие должно идти по пути оценки не только концентраций, но и совокупного риска для здоровья населения с учетом всех путей воздействия (воздух, вода, почва, шум). Граница СЗЗ в этом случае становится не просто линией соблюдения ПДК, а изолинией приемлемого риска.

Реализация предложенных мер позволит достичь следующих результатов:

1) Повышение правовой определенности. Исключение «двойных» трактовок границ снизит количество судебных споров.

2) Стимулирование модернизации производства. Прозрачная процедура сокращения СЗЗ через внедрение наилучших доступных технологий станет экономическим стимулом для предприятий инвестировать в экологию.

3) Оптимизация градостроительной деятельности. Муниципалитеты получат надежный инструмент для планирования территориального развития, резервирования земель и создания «зеленых щитов» в составе СЗЗ.

4) Усиление общественного контроля. Открытый доступ к картографической информации о СЗЗ позволит гражданам реально оценивать экологическую обстановку в месте проживания и участвовать в принятии градостроительных решений.

5) Формирование целостной системы управления ЗОУИТ: СЗЗ станет полноценным, технологически продвинутым элементом общей системы зонирования территорий.

Проблема унификации границ санитарно-защитных зон выходит за рамки сугубо санитарно-гигиенической задачи. Это комплексная междисциплинарная

проблема, находящаяся на стыке экологического права, градостроительства, геоинформатики и государственного управления.

Стандартизация СЗЗ через внедрение единых методических принципов, цифровизацию данных и создание прозрачных административных процедур является обязательной процедурой современного урбанизированного общества. Это позволит трансформировать СЗЗ из формального, часто игнорируемого ограничения в работающий инструмент сбалансированного территориального развития, обеспечивающий как экологическую безопасность и здоровье граждан, так и предсказуемые условия для экономической деятельности.

Переход от устаревшего нормативно-классового подхода к динамичной, расчетной и риск-ориентированной модели зонирования, подкрепленной мощной геоинформационной инфраструктурой, представляет собой стратегическое направление совершенствования системы ЗОУИТ в Российской Федерации.

#### Список литературы

1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 N 52-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения 10.01.2026)

2. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/document> (дата обращения 10.01.2026)

3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12158477/> (дата обращения 10.01.2026)

4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 10.01.2026)

5. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения 10.01.2026)

# ПРОБЛЕМА ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ И ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ

**Воротынцев В.А., Соболева Е.М., Третьяков В.В.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Оренбургская область исторически является одним из ключевых центров нефтегазодобычи в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Наличие уникального Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ) и ряда нефтяных месторождений обеспечивало стабильность региональной экономики на протяжении десятилетий. Однако на современном этапе разработки наблюдается закономерное снижение добычи из высокопродуктивных пластов, вступивших в позднюю стадию эксплуатации.

В сложившихся условиях стратегической задачей становится восполнение ресурсной базы не столько за счет открытия новых крупных месторождений (вероятность чего в освоенном регионе снижается), сколько за счет переоценки и вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ). Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью систематизации подходов к освоению запасов с ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами и залежами высоковязкой нефти[1].

Классификация трудноизвлекаемых запасов региона

Для геологических условий Оренбургской области характерна сложная структура запасов. Основываясь на современной классификации, ТРИЗ региона можно разделить на 4 основные категории представленные в таблице 1, требующие принципиально разных технологических решений[2]:

Таблица 1 - Основные категории ТРИЗ Оренбургской области и их характеристика

Категория ТРИЗ	Ключевые характеристики (пористость, проницаемость, вязкость, глубина)	Основные проблемы разработки	Примеры объектов/ геологических условий
Запасы в низкопроницаемых коллекторах	Пористость < 12–14%, проницаемость < 2 мД. Характерны для трещинно-поровых и порово-трещинных типов коллекторов.	Невозможность получения рентабельных притоков традиционными методами; явление капиллярного запираания, при	Плотные карбонатные породы (известняки, доломиты) девона и карбона, низкопроницаем

		котором силы поверхностного натяжения удерживают нефть в мелких порах; низкая пьезопроводность пласта.	ые терригенные отложения верхнего палеозоя. (ОНГКМ и Филипповская залежь)
Высоковязкие нефти и природные битумы	Вязкость > 30 мПа·с в пластовых условиях, плотность свыше 0.87 г/см <sup>3</sup> . Часто сопровождаются высоким содержанием сернистых соединений и смол.	Низкая подвижность нефти; преждевременный прорыв воды по высокопроницаемым пропласткам; низкий коэффициент охвата заводнением; необходимость спец метод подъема продукции	Месторождения Бузулукской впадины. Залежи тяжелых нефтей в терригенных коллекторах перми и карбона, битуминозные песчаники на востоке области.
Запасы глубоких горизонтов	Глубина > 4000–5000 м; Аномально высокое пластовое давление (АВПД) с коэффициентом аномальности 1.5–1.8; температура > 100–120°C. Коллектора часто уплотненные, с пониженной пористостью.	Высокие риски и капитальные затраты на бурение; сложности сейсморазведки на больших глубинах; требования к жаропрочному и рассолоустойчивому оборудованию и химическим реагентам; риски газонефтепроявления.	Девонские и додевонские отложения (нижний девон, силур), глубокие горизонты ОНГКМ и Восточно-Оренбургского месторождения.
Остаточные запасы выработанных месторождений	Высокая обводненность продукции (более 80-90%); остаточная нефтенасыщенность после традиционных методов разработки;	Технологическая сложность извлечения остаточной нефти, диспергированной в пласте; необходимость применения третичных методов увеличения	Поздние стадии разработки крупных месторождений (ОНГКМ, Зайкинская группа), где традиционное заводнение исчерпало свою

	неоднородность насыщения пласта.	нефтеотдачи (МУН); проблемы с подготовкой и утилизацией больших объемов пластовой воды.	эффективность.
--	----------------------------------	---	----------------

Проблема пористости и проницаемости: физика процесса и решения

Эффективная пористость является ключевым параметром, определяющим емкость коллектора. В условиях Оренбуржья часто встречаются коллекторы сложного типа — трещинно-поровые, где матрица породы имеет низкую проницаемость, а фильтрация осуществляется преимущественно по системе микротрещин[3].

При разработке таких пластов возникает проблема «капиллярного запириания» и низкая пьезопроводность. Традиционное вертикальное бурение в таких условиях неэффективно, так как площадь контакта ствола скважины с продуктивной толщей минимальна.

Для решения этой проблемы необходимо применение комплекса геолого-технических мероприятий (ГТМ):

- Бурение горизонтальных скважин (ГС): позволяет многократно увеличить площадь дренирования, вскрывая большее количество естественных трещин.

- Многостадийный гидроразрыв пласта (МГРП): создание сети искусственных трещин высокой проводимости, которые связывают удаленные участки пласта со стволом скважины. Для карбонатных коллекторов региона высокую эффективность показывает кислотный ГРП, который не только механически разрывает породу, но и химически расширяет каналы фильтрации за счет реакции кислоты с известняком или доломитом.

Вызовы при работе с высоковязкой нефтью

Проблема вязкости заключается в неблагоприятном соотношении подвижностей нефти и вытесняющего агента (воды). При стандартном заводнении вода, будучи менее вязкой, прорывается сквозь нефтяной пласт к добывающим скважинам, оставляя значительные объемы нефти нетронутыми.

Для восполнения добычи из таких залежей в регионе перспективно внедрение третичных методов увеличения нефтеотдачи (МУН): Тепловые методы: закачка пара или горячей воды для снижения вязкости нефти непосредственно в пласте. Для борьбы с вязкостью на месторождениях Самарского и Бузулукского направлений применяются такие химические методы. Однако для глубоких горизонтов Оренбуржья этот метод ограничен из-за теплопотерь в стволе скважины.

- Физико-химические методы: наиболее перспективное направление. Оно включает закачку полимерных растворов (для выравнивания профиля приемистости и «загущения» воды) и поверхностно-активных веществ (ПАВ),

которые снижают межфазное натяжение на границе «нефть-порода», позволяя вымывать нефть из мелких пор.

#### Перспективы глубоких горизонтов

Особый интерес для восполнения минерально-сырьевой базы представляют глубокозалегающие горизонты (средний и нижний девон). Геологические прогнозы свидетельствуют о наличии здесь значительных ресурсов углеводородов. Однако их извлечение сопряжено с рядом технологических вызовов:

– Аномально высокое пластовое давление (АВПД): коэффициент аномальности может достигать 1.5–1.8, что требует использования утяжеленных буровых растворов и высокопрочного оборудования.

– Высокие температуры: на глубинах свыше 4500 м температуры могут превышать 100–120°C, что критично для работы погружного телеметрического оборудования и свойств химических реагентов.

– Низкая изученность: сейсморазведка на таких глубинах часто дает погрешности, что повышает риски бурения «сухих» скважин[3].

Тем не менее, совершенствование технологий глубокого бурения и 3D-сейсмического моделирования позволяет снизить эти риски, открывая доступ к ресурсам, которые ранее считались недостижимыми.

На сегодняшний день можно выделить три ключевых географических центра восполнения запасов в области:

1. Центральный узел (г. Оренбург): Оренбургский вал, доразведка глубоких горизонтов под существующими пластами.

2. Западный узел (г. Бузулук, г. Сорочинск): работа с ТРИЗ в терригенных и карбонатных коллекторах.

3. Восточный узел: Поиск залежей в зоне сочленения Русской платформы и Уральской складчатой страны (акцентировано на поиске ловушек неантиклинального типа)[4].

Восполнение минерально-сырьевой базы Оренбургской области в XXI веке представляет собой комплексную проблему, решение которой лежит на стыке технологического прорыва, эффективной государственной политики и подготовки новых кадров. Будущее региональной нефтегазодобычи зависит от успешного перехода к работе со сложными запасами [5, 6, 7]. Опыт работы на Оренбургском НГКМ показывает, что даже при низких показателях пористости возможно получение стабильных дебитов при использовании МГРП. В то же время решение проблем вязкости на западе области и давления на глубоких горизонтах девона остается приоритетом для региональной науки и промышленности на ближайшие десятилетия, особенно с учетом повышенных содержаний ряда металлов в нефтях с повышенной плотностью [8, 9]. Освоение ТРИЗ и глубоких горизонтов, безусловно, дороже и сложнее традиционной добычи, извлечение ценных попутных компонентов также требует развития дополнительных технологий их извлечения, но это единственный путь к сохранению лидирующих позиций Оренбургской области как энергетического

центра России, обеспечению долгосрочной стабильности регионального бюджета и социально-экономического благополучия его жителей.

#### Список литературы

1. Гавура, В.Е. Геология и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений / В.Е. Гавура. – М.: ВНИИОЭНГ, 2018. – 320 с.
2. Муслимов, Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее / Р.Х. Муслимов. – Казань: ФЭН, 2014. – 750 с.
3. Шпильман, А.В. Состояние и перспективы развития сырьевой базы углеводородов Оренбургской области / А.В. Шпильман // Геология нефти и газа. – 2019. – № 3. – С. 15–22.
4. Ягафаров, А.К. Проблемы освоения трудноизвлекаемых запасов углеводородов / А.К. Ягафаров, И.И. Клещенко. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 256 с.
5. Пономарев А.А., Нестеренко М.Ю., Пономарева Г.А. Разработка программно-аппаратного комплекса мониторинга параметров гидравлического разрыва пласта при эксплуатации месторождений нефти и газа микросейсмическими методами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2021. – № 3. – С. 139-143. – DOI 10.37882/2223-2966.2021.03.26
6. Волжанин, В. Г. Шнурковые залежи северной части восточно-оренбургского сводового поднятия / В. Г. Волжанин, А. Г. Соколов, Г. А. Пономарева // Нефть, газ и бизнес. – 2011. – № 5. – С. 29-31.
7. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Пономарева Галина Алексеевна. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.
8. Таловина И.В. Элементы платиновой группы как геохимические индикаторы при изучении полигенеза нефти / И.В. Таловина, Р.К. Илалова, И.А. Бабенко // Записки горного института. – 2024. – Т. 269. – С. 833-847.
9. Пономарева Г.А., Никифоров И.А. Закономерности пространственного распределения платины и палладия в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2015. - № 7. С. 28-34.

# РОЛЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЛАНДШАФТОВ В ФОРМИРОВАНИИ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ

Гаев И.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Родниковое урочище представляет собой участок местности, где наблюдается естественный выход подземных вод на поверхность [1]. На территории Оренбургской области зафиксировано более 3 000 подобных гидрологических объектов.

В зависимости от степени вмешательства человека выделяют три категории родниковых урочищ:

1. Сильно нарушенные антропогенной деятельностью:

А) Родники вблизи автомобильных магистралей («придорожные»);

Б) источники, задействованные в сельскохозяйственном водоснабжении (например, для организации водопоя скота с устройством прудов).

2. Умеренно затронутые антропогенным воздействием:

А) родники, расположенные непосредственно в населённых пунктах;

Б) водные источники в пределах 1–2 км от жилых зон.

3. Минимально затронутые человеческой деятельностью:

А) Урочища в лесных и степных массивах;

Б) Родники в балках и оврагах;

В) Пластовые выходы подземных вод.

Образование и характеристики родников определяются комплексом природных и антропогенных факторов:

1. Сельскохозяйственная деятельность (распашка земель, внесение удобрений).

2. Техногенные воздействия (строительство, разработка месторождений).

Геологические условия:

1. Минеральный состав пород (влияет на химический состав воды);

2. Тектонические особенности (определяют геоморфологию и локализацию родников);

3. Гидрогеологические параметры (задаёт тип и производительность источников).

4. Климатические условия (интенсивность проникновения осадков в грунт).

Влияние горных пород на химический состав вод

1. Сульфатно-галогенные породы (кунгурский ярус перми: соли, гипсы) → формирование сульфатных и хлоридных вод, часто с примесью сероводорода [5].

2. Известняки → преобладание гидрокарбонатно-кальциевого состава.

3. Доломиты и доломитизированные известняки → повышенное содержание магния (25–90 мг/л при норме 8–16 мг/л).

Пространственное распределение родников в Оренбургской области

1. Восходящие родники — приурочены к верхним участкам водоразделов;

2. Пластовые выходы — сконцентрированы в северо-восточной зоне (отражают наиболее водоносные горизонты) [3, 4].

Бугульминско-Белебеевская возвышенность:

1. Наличие аномальных родников (с особыми гидродинамическими и гидрохимическими характеристиками);

2. Возрастание количества источников в направлении с юга на север;

3. Корреляция аномалий с границами гидрогеологических провинций.

Научные исследования родниковых систем

О. Г. Гришуткин (2022) провёл сравнительный анализ вод лесостепных и лесных ландшафтов, а также установил, что родники лесостепной зоны характеризуются:

А) повышенной жёсткостью;

Б) более высоким водородным показателем;

В) увеличенным дебитом;

Г) повышенным содержанием микроэлементов.

Л. Л. Новых, Ю. В. Юдина, Г. А. Орехова (2012) исследовали связь между расположением родников в ландшафте и концентрацией нитратов в воде.

Ж.Т. Сивохи́п (2005) изучала родники верховьев рек Ворскла и Северский Донец, а также выявляла взаимосвязь тектонической неоднородности с геоморфологией и растительным покровом территорий.

Примером охраняемого природного объекта является урочище Бахмуткин родник (Оренбургский район). Это ландшафтно-ботанический памятник природы со следующими особенностями:

1. Возникновение обусловлено выклиниванием грунтовых вод;

2. Окружён ивовыми зарослями, высокотравным луговым болотом лугово-степным разнотравьем;

3. Выполняет роль природного убежища для флоры и фауны в окружении сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, можно выделить важнейшие научные труды по родникам Оренбургской области

«Гидрогеология СССР. Оренбургская область» (1972) содержит картографирование 103 естественных выходов подземных вод (преимущественно в восточной части региона).

В диссертации Сивохи́п Ж.Т. «Природное разнообразие и геоэкологические особенности родников и родниковых урочищ Оренбургской области» проанализированы условия формирования естественных выходов подземных вод, а также создана база данных с характеристиками родников (дебит, тип, водовмещающие породы, химический состав и др.).

В исследовании Мязиной Н.Г. «Гидрогеохимические особенности формирования родников южной степной зоны» рассмотрены выходы из терригенных песчаников верхнепермских отложений, а также изучены родники, которые находятся в трещиноватых карбонатных сантонских верхнемеловых мергелях (Саракташский и Соль-Илецкий районы) [2].

В результате можно сделать вывод, что у естественных выходов подземных вод очень разнообразная классификация. На формирование родников влияют как природные, так и антропогенные факторы. Геологические условия являются немаловажным показателем. Они оказывают влияние на химический состав. Благодаря напору подземных вод, а также присутствию подходящих рыхлых пород задаётся тип и производительность источников. Благодаря климатическим факторам хорошо проявляется инфильтрация, и вода интенсивно попадает в грунт. Выявлено, какое влияние состав пород может оказывать на состав воды. Охарактеризованы памятники природы на примере Бугульминско-Белебеевской возвышенности. В научных работах исследователей было отмечено очень много фактов про условия формирования естественных выходов подземных вод, а также химический состав воды и различные породы и отложения, которые сопутствуют им.

#### Список литературы

1. Сивохиц Ж.Т. кандидатская диссертация на тему: «Природное разнообразие и геоэкологические особенности родников и родниковых урочищ Оренбургской области». 2002 г. 170 с.
2. Мязина, Н.Г. Гидрогеохимические особенности формирования родников южной степной зоны (на примере Саракташского и Соль-Илецкого районов) Оренбургской области [Электронный ресурс] / Н.Г. Мязина // Степи Северной Евразии : материалы X Междунар. симпозиума / науч. ред. А.А. Чибилев. – Оренбург : ИС УрО РАН, 2024. – С.866-869.
3. Гаев, И.А. Естественные выходы подземных вод и их влияние на здоровье человека [Электронный ресурс] / И.А. Гаев // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Оренбург. гос. ун-та, Оренбург, 30 янв. – 1 февр. 2025 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А.В. Зайцев. – Оренбург : ОГУ, 2025. – С. 3043-3047. – 5 с.
4. Гаев, И.А. Экологические особенности родников [Электронный ресурс] / И.А. Гаев, В.П. Петрищев // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф., Оренбург, 26 нояб. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; под ред. В.П. Петрищева, А.Л. Воробьева. – Оренбург : ОГУ, 2025. – С. 114-118. – 5 с.
5. Куделина, И.В. Влияние гидрогеологических факторов на защищенность подземных вод западного Оренбуржья [Электронный ресурс] / И.В. Куделина, Т.В. Леонтьева, И.А. Гаев // Геология, география и глобальная энергия, 2024. – № 4 (95). – С. 8-14. – 7 с.

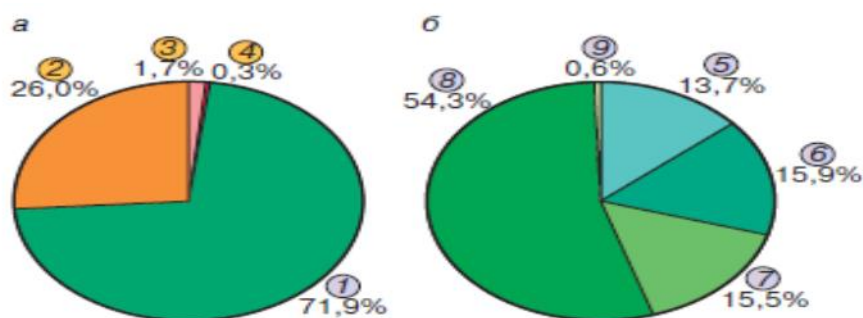
# РАДОНОВАЯ ПРОБЛЕМА В СИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Галянина Н.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Негативное воздействие на здоровье человека радиоактивного облучения общеизвестно. Основную часть дозы облучения создают природные источники излучения, основной вклад в суммарную дозу облучения от природных источников вносит радон и его продукты распада, которые, могут служить причиной раковых заболеваний [1]. Газ радон является продуктом радиоактивного распада пород, содержащих уран. В силу геологических особенностей территория Оренбургской области отличается наличием аномально радиоактивных вмещающих пород, которые являются источником повышенного фона радиоактивности подземных вод [2]. Во многих случаях подземные воды, обладающие радиоактивностью, являются единственным источником питьевой воды.

Проблема негативного радиологического воздействия радона на населения возникла еще в начале 1980-х годов. Проблемой радона в Российской Федерации занимаются не так давно и не так активно, как на Западе. В 1995 г. в РФ принят Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» и действуют специальные нормы радиационной безопасности [2].



а) от всех источников: 1-естественные источники; 2-медицинские процедуры; 3-радиоактивные осадки, последствия ядерных взрывов в атмосфере; 4- атомная энергетика;

б) только от естественных источников: 5-космическое излучение; излучение горных пород и материалов; 7-излучение продуктов питания и напитков; 8-радон и продукты его распада; 9-прочие источники

Рисунок 1 - Вклад различных источников ионизирующего излучения в общую дозовую нагрузку населения [3]

Основной радиационный фон на нашей планете создается за счет естественных источников излучения, дозовая нагрузка составляет 71,9% (рисунок 1, а). При этом главная опасность исходит от – радона 54,3% (рисунок 1,б).

Радон (Rn) был открыт в 1898 г. Фридрихом Эрнстом Дорном [4]. Этот газ без цвета, без вкуса, без запаха. Он относится к группе редких газов, единственно радиоактивный и самый тяжелый из них. Радон имеет три основных изотопа –  $^{222}\text{Rn}$  (радон с периодом полураспада  $T = 3.8$  дня, член ряда распада  $^{238}\text{U}$ ),  $^{220}\text{Rn}$  (торон с периодом полураспада  $T = 55.3$  сек, член ряда распада  $^{232}\text{Th}$ ) и  $^{219}\text{Rn}$  (актинон с периодом полураспада  $T = 3.92$  сек, член группы распада  $^{235}\text{U}$ ). Изотопы  $^{219}\text{Rn}$  и  $^{220}\text{Rn}$  короткоживущие и поэтому не представляют опасности. Радон –  $^{222}$  распадается на другие радиоактивные мощнейшие альфа-излучатели -  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ , которые в целом называют дочерними продуктами распада, представляют собой не газы, а твердые вещества.

В настоящее время востребованность подземных вод Оренбургской области для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения растет [6]. В этих водах может присутствовать радиоактивное загрязнение, обусловленное наличием радиоактивного газа радона и его изотопов. Источником радона в подземных водах, являются радиоактивные вмещающие породы. Радиоактивность горных пород определяется в основном содержанием  $^{238}\text{U}$ .

В пределах области объекты урана представлены только проявлениями. Домбаровское относится к урановой березитовой формации и приурочено к северной части рудного поля медно-цинкового колчеданного месторождения Весеннее, к зоне экзоконтакта Кошенсайского массива гранитоидов. Всего насчитывается до пяти ураноносных зон мощностью от 0,05 до 2,7 м. Площадь участка с промышленным оруденением – 0,03 км<sup>2</sup>. Наиболее богатые ураноносные зоны подсечены скважинами на глубинах 143,5–148 м и 222,8–224,2 м. Содержание урана невыдержанное, от сотых долей % до 10–15% (среднее 0,5%). Сопутствующие элементы – свинец, иттрий, никель, мышьяк, сурьма, медь, кобальт, кадмий, селен.

Проявление Джаилганское гидротермального типа представляет другую формацию – урановую в щелочных метасоматитах. Расположено в экзоконтакте Северо-Джаилганского массива кварцевых диоритов, локализовано в серицитизированных и окварцованных риолитах шумилинской свиты. Содержание урана 0,003–0,04%.

Проявлением Ушкотинское локализованным в кварцевых и пегматитовых жилах в пределах Верхнеушкотинского массива гранитоидов. Содержание урана – 0,016–0,07%, тория – 0,08–0,01%.

Проявление Малдыгулсайское приурочено к глинисто-щебнистой зоне выветривания гранитов Кошенсайского массива; содержание урана на глубине 32–38 м до 0,015%, тория – до 0,02%.

Проявление Желтинское приурочено к одноименной зоне разломов, пересекающей юго-восточный экзоконтакт Котансинского массива. На глубине

100–200 м в коре выветривания скарнов и гранитов оконтурена залежь размером 80 × 900 м, мощностью около 5 м с содержанием урана 0,01–0,1%.

Проявление Аралтюбинское, которое находится в восточной части Орской депрессии; локализовано в угленосных глинистых отложениях среднеюрского возраста, вскрытых горными выработками. Содержания урана до 0,1%, тория – до 0,058%.

Обогащение подземных вод радиоактивными элементами связано с эманулирующей способностью горных пород – процессом выделения радона из минералов и горных пород в поровое или трещинное пространство, содержащих урано-радиевую минерализацию.

Содержание радона в подземных водах колеблется от 1 до 300 нКи/л. В зависимости от концентрации радиоактивного газа различают [5]:

- воды с малой концентрацией – от 5 до 40 нКи/л (0,2–1,5кБк/л);
- воды со средней концентрацией – от 40 до 200 нКи/л (1,5–7,5 кБк/л);
- воды с высокой концентрацией – выше 200 нКи/л (>7,5 кБк/л).

В России уровень содержания радона в грунтовых водах колеблется от 10 до 100 Бк/л (беккерель (Бк), который соответствует радиоактивному распаду 1 ядра в сек. в 1 кг вещества) и только в отдельных районах доходя до сотен и даже тысяч Бк/л [9]. Российские нормы устанавливают верхнюю границу концентрации радона в воде, при которой требуется вмешательство, равной 60 Бк/л.

По данным проведенных лабораторных исследований качества воды подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения на территориях – Адамовского, Кваркенского, Домбаровского, Новоорского районов Оренбургской области, зарегистрированы превышения показателей концентрации радона в воде [6].

Проведенные лабораторные исследования качества питьевой воды на концентрацию радона в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения позволили установить превышения концентрации радона в воде. Нахождение радона в подземных водах восточной части Оренбургской области связано с широким распространением аномально радиоактивных вмещающих пород. Радон может стать причиной ряда серьезных заболеваний, в том числе онкологических.

Проблема борьбы с радоном в подземных водах в Оренбургской области достаточно острая. В связи с этим разработка дешевых и компактных установок, обладающих к тому же высокой эффективностью по устранению радона, представляется актуальной задачей.

#### Список литературы

1. Тихонов М.Н. Последствия облучения населения радоном// Журн. Экологические системы и приборы. 2010. № 4. С. 36-43.
2. Галянина, Н.П. Анализ аномалий радиоактивности на месторождениях твердых полезных ископаемых Восточного Оренбуржья /Н.П.

Галянина, И.В. Куделина//Экология развития общества. – 2019.-№ 4(31). – С.79-85.

3. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». № 63-ФЗ, 31 марта 1999 г. //Российская газета. 1999. 6 апреля.

4. Уткин, В.И. Радоновая проблема в экологии// Соросовский образовательный журнал, том 6, №3, 2000.

5. Василенко, О.И. Радиационная экология / О.И. Василенко. – М.: Медицина, 2004. – 216 с.

6. Левин, Е.В. Геологические условия формирования радиоактивных подземных вод на территории Восточного Оренбуржья/ Е.В.Левин, Н.П. Галянина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017.- № 16(68). - С.212-216.

# **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СОРОЧИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА**

**Гарицкая М.Ю., канд. биол. наук доцент, Ротова А.М**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

Современные экологические проблемы формировались на протяжении веков как прямое следствие антропогенного преобразования природных ландшафтов. Одной из наиболее острых глобальных проблем, от решения которой зависит устойчивость экосистем и здоровье населения, остается загрязнение водных ресурсов. В условиях интенсификации хозяйственной деятельности и роста водопотребления особую уязвимость демонстрируют малые и средние водные объекты в урбанизированной среде, где негативные последствия воздействия человека проявляются наиболее быстро и концентрированно [1].

В России процессы деградации водных экосистем, особенно в пределах городских территорий, носят повсеместный характер. Критическими факторами являются химическое и тепловое загрязнение промышленными и коммунальными стоками, поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком с городских площадей и транспортных магистралей, а также гидроморфологические изменения — зарегулирование стока, заиление, разрушение берегов. Эти процессы ведут к утрате водными объектами их природных функций, снижению самоочищающей способности и превращению их в аккумуляторы поллютантов [6].

Данная проблема крайне актуальна для индустриальных и аграрных центров Оренбургской области, к которым относится город Сорочинск. Город тесно связан с комплексом водных объектов, ключевыми из которых являются река Самара (в черте города), созданное на ней Сорочинское водохранилище и малая река Уранчик, являющаяся притоком Самары, которые и являлись объектами нашего исследования.

Актуальность работы заключается в том, что исследуемые водные объекты подвергаются комплексной нагрузке от промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных источников и без регулярного экологического мониторинга невозможно оценить реальный уровень их загрязнения и риски для экосистемы и здоровья людей, поэтому целью данной работы являлась оценка экологического состояния исследуемых поверхностных водных объектов Сорочинского городского округа

Их состояние определяет не только экологическое благополучие городской среды, но и влияет на качество водных ресурсов ниже по течению речной системы. В условиях нарастающего антропогенного прессинга первостепенной научной и практической задачей становится объективная и

комплексная оценка текущего экологического состояния этих разнотипных, но взаимосвязанных водных объектов.

Определение концентраций загрязняющих веществ и коэффициента концентрации позволили провести количественную, сопоставимую оценку степени химического загрязнения каждого объекта, выявить приоритетные загрязнители и обосновать адресные меры защиты.

Отбор и подготовка проб воды из исследуемых водных объектов осуществлялся согласно ГОСТ Р 59024-2020. Отбор проб проведён в трёх точках на различных водных объектах, подверженных разным видам воздействия: две точки (I на р. Самара и III на Сорочинском водохранилище) – в рекреационных зонах у пляжей, одна точка (II на р. Уранчик) – в зоне влияния автотрассы. Карта-схема отбора проб представлена на рис. 1.



Рис. 1 – Точки отбора проб воды

В исследуемых пробах воды определяли химические (сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), ионы кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ), магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ), аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ), меди (Cu), сульфидов и гидросульфидов ( $\text{HS}^-$ )) и обобщенные (рН) показатели качества. При проведении исследования на содержание загрязняющих веществ в пробах воды были получены следующие результаты, представленные в табл. 1

Таблица 1 – Содержание загрязняющих веществ в водных объектах

Место отбора пробы	Концентрация, мг/л								Н
	$\text{Cl}^-$	$\text{HS}^-$	$\text{Ca}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NH}_4^+$	Cu	$\text{Fe}^{2+}$	
Сорочинское водохранилище	197,02	2,02	48	40,8	5,48	0,162	0,062	0,0053	7,65

р. Уранчик	141,11	1,94	69	31,8	5,19	0,159	0,0029 6	0,0063	7,32
р. Самара	121,59	1,64	50	37,2	5,39	0,115	0,0032	0,0027	7,74

С целью оценки степени загрязненности воды по определяемым химическим веществам в ходе исследования производилось сравнение полученных результатов с нормативами качества воды объектов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>рх</sub>), представленных в табл.2. Приоритетными загрязняющими веществами, концентрация которых превышает установленные пределы, являются сульфиды ( $\text{HS}^-$ ) и медь (Cu).

Превышение ПДК<sub>рх</sub> по сульфидам ( $\text{HS}^-$ ) является критическим и наблюдается на всех трёх объектах: в Сорочинском водохранилище — в 404 раза, в реке Уранчик — в 388 раз, в реке Самара — в 328 раз. Такие экстремальные значения указывают на интенсивные процессы анаэробного разложения органического вещества, вызванные, вероятно, большим поступлением органических стоков, и создают токсичные условия для гидробионтов.

Превышение ПДК<sub>рх</sub> по меди (Cu) зафиксировано в Сорочинском водохранилище — в 62 раза. В пробах из рек Уранчик и Самара содержание меди хотя и выше нормы, но значительно меньше (примерно в 3 раза). Этот факт свидетельствует о наличии локального источника загрязнения медью именно в районе водохранилища, которым может быть промышленный или ливневый сток.

Концентрации всех остальных веществ ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) не превышают установленных рыбохозяйственных нормативов. Особенно важно отметить, что хоть содержание хлоридов и является аномально высоким с геохимической точки зрения, оно всё же ниже ПДК<sub>рх</sub>, равной 300 мг/л. Значения pH находятся в допустимом диапазоне.

Коэффициент загрязняющих веществ, их класс опасности и показатель химического загрязнения представлены в табл.2

Таблица 2 – Коэффициент загрязняющих веществ и показатель химического загрязнения

Показатель	$\text{Cl}^-$	$\text{HS}^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NH}_4^+$	Cu	$\text{Fe}^{2+}$	ПХЗ
Класс опасности	4	3	4	4	-	4	3	4	-
ПДК	300	0,005	180	50	40	0,5	0,001	0,1	-
$K_{i(\text{Сор-ое вод-ще})}$	0,66	404	0,27	0,816	0,137	0,324	62	0,053	468
$K_{i(\text{р. Уранчик})}$	0,47	388	0,38	0,636	0,130	0,318	2,96	0,063	393
$K_{i(\text{р. Самара})}$	0,41	328	0,28	0,744	0,135	0,23	3,2	0,027	333

Для оценки экологического состояния водных объектов представлены критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод в табл. 3[7].

Таблица 3 – Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод

Показатель	Параметр		
	Экологическое бедствие	Критическая экологическая ситуация	Норма
ПХЗ	>500 ПДК	Менее 500	10
рН	5-5,6	5,7-6,5	Более 7

Результаты ранжирования по степени химического загрязнения поверхностных вод представлены в таблице 4, ранжирование производилось согласно критериям оценки приведенных в таблице 3.

Таблица 4 – Ранжирование по степени химического загрязнения проб воды поверхностных водных объектов

Место отбора проб	ПХЗ	Параметры степени химического загрязнения
Сорочинское водохранилище	468	Критическая экологическая ситуация
р. Уранчик	393	Критическая экологическая ситуация
р. Самара	333	Критическая экологическая ситуация

Проведенный анализ показателя химического загрязнения (ПХЗ) позволяет сделать вывод о критическом экологическом состоянии всех исследованных водных объектов в границах Сорочинского городского округа. Ранжирование по величине ПХЗ выявило пространственное распределение антропогенной нагрузки: максимальное значение зафиксировано для Сорочинского водохранилища, что подтверждает его роль как аккумулятора загрязняющих веществ со всего водосбора в условиях замедленного водообмена. Сопоставимо высокий уровень загрязнения малой реки Уранчик отражает её исключительную уязвимость к концентрированному воздействию с локальных урбанизированных территорий. Значительная величина ПХЗ для реки Самары, обладающей большей разбавляющей способностью, указывает на масштабный транзитный характер загрязнения, поступающего как из городской черты, так и с вышерасположенных участков бассейна. Значение рН находится в пределах нормы. Таким образом, несмотря на различия в абсолютных значениях интегрального показателя, качественная оценка для всех трёх

объектов одина и свидетельствует о высокой химической деградации водной среды.

#### Список литературы

1. Волошина, Г. В. Экологическая оценка состояния поверхностных вод реки Понура / Г. В. Волошина // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2006. – Т. 2, № 1. – С. 118-122. – EDN RWHEEF. – (Дата обращения: 15.01.2026)
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 24.04.2024) – (Дата обращения: 15.01.2026)
3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 24.04.2024) – (Дата обращения: 15.01.2026)
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2). – Раздел V, Приложение 2. – (Дата обращения: 15.01.2026)
5. Приказ Росрыболовства от 26.05.2025 N 296 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения...» (Зарегистрировано в Минюсте России 02.06.2025 N 82497). – Приложения №1, №2 – (Дата обращения: 15.01.2026)
6. Investigation of surface water quality in magnitogorsk industrial area for the environmental estimation of technogenic watercourse state / E. Degodia, Y. Kasatkina, A. Kudriashov [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 3, No. 10(87). – P. 74-81. – DOI 10.15587/1729-4061.2017.102374. – EDN YTUXWL – (Дата обращения: 15.01.2026)
7. Емельянова В.П., Лобченко Е.Е. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям (РД 52.24.643-2002). – Утв. Росгидрометом 03.12.2002 – (Дата обращения: 15.01.2026)

## **СЕРТИФИКАЦИЯ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ: ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ И ОБОРУДОВАНИЮ**

**Герасимова В.В., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

В Российской Федерации кадастровые работы являются важнейшим элементом обеспечения прав собственности и оборота земельных участков и объектов недвижимости. Качество работ, выполняемых кадастровыми инженерами, напрямую влияет на достоверность сведений, вносимых в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), и, следовательно, на стабильность системы в целом. В связи с этим, вопросы сертификации кадастровых инженеров, определения требований к их квалификации и оснащению необходимым оборудованием приобретают особую актуальность.

Правовое основание для регулирования деятельности кадастровых инженеров заложено в Федеральном законе «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 N 221-ФЗ (далее – 221-ФЗ). Согласно статье 29 данного закона, «кадастровым инженером признается физическое лицо, являющееся членом саморегулируемой организации кадастровых инженеров. Кадастровый инженер может быть членом только одной саморегулируемой организации кадастровых инженеров...» [1].

Там же установлены следующие основные требования к кадастровым инженерам:

- 1) наличие гражданства Российской Федерации;
- 2) наличие высшего образования по специальности или направлению подготовки, перечень которых утвержден в [2];
- 3) наличие опыта работы в качестве помощника кадастрового инженера не менее двух лет, в течение которых он под руководством кадастрового инженера принимал участие в подготовке и выполнении кадастровых работ;
- 4) сдача теоретического экзамена, подтверждающего наличие профессиональных знаний, необходимых для осуществления кадастровой деятельности;
- 5) отсутствие наказания в виде дисквалификации за нарушение законодательства о государственном кадастровом учете недвижимого имущества и кадастровой деятельности...;
- 6) отсутствие непогашенной или неснятой судимости за совершение умышленного преступления;
- 7) наличие действующего договора обязательного страхования гражданской ответственности кадастрового инженера.

На примере профессионального стандарта ассоциации «Саморегулируемая организация кадастровых инженеров», квалификация

«Кадастровый инженер» [3] нами рассмотрены требования к знаниям, умениям и навыкам кадастровых инженеров.

В целях грамотного и безошибочного осуществления кадастровых работ кадастровый инженер должен обладать следующими компетенциями:

1) знание гражданского, земельного, градостроительного, жилищного, трудового законодательства и законодательства по охране труда;

2) владение основами геодезии, картографии, землеустройства и кадастров, технической инвентаризации объектов капитального строительства, территориального планирования, градостроительства, лесоустройства, а также метрологии и теории математической обработки геодезических измерений;

3) навыки работы с программным обеспечением, геоинформационными и кадастровыми информационными системами.

4) организация и выполнение камеральной обработки результатов геодезических измерений, применение геодезического оборудования и приборов, ведение полевой документации.

Саморегулируемые организации кадастровых инженеров играют ключевую роль в системе сертификации и контроля за деятельностью кадастровых инженеров. Обязанности саморегулируемых организаций можно рассмотреть на примере устава Ассоциации «Саморегулируемая организация кадастровых инженеров» [4], в которые входит:

1) разработка и утверждение стандартов осуществления кадастровой деятельности и правил профессиональной этики кадастровых инженеров, условий членства кадастровых инженеров в Ассоциации, в том числе размеры членских взносов и порядок их уплаты;

2) осуществление контроля за соблюдением своими членами требований законодательства Российской Федерации, регулирующего кадастровую деятельность;

3) осуществление контроля за своевременным прохождением кадастровыми инженерами (своими членами) обучения по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации кадастровых инженеров;

4) анализ деятельности своих членов на основании информации, представляемой ими в Ассоциацию, и т. д.

Помимо компетентности, также предъявляются требования к оборудованию кадастровых инженеров. Они установлены Национальным стандартом РФ «Приборы геодезические. Общие технические условия» [5]. Согласно этому стандарту, геодезические приборы подразделяют по функциональному назначению, точности, физической природе носителей информации и условиям эксплуатации. Приборы изготавливают в соответствии с требованиями стандарта и/или техническими условиями на приборы конкретных типов по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

Основными условиями правильной работы оборудования являются следующие:

1) движение подвижных частей геодезических приборов должно осуществляться плавно без скачков и заеданий;

2) геодезические приборы для угловых и линейных измерений снабжают оптическим или лазерным центриром, встраиваемым в подвижную часть прибора (за исключением высокоточных средств измерений);

3) оборудование должно быть работоспособным при воздействии климатических факторов внешней среды. Брызго- и пылезащищенные приборы должны сохранять работоспособность при воздействии пыли и дождя.

4) к геодезическим приборам с программным обеспечением предъявляют следующие требования:

4.1) возможность передачи информации на внешнее устройство для хранения и обработки информации;

4.2) введение поправок в измеренные значения геодезических величин;

4.3) автоматическое вычисление функций измеренных величин;

4.4) решение типовых геодезических задач;

5) электронные геодезические приборы оснащают табло для отображения результатов измерений, обеспечивающим получение отсчетов в солнечную погоду и в условиях недостаточной освещенности, портом для вывода данных на компьютеры типа IBM PC, а также внутреннее запоминающее устройство с объемом памяти не менее 256 Кбайт; дополнительно может поставляться сменное запоминающее устройство (карта памяти) с необходимым объемом памяти.

Таким образом, сертификация кадастровых инженеров имеет важное значение для обеспечения качества кадастровых работ и защиты прав граждан на землю и недвижимость. Соответствие кадастровых инженеров требованиям 221-ФЗ, профессиональным стандартам и требованиям СРО является необходимым условием для выполнения ими кадастровых работ и государственной регистрации прав на недвижимость. Повышение квалификации кадастровых инженеров, а также совершенствование системы контроля за их деятельностью являются ключевыми задачами для обеспечения стабильности и эффективности системы государственной регистрации недвижимости в Российской Федерации.

#### Список литературы

1. Федеральный закон «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 N 221-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_70088/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/) (дата обращения: 10.01.2026)

2. Приказ Минэкономразвития России от 26.04.2018 N 229 «Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования, необходимых для осуществления кадастровой деятельности, и о признании утратившими силу приказа Минэкономразвития России от 29 июня 2016 г. N 413 и пункта 1 изменений, которые вносятся в некоторые приказы Минэкономразвития России в сфере кадастровой деятельности, утвержденных

приказом Минэкономразвития России от 30 октября 2017 г. N 578» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.05.2018 N 51210). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71855182/> (дата обращения: 12.01.2026)

3. Стандарт ассоциации «Саморегулируемая организация кадастровых инженеров», квалификация «Кадастровый инженер» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.roskadastre.ru/html/standart/standartki2022.pdf> (дата обращения: 10.01.2026)

4. Устав (четвертая редакция) Ассоциации «Саморегулируемая организация кадастровых инженеров» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://roskadastre.ru/html/ras/ustav4.pdf> (дата обращения: 10.01.2026)

5. ГОСТ Р 53340-2009 Приборы геодезические. Общие технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071521?section=text> (дата обращения: 10.01.2026)

## **РИСКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЗДОРОВЬЮ И АДАПТАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ**

**Гизатова Р.Б., Горшенина Е.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Изменения климата – глобальная проблема, оказывающая системное влияние на социально-экономическое развитие и условия жизни людей. Основное внимание при анализе их последствий обычно уделяется влиянию на экономический рост мирового хозяйства и национальных экономик, развитие отдельных отраслей; оценкам ожидаемых ущербов для отдельных наиболее уязвимых территорий (например, Арктического макрорегиона, прибрежных зон, островных государств и др.). В то же время в отечественной научной литературе сравнительно меньшее внимание уделяется социальным последствиям изменений климата, их воздействию на здоровье и качество жизни населения, хотя указанные последствия являются весьма значимыми и уже в настоящее время начинают в существенной мере определять условия и образ жизни людей на отдельных территориях, например, коренных малочисленных народов Севера.

Принципиальной особенностью влияния изменений климата является то, что они усиливают другие угрозы здоровью и безопасности населения, в первую очередь, негативные последствия загрязнения атмосферного воздуха, воздействия экологически вредных производств, возрастания неравномерности социальноэкономического развития (структурной безработицы, неравенства доходов и пр.). Взаимовлияние эколого-климатических, экономических и социальных факторов и рисков определяет и основной методологический подход к адаптации населения – интеграцию организационных принципов и конкретных мер в стратегии социально-экономического развития, долгосрочные программы и проекты национального развития, что максимизирует их положительные эффекты для общества [1,2].

Риски климатических изменений и их последствия для здоровья: общемировая ситуация и Россия. Как констатируют эксперты МГЭИК в последнем Шестом Оценочном докладе об изменениях климата (2021-2022 гг.), процессы глобальных изменений климата и связанные с этими изменениями риски для населения, экономики и в целом для устойчивого развития продолжают нарастать [3,4,5].

Представленные в Шестом Оценочном докладе сценарии динамики выбросов парниковых газов в атмосферу до конца XXI в. ведут к повышению средней глобальной температуры приземного воздуха к 2100 г. в диапазоне от 1,4 до 4,4 °С [3, с. 14]. При этом по мере повышения температуры приземного воздуха на каждые 0,5 °С ожидается нелинейное усиление экстремальных климатических условий (в первую очередь, волн жары и аномальных осадков)

[3, с. 15], что ведет к резкому повышению уязвимости населения. По оценкам, уже в настоящее время в мире около 30% населения, по крайней мере, 20 дней в течение года подвергается угрожающим жизни климатическим режимам, таким как экстремальные волны жары. Ожидается, что к 2100 г. эта величина может возрасти и достичь от половины до трех четвертей мирового населения, в зависимости от сценария выбросов парниковых газов [6].

В последние десятилетия трансформируется и сама концепция здоровья. В соответствии с современной трактовкой ВОЗ, здоровье предполагает не просто отсутствие тех или иных заболеваний, но состояние психологического, экономического и социального благополучия, т. е. приближается к интегральной характеристике качества жизни населения. В этой связи отметим, что изменения климата оказывают как прямое, так и косвенное влияние на психическое здоровье. Прямое влияние вызвано негативными последствиями климатически обусловленных стихийных бедствий, которые могут вести к возникновению у пострадавших посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), как показывают примеры ряда крупных стихийных бедствий в США и других странах в последние годы, обобщенные в новейшем (2021 г.) докладе Агентства по охране окружающей среды США (EPA) [7].

От страха, ощущение беспомощности, апатия и психическое истощение [8, с. 37]. В более широкой перспективе уязвимость населения к изменениям климата может быть рассмотрена в рамках исследований развития человека (human development), проводимых Программой развития ООН (ПРООН), которая с 1990 г. систематически рассчитывает для всех стран мира Индекс человеческого развития (ИЧР) на базе таких обобщенных показателей как ВВП на душу населения, ожидаемая продолжительность жизни при рождении, показатели уровня образования.

Наиболее тяжелое бремя негативных последствий изменений климата испытывают страны и группы населения с низкими доходами, другие социально уязвимые категории, которым труднее всего противостоять резким изменениям условий жизнедеятельности, прежде всего аномальным колебаниям температуры и режима осадков и связанным с ними эффектами (волнам жары и холода, засухам, лесным пожарам, циклонам и наводнениям, а также распространению новых инфекционных заболеваний). Обусловленное этими негативными эффектами снижение уровня продовольственной безопасности и обеспечения чистой питьевой водой, ухудшение условий труда и проживания означают сокращение числа и/или качества рабочих мест и производительности труда; в целом ухудшение здоровья и качества жизни людей.

Адаптация населения к климатическим изменениям: мировой опыт. Стратегическим ответом на возрастание ожидаемого социально-экономического ущерба и угроз здоровью и безопасности населения, наряду с мерами по стабилизации и снижению ежегодных выбросов и накопленной концентрации парниковых газов в атмосфере за счет технологических разработок и мер экономической политики (перехода к низкоуглеродной

экономике), выступает адаптация населения, территорий и хозяйственных комплексов к неустраняемым последствиям изменений климата.

Ряд государств сформировали специальную законодательную базу по адаптации, на основе которой реализуют обновленные версии соответствующих планов. К последней группе относятся страны Европейского союза, в котором его обновленная стратегия адаптации (2021 г.), заменившая прежнюю ее версию от 2013 г., является частью хорошо известного Европейского зеленого курса (European Green Deal) – по сути дела, новой эколого-климатической доктрины ЕС (хотя формально она таковой не провозглашалась). В свою очередь, данная стратегия является основой для обновления действующих национальных планов адаптации, которые были ранее приняты и реализуются странами-членами ЕС. Важной составляющей этих планов является комплекс превентивных и оперативных мер по снижению риска для здоровья населения. Например, в планах Хорватии и Кипра меры адаптации системы здравоохранения (в том числе, к растущим рискам инфекционных заболеваний) к экстремально высоким температурам, избыточным осадкам, качеству воды, наводнениям выделены в отдельные направления. То же, но в отношении таких факторов риска для здоровья и жизни людей, как последствия подъема уровня моря и экстремально низких температур, сделано в национальных планах адаптации, соответственно, Дании и Финляндии [8].

Адаптация населения российских мегаполисов к последствиям изменений климата (на примере волн жары). Одной из наиболее актуальных задач в рамках адаптации населения к изменениям климата, особенно в крупных городах, является разработка мероприятий и мер защиты от волн жары, что можно проиллюстрировать на примере мер, разработанных в Москве после известной масштабной волны жары летом 2010 г., ставшей причиной значительного всплеска смертности. Специалистами Национального медицинского центра кардиологии Минздрава РФ на основании серии клинико-эпидемиологических исследований была разработана система комплексной профилактики осложнений сердечно-сосудистых заболеваний. Даже короткие волны жары продолжительностью три-пять дней, без которых практически не обходится ни одно московское лето, приводят к увеличению числа осложнений у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями в 4,5 раза [9].

Представленный обзор оценок влияния изменений климата на здоровье населения и международного опыта выработки мер по адаптации к указанным изменениям свидетельствует как о высокой актуальности, так и о комплексности задач формирования эффективных стратегий адаптации; их неразрывной связи с общей стратегией социально-экономического развития страны, региона, города. Первостепенную важность в российских городах, особенно крупных промышленных центрах, имеет задача снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха. Однако для ее решения требуется обеспечить труднодостижимый баланс между улучшением качества окружающей среды в городах и сохранением промышленного потенциала,

недопущением резкого сокращения объемов промышленного выпуска, что создаст риски потери рабочих мест и снижения доходов населения. Не говоря уже о том, что сокращение выпуска товаров и услуг, нарушение производственных процессов оказывает негативное воздействие на экономику в целом, поскольку нарушает устойчивость и непрерывность производственно-технологических процессов и логистических цепочек и циклов, что влечет косвенные потери (потери второго и последующих порядков). Снижение производства и доходов сужает потенциал финансирования мероприятий по защите окружающей среды и здоровья человека от вредных эмиссий, а также адаптационных мер [10].

Значительная часть этих мер должна иметь профилактическую направленность и должна разрабатываться, исходя, во-первых, из социальной специфики конкретной территории (например, доли групп риска в населении, размещения и качества медицинских учреждений и т.д.); во-вторых, из климатических особенностей территории, сценариев изменения климата.

Таким образом, адаптация населения к изменениям климата – многоступенчатый процесс, направленный не только на минимизацию рисков, защиту населения от чрезвычайных ситуаций, но и включающий комплекс мер по модернизации инфраструктуры, внедрению передовых практик и стандартов развития городской среды, в конечном счете способствующий повышению качества жизни и увеличению человеческого капитала всего общества.

#### Список литературы

1. Биоритмы. Влияние временных параметров на организм человека [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е. Л. Горшенина; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. безопасности жизнедеятельности. - Оренбург : ОГУ, 2024. - 25 с- Загл. с тит. экрана.

2. Горшенина, Е. Л. Риски природных катастроф и стратегии снижения уязвимости для населения [Электронный ресурс] / Е. Л. Горшенина, Т. А. Ратиева, М. А. Трищечкина // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф., Оренбург, 26 нояб. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; под ред. В. П. Петрищева, А. Л. Воробьева. - Оренбург : ОГУ, 2025. - . - С. 136-142. . - 7 с. Электронный источник

3. IPCC, 2021: Summary for Policymakers // In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte V., Zhai P., Pirani A., Connors S.L., Péan C., Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., Gomis M.I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J.B.R., Maycock T.K., Waterfield TYelekçi. O., Yu R., Zhou B. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Pp. 3-32.

4. IPCC, 2022: Summary for Policymakers In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution S. of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pörtner H.-O., Roberts D.C., Poloczanska E.S., Mintenbeck K., Tignor M., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Lösschke V., Möller A. Okem (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

5. IPCC, 2022: Summary for Policymakers // In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Shukla P.R., Skea J., Slade R., Khourdajie A. Al, van Diemen R., McCollum D., Pathak M., Some S., Vyas P., Fradera R., Belkacemi M., Hasija A., Lisboa G., Luz S., Malley J., (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. In Press.

6. Mora C. et al. Global risk of deadly heat // Nature Climate Change. 2017. Vol. 7. P. 501.

7. Trust for America's Health (TFAH), The Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Climate change & health: Assessing State Preparedness. 2021. 140 p.

8. EPA Mental health and our changing climate: Impacts, inequalities, responses. 2021. 88 p.

9. Romanello M., McGushin A. et al. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. Lancet. 2021. Vol. 398. Pp. 161-1662.

10. Henderson S.B., McLean K. E., Lee. Michael J., Kosatsky T. Analysis of community deaths during the catastrophic 2021 heat dome Early evidence to inform the public health response during subsequent events in greater Vancouver, Canada. Environmental Epidemiology: February 2022. Issue 1. Art. e189. doi: 10.1097/EE9.0000000000000189.

## **БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

**Глуховская М.Ю., канд. техн. наук, доцент, Орлов В.В.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Современные экологические вызовы требуют применения передовых технологий для наблюдения, анализа и быстрого реагирования. Среди них особое место занимают беспилотные летательные аппараты, или дроны, превратившиеся из высокотехнологичной новинки в незаменимый инструмент для экологов, ученых и природоохранных организаций.

Традиционные методы мониторинга, такие как спутниковые снимки или наземные исследования, часто имеют ограничения. Спутники зависят от погодных условий и могут иметь недостаточное разрешение для детального анализа. Наземные же работы трудоемки, медленны и, как правило, опасны для человека в труднодоступных локациях. Беспилотники же эффективно заполняют этот пробел, предлагая мобильность, высокую детализацию и относительную дешевизну сбора данных.

Ключевые направления применения дронов в экологии разнообразны. Прежде всего, это мониторинг состояния атмосферы. Оборудованные компактными газоанализаторами и лидарами, беспилотники могут оперативно выявлять источники выбросов, составлять трехмерные карты распространения загрязняющих веществ над промышленными зонами или городами и отслеживать утечки метана на полигонах и трубопроводах.

Второе критически важное направление контроль водных объектов. Мультиспектральные и гиперспектральные камеры на дронах позволяют оценивать степень загрязнения водоемов, фиксировать цветение токсичных водорослей, выявлять разливы нефтепродуктов и отслеживать динамику береговой эрозии. Это позволяет быстро принимать меры по ликвидации последствий загрязнений разного типа.

Особая роль отводится дронам в охране лесов и биоразнообразия. С помощью аэрофотосъемки можно оперативно обнаруживать очаги лесных пожаров на ранних стадиях, оценивать масштабы повреждений после них, выявлять незаконные вырубки и картографировать состояние лесных массивов. Орнитологи используют тихие мультикоптеры для наблюдения за гнездящимися птицами, а в заповедниках с их помощью ведут учет численности крупных животных, сводя к минимуму фактор беспокойства.

К очевидным преимуществам данной технологии относят оперативность развертывания, доступность сложных территорий, высокое пространственное разрешение получаемых данных и возможность регулярного мониторинга по заданному маршруту. Снижаются риски для персонала, а совокупная стоимость

работ (затрат) часто оказывается ниже, чем при использовании пилотируемой авиации.

Однако существуют и определенные препятствия. Это законодательные ограничения на полеты, особенно над охраняемыми территориями или вблизи населенных пунктов, зависимость от погодных условий, таких как сильный ветер или дождь, а также пока еще ограниченная продолжительность полета большинства серийных моделей. Но Министерство транспорта России определило перечень зон полетов беспилотных летательных судов (Приказ вступил в силу 1 сентября 2024 года и действует до 1 ноября 2026 года) [1].

Вместе с тем экономическими мерами государство стимулирует ввоз БПЛА весом от 150 грамм до 30 кг из-за рубежа. Так, не подлежит налогообложению НДС ввоз «двигателей, запасных частей и комплектующих изделий, предназначенных для строительства, ремонта и (или) модернизации на территории Российской Федерации беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, а также печатных изданий, опытных образцов и (или) их составных частей, необходимых для разработки, создания и (или) испытания указанных в настоящем подпункте беспилотных гражданских воздушных судов и (или) двигателей» [2].

Будущее экологического мониторинга ведущими учеными в этой сфере представляется в интеграции данных от беспилотников с информацией со спутников и наземных датчиков в единые цифровые платформы. Развитие искусственного интеллекта для автоматического анализа изображений позволит в реальном времени выявлять аномалии, будь то начинающийся пожар или несанкционированная свалка.

Таким образом, беспилотные технологии открывают новую страницу в экологическом контроле. Они предоставляют точный, своевременный и объективный инструмент для защиты окружающей среды, способствуя переходу от реагирования на последствия к системе превентивного управления и устойчивого развития.

В рамках Оренбургской области, рациональнее использовать дроны самолетного типа аналогичные дрону ВКС – «Орион», например его экспортную версию «Орион-Э», производства компании «Кроншатт», так как его оборудование позволяет получать четкую картинку на расстоянии 4,5 км и оперативные данные в радиусе 200 км от пульта оператора. Помимо этого, дрон может нести 250 кг полезной нагрузки в течение 24 часов, что позволяет совершенствовать оптический комплекс для доработки его комплектующих к задачам выполняемым «Орионом» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример обзора БПЛА ночью от третьего лица

Пример обзора дрона в дневное время суток представлен на рисунке 2. А его основные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики БПЛА «Орион-Э» [3]

<b>Габариты, м</b>	
Размах крыла	16
Высота	3
Длина	8
<b>Масса, кг</b>	
Максимальная взлётная	1 150
Максимальная целевой (полезной) нагрузки	250
<b>Скорость, км/ч</b>	
Крейсерская	200
Максимальная высота полёта, м	не менее 7 000
Продолжительность полёта: - максимальная, ч - со стандартной целевой нагрузкой, ч	не менее 30 не менее 24
<b>Радиус применения:</b>	
в прямой радиовидимости от РМ, км	Не менее 200
с использованием спутниковой радиосвязи (SATCOM), км	не ограничен

Использование дрона такого типа помимо положительных аспектов для экологического мониторинга имеет и определенные риски, связанные с использованием ИИ для обработки полученных данных. Они носят технический, этический, правовой и социальный характер. Их обязательно следует учитывать при применении БПЛА с ИИ на практике.



Рисунок 2 – Пример обзора БПЛА днём от третьего лица

Таким образом, внедряя новые технические возможности для экологического мониторинга, можно моделировать решение множества проблем, анализировать большие массивы данных, находить неочевидные решения проблем и др. А использование искусственного интеллекта в решении экологических проблем имеет значительный потенциал. Но для максимизации его эффективности следует учитывать этические аспекты, обеспечивать доступность современных технологий и продолжать исследования для долгосрочного понимания их воздействия на окружающую среду.

#### Список литературы

1 Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 08.07.2024 № 236 "Об установлении зон полетов беспилотных воздушных судов" (Зарегистрирован 21.08.2024 № 79226) // Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202408210020>

2 "Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая)" от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 15.12.2025, с изм. от 15.01.2026) // Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/cb7eee5d002075f6e672a265a20635101aa434d0/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/cb7eee5d002075f6e672a265a20635101aa434d0/)

3 Официальный сайт российской высокотехнологичной компании «Кронштадт» // Режим доступа: <https://kronshtadt.ru/>

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Гнездилова Ю.А., Горшенина Е.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Экологическая обстановка в Арктике отличается повышенной уязвимостью. Комбинация экстремальных природных условий и роста промышленного освоения оказывает негативное влияние на местные экосистемы, потенциально ведущее к глобальным последствиям.

Текущие климатические изменения также ведут к геополитическим сдвигам. Открытие новых транспортных маршрутов и ресурсных месторождений в связи с таянием льдов может стать источником дополнительных угроз. Поэтому экологию Арктики следует воспринимать как целостную систему, где регион одновременно испытывает на себе последствия глобального развития и сам становится источником изменений, влияющих на весь мир.

Глобальный характер системы экологической безопасности Арктики доказывает насущную необходимость анализа экологических рисков, воздействия и последствий, их взаимосвязи, а также необходимость пересмотра экологического законодательства.

Фундаментом для устойчивого развития служит арктическая система безопасности. Для её укрепления необходимо развивать кооперацию на межгосударственном уровне, а также с участием транснациональных компаний и исследовательских центров. Примерами такой совместной работы являются Программа мониторинга и оценки Арктики, Защита морской среды Арктики и Проект институционального строительства для коренных народов Северной России (Развитие Севера) [1,2].

Интенсивное хозяйственное освоение Арктики сталкивается с существенными барьерами, обусловленными самой спецификой территории: суровый климат и сложная логистика, недостаток инфраструктуры и высокая стоимость содержания объектов. В перспективе эти факторы будут оказывать всё большее влияние как на рентабельность добычи полезных ископаемых, так и на состояние арктической природы. Это делает их учёт критически важным при формировании стратегий и текущем управлении [3].

Добыча ресурсов в каждой стране ведётся в рамках национального законодательства, экологического надзора и международных договоров, арктические проекты зачастую определяются в первую очередь экономической логикой, а не экологическими приоритетами, даже несмотря на особый статус региона и регулирование со стороны государств. К примеру, во многих юрисдикциях правовые нормы, касающиеся нефтедобычи, возлагают на компании значительную ответственность за контроль безопасности и

минимизацию ущерба окружающей среде, где главным стимулом служит экономическая рациональность. Проще говоря, бизнесу зачастую дешевле вкладываться в превентивные меры, чем нести огромные издержки в случае аварии.

Уникальная уязвимость арктических экосистем выдвигает особые требования к России и другим приполярным государствам в части соблюдения строгих природоохранных норм и внедрения «зелёных» технологий. Однако, как и её соседи по региону, Россия пока не имеет в своём распоряжении полного комплекса таких передовых решений, способных гарантировать сохранность хрупкой среды. Эта ситуация обнажает насущную потребность в углублении международного партнёрства для создания действенной системы экобезопасности.

Существенным барьером на этом пути выступают также политические риски и общая геополитическая обстановка [4, 5]. Современные политические тренды, напротив, затрудняют укрепление совместной работы. Наглядной иллюстрацией служат ограничения на экспорт в Россию современного оборудования и технологий для освоения арктического шельфа, чья недостаточность потенциально способна привести к крупным экологическим инцидентам. Таким образом, дефицит необходимых технологий и недостаточное внимание к экологическому фактору неизбежно грозят серьёзными негативными последствиями в мировом масштабе.

Экологические риски, связанные с арктическим регионом РФ, можно разделить на три группы: природно-экологические, техно-экологические и социально-экологические.

Разнообразие и глобальный характер экологических рисков выявляют их тесную взаимосвязь с экономической и социальной сферами развития Арктического региона, что, в свою очередь, доказывает насущную необходимость развития такой системы экологической безопасности, которая учитывала бы специфику Арктического региона и способствовала бы его устойчивому развитию в глобальном масштабе. Этот факт подтверждают следующие инициативы: «Декларация об охране окружающей среды и сохранении биологического разнообразия при разведке и разработке минеральных ресурсов арктического континентального шельфа в Российской Федерации» (Роснефть в сотрудничестве с деловыми партнерами: ExxonMobil, Statoil, Eni); Создание комитета по охране здоровья, безопасности и окружающей среде при разведочных работах в Карском море (Роснефть в сотрудничестве с ExxonMobil); создание Российского центра развития Арктики на Белом острове (по инициативе властей Ямало-Ненецкого автономного округа); Стратегическая программа действий по защите окружающей среды Российской Арктики [6].

Однако, несмотря на вышеупомянутые инициативы, это лишь начало довольно длительного процесса. Недостаточность и фрагментация данных исследований, касающихся воздействия экологических рисков, а также

анализируемые ограничения препятствуют минимизации негативного воздействия на окружающую среду Арктики.

Для повышения эффективности комплексной системы экологической безопасности следует предпринять следующие действия:

1 Создание исследовательской базы данных, касающейся потенциальных рисков, воздействия и последствий;

2 Разработка экологических стандартов, которые четко регулировали бы деятельность, осуществляемую в арктическом регионе;

3 Активное сотрудничество правительства и компаний в области охраны окружающей среды в Арктике;

4 Содействие международному сотрудничеству в развитии системы экологической безопасности, включая разработку единых критериев правового регулирования охраны окружающей среды в Арктике.

Правовой механизм обеспечения экологической безопасности в России представлен рядом нормативно-правовых актов, включая Конституцию Российской Федерации, Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (10 января 2002 г. № 7-ФЗ), Указ Президента Российской Федерации «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации до 2025 года» (19 апреля 2017 г. № 176) [3,7,8,9].

Охрана окружающей среды Арктики должна быть представлена дополнительными запретами и ограничениями на антропогенную деятельность. Эти меры необходимы ввиду уникальных эколого-правовых свойств Арктики - ее наднационального значения, медленных природных процессов, сниженной поглощающей способности природных объектов и изменения климата.

Исходя из масштаба экологических проблем Арктики, выявленных в результате анализа экологических рисков, можно сделать вывод, что современная политика в области экологической безопасности вряд ли может гарантировать устойчивое развитие арктического региона Российской Федерации. Отсутствие системного подхода и комплексного анализа экологических рисков препятствует разработке стратегий по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и снижению зависимости арктических проектов от их экономической целесообразности.

Несмотря на растущее число проектов по охране окружающей среды, масштабы планируемой в арктическом регионе РФ деятельности по разработке и производству также указывают на поворот в сторону экологических вопросов. Для решения этой проблемы была разработана комплексная система экологической безопасности, учитывающая негативные последствия рисков не только на этапе разработки стратегии, но и в ходе реализации проектов. Анализ рисков, являющийся неотъемлемой частью предлагаемой системы, имеет большое значение, поскольку позволяет выявлять конкретные источники опасности и прогнозировать их потенциальный ущерб, обеспечивая устойчивое развитие арктического региона в пределах допустимых уровней риска.

## Список литературы

- 1 Arctic Pollution 2011 Arctic Monitoring and Assessment Programme (Oslo) p. 50.
- 2 The Arctic Council Regional Programme of Action for the Protection of the Arctic Marine Environment from Land-based Activities (RPA) 2009, p. 15
- 3 Johnston P 2012 Arctic Energy Resources: Security and Environmental implications *Journal of Strategic Security* vol 5 No. 3 13-32.
- 4 Bolsunovskaya Y A, Boyarko G Yu and Bolsunovskaya L M 2014 Political risks of hydrocarbon deposit development in the Arctic seas of the Russian Federation *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* vol 21 1-6.
- 5 Sentsov A, Bolsunovskaya Y and Bolsunovskaya L 2014 Effective Planning of the Future of the Arctic *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* vol 21 1-6.
- 6 Strategic Action Programme for Protection of the Russian Arctic Environment 2009 Ministry for Economic Development of the Russian Federation on a basis of the materials of the UNEP/GEF Project «Russian Federation – Support to the National Programme of Action for the Protection of the Arctic Marine Environment» p. 26.
- 7 Russian Federation 1993 *Constitution of the Russian Federation* (December 12, 1993) (Moscow, Russia).
- 8 Russian Federation 2002 *On the environmental protection* (January 10, 2002 No. 7) (Moscow, Russia).
- 9 Presidential Executive Office 2017 Decree “On the environmental security strategy of the Russian Federation for the period up to 2025” (April 19, 2017 No.176) (Moscow, Russia: Administration of the President of the Russian Federation Printing Office).

# ПРИНЦИПЫ ГОЛОГРАФИИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Говорухина А.В.<sup>1</sup>, Пискарёва Т.И.<sup>2</sup>, канд. техн. наук  
<sup>1</sup>«Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет)

имени И.М. Губкина в г. Оренбурге»

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время нефтегазовая отрасль будучи одной из основ мировой экономики, постоянно находится в поиске новых решений для повышения эффективности, безопасности и минимизации воздействия на окружающую среду. Одним из таких решений является голография. Традиционно она ассоциируется с объёмными изображениями, но принципы голографии открывают возможность её использования в нефтегазовой отрасли. Способность голографии – детально фиксировать и восстанавливать информацию о пространственных характеристиках объектов делает её мощным инструментом для диагностики, моделирования и контроля.

Голография – это метод регистрации информации, который позволяет создавать трехмерные изображения объектов. Этот процесс основывается на интерференции и дифракции световых волн. Результатом голографии является голограмма, которая содержит информацию не только об амплитуде, но и о фазе световых волн, отраженных от объекта, что позволяет воссоздать его объёмное изображение.

Голография и традиционные фотографии имеют значительные различия, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики голографии и фотографий

Характеристики	Голография	Традиционные фотографии
Воспроизведение	Трёхмерное изображение	Двумерное изображение
Требования к свету	Когерентный свет (лазер)	Обычный свет
Информационное содержание	Содержит полную информацию об объекте, включая объём	Ограничено
Оттенки яркости	Свыше миллиона оттенков	Не более сотни
Угол обзора	Способен меняться, позволяя видеть объект с разных сторон	Фиксированный
Чувствительность к повреждениям	Частичное повреждение голограммы не приводит к полной потере информации	Высокая

В то время как традиционная фотография фиксирует только интенсивность света, создавая плоское изображение, голограмма, напротив, записывает и интенсивность, и фазу световых волн. Это позволяет воссоздать объёмное изображение, доступное для просмотра с разных ракурсов.

Основа голографии – интерференция, явление сложения двух или более когерентных волн, это приводит к тому, что результирующая волна становится либо более интенсивной (усиление), либо менее интенсивной (ослабление). В контексте голографии, интерференция возникает при взаимодействии опорного (reference beam) светового пучка с предметным (object beam) пучком, несущим информацию об объекте. Полученная интерференционная картина затем фиксируется на фоточувствительном носителе [1].

При освещении голограммы опорным светом, происходит дифракция на её интерференционной структуре. Это приводит к тому, что воссоздаётся волновой фронт, точно имитирующий тот, что был отражен от первоначального объекта, и в итоге формируется объёмное изображение.

Когерентность является необходимым условием для создания голограммы. Когерентность света характеризуется идентичностью частоты и фазы всех составляющих его волн. В голографических системах наиболее распространенными источниками когерентного света являются лазеры (рисунок 1).

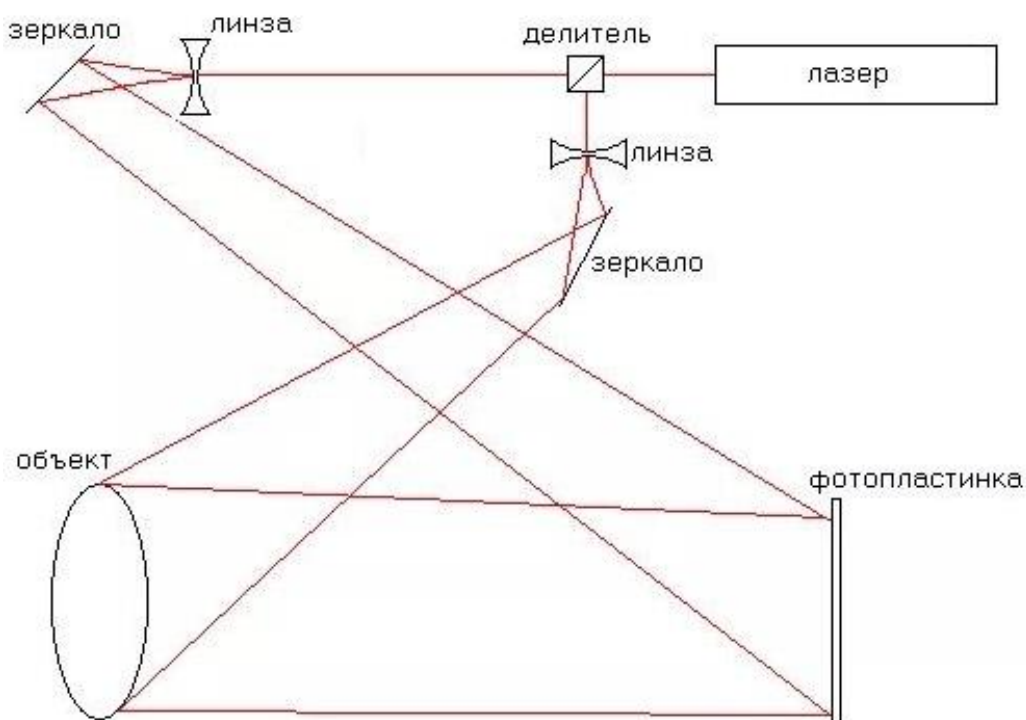


Рисунок 1 – Схема голографической установки

К основным типам голограмм относятся такие, как:

✓ трансмиссионные голограммы (источник света располагается позади голограммы, свет проходит через голографическую пластину, и трехмерное изображение появляется на противоположной стороне пластины);

✓ отражательные голограммы (записи интерференционной картины, в которых объектная и опорная волны падают на регистрирующую среду с разных сторон. Данные голограммы могут быть воспроизведены при освещении пучком обычного белого света);

✓ радужные голограммы (тип трансмиссионных голограмм, у которых цветовая палитра динамична и зависит от угла обзора. Они являются популярным решением для обеспечения безопасности кредитных карт и других защитных элементов);

✓ объёмные голограммы (благодаря толстому слою светочувствительного материала, запись данных осуществляется в объёме);

✓ компьютерные голограммы (генерируются с помощью компьютера и воспроизводятся с использованием пространственных модуляторов света).

Основные этапы создания голограмм представлены на рисунке 2.

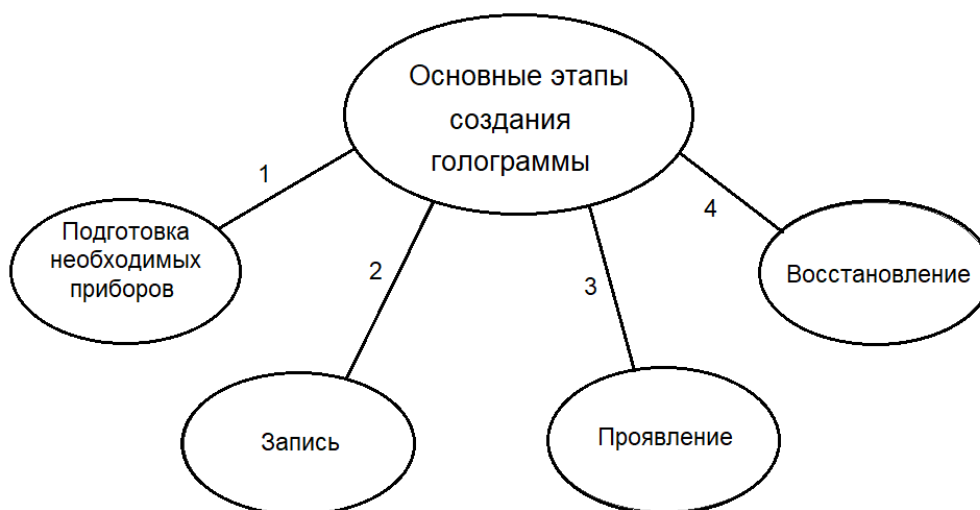


Рисунок 2 – Основные этапы создания голограммы

Применение голографии в нефтегазовой отрасли позволяет оптимизировать процессы, прогнозировать изменения и минимизировать риски.

*Геологоразведка:* цифровые двойники, реализованные с помощью голографии, интегрируют данные из различных источников: сейсмических исследований, данных ГИС, кернового материала, лабораторных анализов и спутниковых снимков. Разработанная ими геологическая модель объекта обладает высокой достоверностью, что дает возможность детально описать его нынешнее положение и спрогнозировать будущие изменения [2].

*Голографическая интерферометрия:* этот метод обнаруживает мельчайшие деформации, напряжения и скрытые дефекты в стенках трубопроводов. Анализ изменения интерференционной картины под нагрузкой или при перепадах давления позволяет с высокой точностью локализовать

проблемные зоны (трещины, коррозию, усталостные повреждения) без необходимости физического вскрытия.

*Акустическая голография:* данная технология применяется для дефектоскопии нефтегазовых трубопроводов. Она позволяет выявлять утечки газов (в том числе сжатого воздуха) путём создания карты звуковой интенсивности с цветовой схемой, показывающей распространение шумов. Утечки визуализируются в виде цветных пятен на экране оператора, что способствует предотвращению возникновения нештатных ситуаций [3].

*Экологический контроль:* с помощью камер оптической визуализации газа (qOGI) можно обнаружить и зафиксировать невидимые глазу газовые выбросы. Эти устройства дают возможность точно определить объёмы утечек углеводородов и летучих органических соединений [5].

*Голографические тренажеры:* разработка реалистичных трехмерных моделей для отработки навыков операторов в управлении оборудованием, соблюдении правил безопасности и действиях при возникновении аварийных ситуаций.

Голографические принципы могут быть использованы для значительного улучшения систем мониторинга и диагностики, предоставляя пользователям интуитивно понятную трехмерную визуализацию данных, поступающих с датчиков; для разработки голографических материалов, используемых для управления светом и придания ему уникальных оптических свойств, применимых в оптических системах контроля [4].

Применение голографических решений позволяет эффективно визуализировать данные о потенциальных рисках и проводить диагностику в реальном времени во время эксплуатации, снижать размеры и стоимость голографических систем, что делает их более доступными для широкого применения в полевых условиях.

Голографические технологии открывают перед нефтегазовой отраслью новые перспективы, способствуя повышению уровня безопасности, оптимизации производственных процессов и увеличению добычи. Реализация этого потенциала сулит значительные экономические преимущества и улучшение условий труда. Голографические технологии могут стать важным инструментом современного управления и контроля в нефтегазовом секторе, способствуя его развитию и внедрению инноваций.

#### Список литературы

1. Хорохоров, А.М. Интерференция и дифракция частично когерентного света учебное пособие / А. М. Хорохоров. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 60 с. – ISBN 978-5-7038-4851-7.
2. Титова, Е.А., Кузнецов И.В. Голографические методы контроля в нефтегазовой отрасли / Е.А. Титова, И.В. Кузнецов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – №6.
3. Кравченко, А.В. Современные технологии в нефтегазовой отрасли / А.В. Кравченко – Санкт-Петербург., 2019.

4. Куликов, Н.А., Соловьёв, Е.В. Технологии голографии в нефтегазовой отрасли / Н.А. Куликов, Е.В. Соловьёв // Технологии и наука. – 2019.
5. Громов, А.С. Использование голографии для диагностики нефтяных месторождений / Громов А.С. // Нефтехимия. – 2021.

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАДАСТРОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ: ДОПУСТИМЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНИЦ**

**Грухина В.А., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Точность определения границ земельных участков является важной составляющей при проведении кадастровых работ. Она влияет на эффективность управления земельными ресурсами, правовую защищенность собственников и предотвращение земельных споров. Рассматривая ключевые различия в подходах к нормированию точности можно сравнить свод правил СП 11 – 104 – 97 (который в настоящее время утратил силу) и современные нормы, установленные Приказом № П/0393, которые должны соответствовать требованиям Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» № 218 – ФЗ.

В свое время свод правил по инженерно – геодезическим изысканиям для строительства (СП 11 –104 – 97) задавал общие требования к точности топографо – геодезических работ. Так, например, предельная погрешность (предельная ошибка) взаимного планового положения смежных пунктов опорной геодезической сети после ее уравнивания не должна превышать 5 см. Средние погрешности положения пунктов (точек) плановой съемочной геодезической сети, в том числе плановых опорных точек (контрольных пунктов), относительно пунктов опорной геодезической сети не должны превышать 0,1 мм в масштабе плана на открытой местности и на застроенной территории, а на местности, закрытой древесной и кустарниковой растительностью, — 0,15 мм [2].

Сводом правил устанавливалась лишь точность в масштабе карты, ставился акцент на технологию съемки, не опираясь на значимость границ и кадастровый учет.

Новые нормы устанавливают точность измерений по формулам, которые зависят от методов и средств измерений, а также от категории земель. Среднеквадратические погрешности должны быть зафиксированы в межевом плане с указанием метода измерений и исходных данных.

Так, приказом от 23 октября 2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места» утверждены требования к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требования к точности и

методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке [1].

Местоположение границ земельного участка устанавливается посредством определения координат характерных точек таких границ, то есть точек изменения описания границ земельного участка и деления их на части.

Характерные точки границ земельных участков, определенные геодезическим методом, методом спутниковых геодезических измерений (определений) или комбинированным методом, закрепляются межевыми или иными знаками, в случае если это предусмотрено договором подряда на выполнение кадастровых работ или иным документом, на основании которого выполняются кадастровые работы. Сведения о закреплении характерных точек границ земельных участков отражаются в межевом плане. Для оценки точности определения координат (местоположения) характерной точки рассчитывается средняя квадратическая погрешность.

Средняя квадратическая погрешность определения координат характерной точки вычисляется по формуле:

$$M_t = \sqrt{m_0^2 + m_1^2},$$

где  $M_t$  - средняя квадратическая погрешность определения координат характерной точки относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети или геодезической сети специального назначения;

$m_0$  - средняя квадратическая погрешность определения координат точки съемочного обоснования относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети или геодезической сети специального назначения;

$m_1$  - средняя квадратическая погрешность определения координат характерной точки относительно точки съемочного обоснования, с которой производилось ее определение.

Фактическая величина средней квадратической погрешности определения координат характерной точки границы земельного участка не должна превышать значения точности (средней квадратической погрешности) определения координат характерных точек границ земельных участков.

Значения точности (средней квадратической погрешности) определения координат характерных точек границ земельных участков представлены для следующих категорий земель:

1. Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов – 0,10 м;
2. Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства – 0,20 м;
3. Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения (за исключением земельных участков, указанных в пункте 2) – 2,50 м;

4. Земельные участки, отнесенные к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям для обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения – 0,50 м;

5. Земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов – 2,50 м;

6. Земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса – 5,00 м;

7. Земельные участки, не указанные в пунктах 1 – 6 – 2,50 м.

Современными нормами устанавливаются требования не только к измерениям, но и к документальным обоснованиям их точности, к значениям точности определения координат характерных точек границ земельных участков для категорий земель, а также к применению новых методик расчетов и современных технологий. Все сведения вносятся в межевой план, который регулируется Федеральным законом «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ [3].

Таким образом, переход от старых правил в допустимых погрешностях к новым нормам и требованиям к точности определения координат характерных точек привело к более достоверным подходам в измерениях. Новая система позволяет разграничивать требования в зависимости от назначения земель, создать основу для дальнейшего внедрения цифровых технологий в кадастровый учет, минимизировать спорные ситуации при земельных конфликтах, а межевой план становится полноценным доказательством в судебных спорах.

#### Список литературы

1. Приказ Росреестра от 23.10.2020 № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места». [Электронный ресурс]. Режим доступа:

[https://rkc56.ru/attach/orenburg/Img/news/2020/Prikaz-Rosreestra-ot-23.10.2020-N-P\\_0393.pdf](https://rkc56.ru/attach/orenburg/Img/news/2020/Prikaz-Rosreestra-ot-23.10.2020-N-P_0393.pdf) (дата обращения: 10.01.2026)

2. Инженерно – геодезические изыскания для строительства СП 11 – 104 – 97. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs/Gosstroy\\_RF/SP-11-104-97-Inzhenerno-geodezicheskie-iziskaniya-dlya-stroitelstva.-Svod-pravil..pdf](https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs/Gosstroy_RF/SP-11-104-97-Inzhenerno-geodezicheskie-iziskaniya-dlya-stroitelstva.-Svod-pravil..pdf) (дата обращения: 10.01.2026)

3. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. Режим доступа:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 10.01.2026)

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Денискин Н.С., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Современная кадастровая деятельность представляет собой сложный комплекс инженерно-геодезических и правовых работ, направленных на формирование достоверных сведений об объектах недвижимости. Основой таких сведений являются координаты характерных точек границ земельных участков и контуров объектов капитального строительства, получаемые в результате измерений на местности.

Точность и достоверность геодезических измерений напрямую зависят от технического состояния применяемых средств измерений. Использование приборов с нарушенными метрологическими характеристиками может привести к значительным ошибкам в определении координат, что влечёт за собой наложение границ, возникновение кадастровых ошибок и судебных споров [1].

В этой связи особую роль играет метрологический контроль измерительных приборов, включающий их обязательную поверку, калибровку и контроль технического состояния.

Метрологическое обеспечение кадастровой деятельности в Российской Федерации регламентируется рядом нормативных правовых актов. Базовым документом является Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», который устанавливает обязательность применения поверенных средств измерений при выполнении работ, результаты которых используются в сфере государственного регулирования [2].

Дополнительно применяются:

- федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [3];
- приказы Росреестра, устанавливающие требования к точности определения координат;
- государственные стандарты (ГОСТ) на геодезические приборы и методики их поверки [4].

Согласно действующим требованиям, электронные тахеометры и GNSS-приёмники относятся к средствам измерений, подлежащим обязательной периодической поверке в аккредитованных метрологических лабораториях [5].

Метрологический контроль представляет собой систему организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений. В кадастровой деятельности основными задачами метрологического контроля являются:

- подтверждение соответствия средств измерений установленным метрологическим характеристикам;
- предотвращение использования неисправных или не поверенных приборов;
- обеспечение правовой значимости результатов кадастровых работ [6].

Метрологический контроль включает в себя первичную, периодическую и внеочередную поверку приборов, а также контроль условий их эксплуатации.

Электронные тахеометры широко применяются при выполнении топографо-геодезических и кадастровых работ. Они предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов, а также расстояний до точек местности.

К основным метрологическим характеристикам электронных тахеометров относятся:

- средняя квадратическая погрешность измерения углов;
- погрешность измерения расстояний;
- точность центрирования;
- коллимационная ошибка и ошибка вертикального круга [7].

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики электронных тахеометров

<b>Характеристика</b>	<b>Нормируемое значение</b>
Погрешность угловых измерений	$\pm 1'' - \pm 5''$
Погрешность линейных измерений	$\pm(1-3)$ мм
Ошибка визирной оси	не более $\pm 10''$

Поверка электронных тахеометров проводится с целью подтверждения их соответствия установленным требованиям. Она включает следующие этапы:

- 1) внешний осмотр прибора;
- 2) проверку комплектности и работоспособности;
- 3) измерения на эталонных базисах и угломерных устройствах;
- 4) обработку результатов и оформление свидетельства о поверке [8].

Спутниковые геодезические GNSS-приёмники используются для определения координат точек в государственной системе координат с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем.

Метрологический контроль GNSS-приёмников отличается от контроля традиционных геодезических приборов. Основное внимание уделяется оценке точности определения координат в плановом и высотном положении.

Контролируемыми параметрами являются:

- средняя квадратическая ошибка (СКО) координат;

- стабильность приёма спутниковых сигналов;
- корректность работы программного обеспечения.

Поверка GNSS-приёмников осуществляется на специальных опорных пунктах с известными координатами. Полученные в результате наблюдений координаты сравниваются с эталонными значениями.

Таблица 2 – Допустимые значения погрешностей GNSS-измерений

Параметр	Допустимое значение
СКО планового положения	$\leq 0,03$ м
СКО по высоте	$\leq 0,05$ м

Использование поверенных средств измерений является обязательным условием выполнения кадастровых работ. Результаты измерений, полученные с применением неповеренных приборов, могут быть признаны недействительными.

Регулярный метрологический контроль позволяет:

- повысить точность координатных определений;
- снизить количество кадастровых ошибок;
- обеспечить доверие к сведениям ЕГРН.

Метрологический контроль измерительных приборов является неотъемлемой частью кадастровой деятельности и необходимым условием получения достоверных результатов геодезических измерений. Применение поверенных электронных тахеометров и GNSS-приёмников позволяет обеспечить требуемую точность определения координат характерных точек объектов недвижимости и соответствие выполняемых работ установленным нормативным требованиям. Проведение регулярной поверки средств измерений способствует своевременному выявлению отклонений метрологических характеристик приборов, снижению вероятности возникновения систематических и случайных ошибок, а также повышению качества кадастровых данных. Использование неповеренного или технически неисправного оборудования может привести к искажению результатов измерений, возникновению кадастровых ошибок и последующим правовым спорам. Соблюдение требований метрологического законодательства и нормативно-технической документации обеспечивает юридическую значимость результатов кадастровых работ и их принятие органами государственного кадастрового учёта и регистрации прав. В условиях активного внедрения современных измерительных технологий и спутниковых систем навигации значение метрологического контроля возрастает, что требует от специалистов в области кадастра системного подхода к эксплуатации и своевременной поверке измерительных приборов.

## Список литературы

1. Варламов, А.А. Кадастровая деятельность : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры» / А.А. Варламов, С.А. Гальченко, Е.И. Аврунев – 2-е изд., доп. – Москва : Форум, 2016. – 279 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://djvu.online/file/YBc61ETSQnpVS?ysclid=mkcxeh0c75102253034> (дата обращения: 10.01.2026)
2. Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (ред. действующая) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2008. – № 26. – Ст. 3021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=490078/> (дата обращения: 10.01.2026)
3. Федеральный закон Российской Федерации от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» (ред. действующая) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2015. – № 29 (ч. I). – Ст. 4344. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661) (дата обращения: 10.01.2026)
4. ГОСТ Р 8.563–2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) выполнения измерений. – Введ. 2011-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 21 с. Режим доступа: <https://ural.rosavtodor.gov.ru/storage/app/uploads/public/5a3/cc9/06d/5a3cc906d04e2478024854.pdf> (дата обращения: 10.01.2026)
5. ГОСТ Р 51872–2019. Документация исполнительная геодезическая. – Введ. 2019-09-01. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 38 с. Режим доступа: <http://stroiznania.ru/data/documents/GOST-R-51872-2019-Ispolnitelnaya-geodezicheskaya-dokumentaciya-2019.pdf> (дата обращения: 10.01.2026)
6. Приказ Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2015. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71082810/> (дата обращения: 10.01.2026)
7. Герасимова, Е.Б. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Е.Б. Герасимова, Б.И. Герасимов. – Москва : Издательский центр «Форум», 2010. – 226 с. Режим доступа: <https://djvu.online/file/BbO8DzxHyDmxI> (дата обращения: 10.01.2026)
8. МП 2511-0011-2021. Государственная система обеспечения единства измерений. Тахеометры электронные. – Санкт-Петербург, 2018. – 10 с. Режим доступа: [https://www.geokzn.ru/upload/iblock/7ec/4it8atspqw2vq92p5gb4gn4fh45gfsmj/mp\\_84616\\_22.pdf](https://www.geokzn.ru/upload/iblock/7ec/4it8atspqw2vq92p5gb4gn4fh45gfsmj/mp_84616_22.pdf) (дата обращения: 10.01.2026)

# **ЭКОТОКСИГЕНЕТИКА В СИСТЕМЕ «ПОЛЛЮТАНТ - ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ»: ИМПЕРАТИВ НОВОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Ескенди́ров А.А., Евсти́феева Т.А., канд. с.-х. наук**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

Современный этап развития цивилизации характеризуется беспрецедентным антропогенным воздействием на окружающую среду. Ежегодно в биосферу поступают миллионы тонн различных химических веществ, многие из которых обладают токсическими и мутагенными свойствами [1]. В условиях нарастающего экологического кризиса традиционные методы оценки воздействия загрязнителей на живые организмы оказываются недостаточными для адекватного прогнозирования долгосрочных последствий загрязнения окружающей среды. Экотоксигенетика как относительно новое междисциплинарное направление на стыке экологии, токсикологии и генетики предоставляет уникальные возможности для изучения молекулярных механизмов взаимодействия в системе «экологический поллютант - живой организм» [2]. Данное научное направление позволяет не только выявлять генетические повреждения, вызванные воздействием ксенобиотиков, но и прогнозировать отдаленные последствия для популяций и экосистем в целом.

Современные исследования в области экотоксигенетики активно изучают явление адаптивного ответа организмов на воздействие низких доз мутагенов. Установлено, что предварительное воздействие малых доз некоторых генотоксических агентов может индуцировать защитные механизмы, снижающие чувствительность к последующему воздействию более высоких доз тех же или других мутагенов. Данный феномен имеет важное значение для понимания закономерностей формирования устойчивости популяций к хроническому загрязнению окружающей среды.

Экотоксигенетика базируется на понимании того, что генетический материал клеток является критической мишенью для многих поллютантов. Воздействие мутагенных факторов окружающей среды может приводить к структурным и функциональным изменениям ДНК, включая точечные мутации, хромосомные aberrации, нарушения репарационных процессов и эпигенетические модификации [3]. Особое значение имеет изучение механизмов биотрансформации ксенобиотиков в организме. Многие поллютанты проявляют свою токсичность и генотоксичность не в исходной форме, а после метаболического превращения с участием ферментных систем детоксикации, в частности, системы цитохрома P450 [4]. Полиморфизм генов, кодирующих эти ферменты, определяет индивидуальную и популяционную чувствительность организмов к воздействию загрязнителей.

Современная экотоксигенетика располагает широким арсеналом методов молекулярно-генетического анализа. Цитогенетические методы позволяют выявлять аберрации, микроядра и другие структурные нарушения хромосомного аппарата клеток. Микроядерный тест является одним из наиболее чувствительных и воспроизводимых методов оценки генотоксического воздействия загрязнителей окружающей среды [5].

Молекулярно-генетические методы включают анализ повреждений ДНК с использованием метода ДНК-комет (метод одноклеточного гелелектрофореза), ПЦР-анализ мутаций в конкретных генах, секвенирование ДНК для выявления точечных мутаций. Метод ДНК-комет обеспечивает количественную оценку одно- и двунитевых разрывов ДНК, что особенно важно при мониторинге загрязнения водных экосистем [6].

Транскриптомные и протеомные технологии дают возможность изучать изменения экспрессии генов и синтеза белков в ответ на воздействие токсикантов, что позволяет идентифицировать молекулярные биомаркеры экспозиции и эффекта, критически важные для ранней диагностики неблагоприятных экологических воздействий.

Центральным понятием экотоксигенетики является концепция биомаркеров - измеримых показателей, отражающих взаимодействие организма с поллютантами на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Различают биомаркеры экспозиции, которые свидетельствуют о контакте организма с токсикантом, биомаркеры эффекта, отражающие биологический ответ на воздействие, и биомаркеры чувствительности, характеризующие предрасположенность организма к неблагоприятным эффектам [7]. Генетические биомаркеры включают показатели первичных повреждений ДНК, мутагенных изменений, нарушений репарационных систем и апоптоза. Важнейшими генетическими биомаркерами являются частота хромосомных аберраций, частота микроядер в клетках, уровень разрывов ДНК, активность репаративных ферментов и изменения метилирования ДНК. Использование батареи биомаркеров различных уровней организации позволяет получить интегральную оценку генотоксического воздействия экологических поллютантов и прогнозировать долгосрочные последствия для популяций и экосистем.

Экотоксигенетические исследования находят широкое применение в различных направлениях обеспечения экологической безопасности. В системе экологического мониторинга генетические биомаркеры используются в качестве индикаторов качества окружающей среды, позволяя выявлять загрязнение на ранних стадиях, когда традиционные методы еще не фиксируют значимых изменений [8]. В области оценки экологических рисков экотоксигенетические данные обеспечивают научное обоснование нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ с учетом их генотоксических эффектов, что имеет особое значение для регламентации новых химических веществ, поступающих в окружающую среду. В практике биоиндикации и биотестирования экотоксигенетические методы позволяют

оценивать интегральную токсичность сложных смесей поллютантов, что особенно актуально для урбанизированных территорий и промышленных зон. Использование стандартных тест-организмов (дафнии, дрозофилы, растительные тест-системы) с применением генетических биомаркеров значительно повышает чувствительность и информативность биотестирования [9].

Важным аспектом развития экотоксигенетики является разработка критериев оценки генотоксического риска для различных групп организмов. Современные подходы предполагают использование комплексных систем биотестирования, включающих несколько уровней биологической организации - от молекулярного до популяционного. Особое внимание уделяется стандартизации методов оценки генетических повреждений и разработке единых протоколов проведения экотоксикологических исследований. Это позволяет обеспечить сопоставимость результатов, полученных различными исследовательскими группами, и создать надежную базу данных для оценки экологических рисков на национальном и международном уровнях. Применение стандартизированных тест-систем с использованием генетических биомаркеров существенно повышает объективность экологической экспертизы промышленных проектов и территорий с высокой антропогенной нагрузкой [10].

Особую актуальность в рамках экотоксигенетических исследований приобретает проблема оценки комбинированного действия множественных поллютантов. В реальных условиях живые организмы подвергаются воздействию сложных смесей химических веществ, взаимодействие которых может приводить к синергическим или антагонистическим эффектам. Традиционные подходы к оценке токсичности отдельных веществ не позволяют адекватно прогнозировать последствия воздействия таких смесей. Современные экотоксигенетические исследования направлены на разработку моделей прогнозирования комбинированных эффектов с использованием молекулярных биомаркеров и методов системной биологии. Особое внимание уделяется изучению эффектов низких концентраций поллютантов, которые могут не вызывать видимых морфологических изменений, но приводят к нарушениям на генетическом и молекулярном уровнях, проявляющимся в последующих поколениях.

Развитие методов неинвазивного генетического мониторинга открывает новые возможности для оценки состояния природных популяций без нанесения ущерба исследуемым организмам. Использование образцов, получаемых без умерщвления организмов (буккальный эпителий, перья, шерсть, экскременты), позволяет проводить долгосрочные исследования динамики генетических повреждений в популяциях редких и охраняемых видов. Молекулярно-генетический анализ таких образцов дает возможность оценить уровень генотоксического стресса и разработать природоохранные мероприятия, направленные на минимизацию неблагоприятных воздействий. Этот подход

особенно важен для мониторинга состояния популяций в особо охраняемых природных территориях и зонах экологического бедствия [8].

Дальнейшее развитие экотоксигенетики связано с внедрением высокопроизводительных геномных технологий, позволяющих осуществлять масштабный анализ генетических изменений. Метагеномные подходы открывают возможности для оценки воздействия поллютантов на микробные сообщества, играющие ключевую роль в функционировании экосистем. Перспективным направлением является развитие эпигенетической токсикологии, изучающей наследуемые изменения экспрессии генов, не связанные с изменением нуклеотидной последовательности ДНК. Эпигенетические модификации могут передаваться потомству и обуславливать трансгенерационные эффекты воздействия поллютантов, что имеет фундаментальное значение для понимания долгосрочных экологических последствий загрязнения. Интеграция экотоксигенетических данных в системы экологического моделирования и прогнозирования позволит повысить точность оценки экологических рисков и разработать эффективные стратегии предотвращения неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

Экотоксигенетика представляет собой императив нового этапа развития экологической безопасности, обеспечивая переход от описания токсических эффектов к пониманию молекулярных механизмов взаимодействия в системе «экологический поллютант - живой организм». Применение экотоксигенетических подходов позволяет выявлять ранние, доклинические нарушения на генетическом уровне, что критически важно для профилактики неблагоприятных экологических последствий. Интеграция экотоксигенетических методов в систему экологического мониторинга, оценки рисков и нормирования загрязняющих веществ является необходимым условием обеспечения устойчивого развития и сохранения биологического разнообразия в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на окружающую среду.

#### Список литературы

1. Ревич, Б.А. Экологическая эпидемиология: учебник для высшей школы / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2022. - 416 с.
2. Калаев, В.Н. Экологическая генетика и биомониторинг: учебное пособие / В.Н. Калаев, В.Г. Артюхов, С.С. Карпова. - Воронеж: ВГУ, 2020. - 238 с.
3. Дурнев, А.Д. Генетическая токсикология: учебник / А.Д. Дурнев, С.Б. Середенин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Медицина, 2021. - 412 с.
4. Гичев, Ю.П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни населения России / Ю.П. Гичев, Ю.Ю. Гичев. - Москва: Триада-Х, 2023. - 276 с.

5. Калаев, В.Н. Цитогенетический мониторинг в оценке качества окружающей среды: учебное пособие / В.Н. Калаев, С.С. Карпова, В.Г. Артюхов. - Воронеж: Научная книга, 2019. - 192 с.
6. Куценко, С.А. Основы токсикологии: научно-методическое издание / С.А. Куценко. - 6-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Фолиант, 2021. - 976 с.
7. Захаров, В.М. Здоровье среды: методология оценки / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили. - Москва: Центр экологической политики России, 2020. - 238 с.
8. Шевцова, Н.С. Генетические биомаркеры в экологическом мониторинге / Н.С. Шевцова, Л.П. Шатохина // Гигиена и санитария. - 2023. - Т. 102. - № 3. - С. 234-239.
9. Биотестирование и биоиндикация в охране окружающей среды: учебное пособие / под ред. А.С. Баранова, Н.А. Черных. - Москва: Юрайт, 2022. - 334 с.
10. Евстифеева, Т.А. Экологическая токсикология [Электронный ресурс]: практикум по направлениям подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность и 05.03.06 Экология и природопользование / Т.А. Евстифеева, А.С. Романова. - Оренбург: ОГУ, 2024. - 156 с.

# **БЛЯВИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ И МЕДНОГОРСКИЙ МЕДНО-СЕРНЫЙ КОМБИНАТ: ИТОГИ ОСВОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

**Зиганшина А.Р., Калита А.Д., Черных Н.В.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

*Медноколчеданные месторождения Урала исторически составляют основу отечественной сырьевой базы меди. Их отличительная черта – комплексный состав, где сульфиды меди (халькопирит, борнит и др.) ассоциируют с пиритом, что делает целесообразным параллельное извлечение меди и серы или серной кислоты. Блявинское месторождение, открытое в 1932 году, является классическим представителем данной геолого-промышленной группы и на протяжении более 90 лет служит эталоном для изучения связи геологии, технологии и экономики медеплавильного производства.*

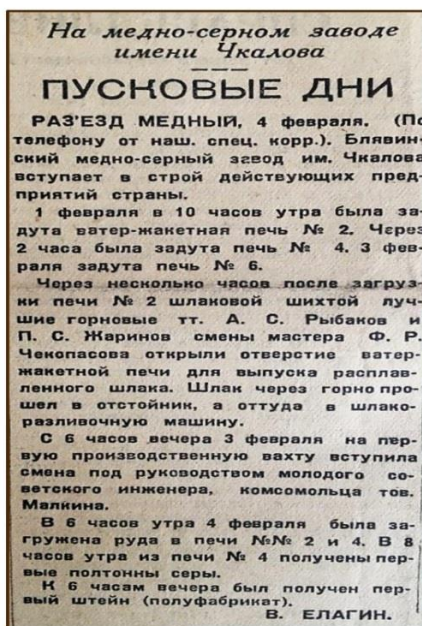
**Блявинского месторождения** месторождение было обнаружено в ходе работ Орско-Халиловской геологоразведочной экспедиции 1929 года. Ключевую роль сыграли полевые наблюдения: крестьянин Федор Антипин указал на выход «бурого железняка» (зоны окисления сульфидных руд) близ села Ракитянка. Этот факт подчеркивает значение визуальных признаков при поиске колчеданных залежей, которые часто проявляются на поверхности железными шляпами.

Решение о промышленном освоении было принято на основе результатов геологоразведочных работ, показавших высокий потенциал руд. Пробы продемонстрировали аномально высокое содержание не только меди (до 4%), но и серы (до 40%), а также присутствие попутных драгоценных металлов – золота и серебра. Такое сочетание определило уникальность месторождения как источника двух стратегически важных компонентов. Кроме того, на выбор места для строительства завода повлияли благоприятные инфраструктурные условия: наличие обжитого района, водных ресурсов и близость железной дороги.



Рисунок 1 - Блявинское месторождение

Высокое содержание серы в рудах Блявинского месторождения предопределило технологическую схему переработки. Стандартные для того времени пирометаллургические процессы требовали адаптации. На Медногорском (тогда Блявинском) заводе была впервые в индустриальной России применена уникальная технология, основанная на методе Оркла. Эта технология предусматривала шахтную плавку сульфидных руд с получением двух основных продуктов – медного штейна (промежуточный продукт для извлечения меди) и элементарной серы. Первая плавка 4 февраля 1939 года дала 15 тонн штейна и 22 тонны серы, что наглядно иллюстрирует серный потенциал сырья.



Чкаловская коммуна.  
— 1939. — 5 февраля

Рисунок 2 - Заметка в газете «Чкаловская коммуна» от 5 февраля 1939 г. о задувке ватержакетных печей на Медногорском медно-серном комбинате.

Таким образом, геохимическая особенность рудного тела – тесная ассоциация сульфидов меди и железа (пирита) – напрямую легла в основу профиля предприятия, сделав его с 1939 по 1986 годы крупнейшим в СССР производителем элементарной серы (80% от общесоюзного производства).

Развитие комбината шло по пути углубления комплексности переработки, что также было ответом на свойства сырья:

1955-1961 гг.: Запуск законченного технологического цикла. Введение участка конвертирования позволило получать из штейна не штейн, а черновую медь. Одновременно строительство цеха серной кислоты для утилизации сернистых отходящих газов позволило извлекать серу в еще одной товарной форме. Это превратило комбинат из производителя руды и первичных продуктов в предприятие полного цикла.

1980-2020-е гг.: Техническое перевооружение, направленное на увеличение эффективности и экологичности. Строительство и модернизация цеха серной кислоты (2004-2008, 2011-2017), ввод собственной мощной кислородной станции (1986, 2016, 2021) и энергоцентра (2023) были нацелены на интенсификацию процессов плавки (кислородное дутье) и максимальную утилизацию серы из газов, что привело к значительному сокращению выбросов. Рекордный выпуск черновой меди в 2009 году (50 011 тонн) и стабильный ежегодный выпуск более 50 000 тонн в последующие годы свидетельствуют об эффективном использовании сырьевой базы и современных технологий.

История Медногорского медно-серного комбината служит ярким примером того, как геологические особенности месторождения диктуют и определяют промышленную судьбу предприятия. Блявинское медноколчеданное месторождение с его богатыми сульфидными рудами, содержащими сопоставимые количества меди и серы, стало не просто источником руды, а полигоном для внедрения уникальной технологии и основой для создания комбината с двойной специализацией.

Таким образом, эволюция комбината от добычи и простой плавки до высокотехнологичного производства с законченным циклом, глубокой переработкой сырья и серьезными экологическими программами отражает общий тренд в освоении сложных колчеданных руд и требует детального изучения залежей. Изучение опыта Блявинского месторождения и ММСК имеет не только историческую ценность, но и практическое значение для оценки и освоения аналогичных объектов, где эффективность определяется степенью комплексности переработки всего спектра полезных компонентов, заложенных в недрах геологическими процессами.

#### Список литературы

1. Исторические документы и архивные материалы Медногорского медно-серного комбината (ММСК). Хронологические справки и производственные отчеты (1933-2025 гг.) [Электронный архив] // Внутренние документы ПАО «Медногорский медно-серный комбинат».

2. Отчет Орско-Халиловской геологоразведочной экспедиции (1929-1932 гг.). Об открытии Блявинского медноколчеданного месторождения. – Фонды Центрального государственного архива Республики Башкортостан (ЦГИА РБ) или Российского государственного архива экономики (РГАЭ).
3. Постановление Коллегии Совнаркома РСФСР «О строительстве Блявинского рудника и медно-серного завода» (1933 г.) // Собрание законов и распоряжений Рабоче-Крестьянского Правительства РСФСР. – 1933.
4. Геология и металлогения медноколчеданных месторождений Урала / Под ред. В.А. Проскурнина, А.И. Кривцова. – М.: Недра, 1987. – 280 с.
5. Юшкин, Н.П. Уральская колчеданная провинция / Н.П. Юшкин // Отечественная геология. – 1999. – № 4. – С. 10-18.
6. Смирнов, В.И. Геология полезных ископаемых / В.И. Смирнов. – М.: Недра, 1982. – 668 с. (Раздел о колчеданных месторождениях).
7. Технология переработки медноколчеданных руд / А.В. Вольдман, Г.А. Яковлев, П.И. Югов. – М.: Металлургия, 1979. – 320 с.
8. Виноградов, А.П. О комплексном использовании сульфидного сырья (на примере Блявинского месторождения) / А.П. Виноградов // Цветные металлы. – 1965. – № 8. – С. 35-39.
9. История индустриализации СССР. 1938-1941 гг.: Документы и материалы / Гл. ред. М.П. Ким. – М.: Наука, 1973. – (Упоминание о строительстве объектов цветной металлургии на Южном Урале).

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ (СРАВНЕНИЕ С НАЗЕМНЫМИ ЗАМЕРАМИ)**

**Кофанов В.О., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Деградация сельскохозяйственных земель является одной из наиболее острых проблем современной агрономии и экологии. Этот процесс проявляется в снижении плодородия почв, уменьшении биологической активности, уплотнении и эрозии почвы, а также ухудшении состояния растительности. В широком контексте деградация рассматривается как устойчивое снижение продуктивности агроэкосистем, сопровождаемое нарушением их естественного химико-биологического и гидрологического равновесия.

Деградация сельскохозяйственных земель представляет собой сложный многофакторный процесс. Основные ее компоненты включают:

1. Физическую деградацию, которая включает уплотнение почвы, эрозию, нарушения водного режима и изменения структуры почвенного профиля.
2. Химическую деградацию, проявляющуюся в истощении питательных веществ, засолении, закислении и других изменениях химического состава почвы.
3. Биологическую деградацию, которая связана с уменьшением содержания органического вещества, снижением активности микробиоты и ухудшением состояния растительности.

Процесс деградации проявляется на территории с высокой неоднородностью. Даже на одном поле различные участки могут демонстрировать различные уровни деградации, зависящие от локальных особенностей рельефа, водного режима и агротехнических мероприятий. Временные масштабы этих изменений также могут сильно различаться: некоторые процессы развиваются годами, другие — за один вегетационный сезон.

Для изучения деградации необходимо интегрировать данные о состоянии как почвы, так и растительности, так как они взаимосвязаны. Потеря биомассы растений может быть следствием деградации почвы, а изменение химического состава почвы — результатом интенсивного земледелия или эрозионных процессов.

Традиционные методы изучения деградации включают:

1. визуальные обследования и картирование деградированных территорий;
2. установку контрольных пробных участков;
3. отбор почвенных проб для лабораторного анализа;

4. измерение влажности, плотности, содержания органического вещества и химического состава почвы;

5. оценку состояния растительности, включая биомассу, плотность и фазу развития культур.

Наблюдаемые изменения климата, усиливающееся земледелие и рост урбанизации увеличивают давление на сельскохозяйственные территории, что делает задачу системного мониторинга деградации особенно актуальной. Хотя традиционные методы наземных обследований, такие как визуальные оценки, установка опытных площадей, отбор проб почвы и их лабораторный анализ, обладают высокой точностью, они ограничены в пространственном охвате и требуют значительных трудозатрат.

В этих условиях использование дистанционного зондирования Земли, основанного на спутниковых данных, становится важным инструментом для мониторинга больших территорий в реальном времени. Спутниковая съемка позволяет регулярно получать информацию о состоянии растительности и почвы, что особенно важно для отслеживания динамики деградационных процессов и их пространственной variability. [1]

Тем не менее, спутниковые данные являются результатом косвенных измерений и не могут служить полностью самостоятельным источником информации. Для их эффективного применения необходимо строгое соблюдение метрологических норм, оценка погрешностей, неопределенности измерений, а также проверка согласованности с наземными замерами и учет факторов, влияющих на интерпретацию полученных данных.

С точки зрения метрологии, спутниковая информация представляет собой результат косвенных измерений, что требует обязательной оценки точности и неопределенности. В области дистанционного зондирования это подразумевает необходимость учета множества факторов и погрешностей.

Погрешности можно разделить на три основные категории:

1. Технические характеристики сенсоров: такие параметры, как радиометрическая чувствительность, стабильность калибровки, шумы и деградация оборудования со временем. Даже малые отклонения могут вызывать систематические ошибки при анализе временных рядов [2].

2. Атмосферные воздействия: рассеяние и поглощение электромагнитных волн в атмосфере, а также влияние облачности, аэрозолей и водяного пара. Алгоритмы для атмосферной коррекции могут снижать погрешности, но не устраняют их полностью.

3. Геометрические и пространственные аспекты: ограниченное пространственное разрешение может вызывать усреднение сигналов от неоднородных участков, что снижает чувствительность к локальным изменениям деградации.

Далее на этапе обработки данных могут возникать дополнительные неопределенности, связанные с геопривязкой, калибровкой, нормализацией изображений и расчетом вегетационных индексов - численных показателей, которые характеризуют состояние растительного покрова.

Наиболее распространенный индекс — NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который рассчитывается на основе отражений в красном и ближнем инфракрасном спектре. Этот индекс позволяет оценить плотность и состояние растительности, а также выявлять угнетенные участки и динамику изменений.

Тем не менее, интерпретация NDVI требует осторожности: его значения зависят от фазы вегетации, типа культуры, климатических условий, агротехнических мероприятий и рельефа местности. Снижение NDVI может быть связано не только с деградацией почв, но и с сезонными изменениями, сбором урожая или засухой.

Для более точной оценки состояния земель часто используют комбинированные индексы, которые учитывают влажность почвы и биомассу растений, а также методы машинного обучения для выявления аномальных зон деградации.

Также важным этапом метрологической оценки является сопоставление дистанционных и контактных измерений. Основные задачи этого процесса включают:

1. выявление систематических и случайных погрешностей;
2. уточнение диапазонов применимости спутниковых данных;
3. построение моделей взаимосвязи NDVI с биомассой, плотностью растений и состоянием почвы;
4. оценка корреляции между спутниковыми и наземными данными.

С помощью статистических исследований подтверждают высокую степень согласованности данных: коэффициенты корреляции часто превышают 0,7–0,8 [3]. Однако расхождения могут составлять 15–20% в зависимости от пространственной неоднородности и временного рассогласования между спутниковыми снимками и полевыми измерениями.

Ещё стоит помнить, что спутниковые данные подвержены как случайным, так и систематическим погрешностям, однако и наземные измерения не застрахованы от ошибок: неправильная методика отбора проб, сезонные колебания и человеческий фактор могут вносить дополнительные неопределенности.

Если сравнивать спутниковые и наземные данные, то преимущество наземных измерений заключается в возможности точно определить физические и химические характеристики почвы, что позволяет получать высокоточную информацию о степени деградации. Однако, такие методы ограничены трудоемкостью и территориальными рамками, что делает регулярные обследования больших площадей затруднительными.

Дистанционное зондирование Земли дает возможность оперативно получать данные о состоянии земель и растительности. Спутниковые сенсоры регистрируют отраженное или излучаемое электромагнитное излучение в различных спектральных диапазонах, что помогает выявить изменения, связанные с деградацией почвы и растительности. Но оно имеет ограниченное пространственное разрешение, сильно зависит от погоды и времени суток,

подвержено искажениям из-за атмосферы и рельефа, даёт лишь косвенные данные, сложно в интерпретации из-за спектральной неоднозначности.

На практике рекомендуется сочетать спутниковые данные с регулярными наземными измерениями для более точных показателей.

Использование комбинированных спутниковых и наземных данных помогает:

1. минимизировать влияние отдельных источников погрешности;
2. повысить точность оценки состояния земель;
3. обеспечить сопоставимость и воспроизводимость измерений.

Интеграция дистанционных и контактных методов создаёт эффективную систему мониторинга деградации сельскохозяйственных земель:

1. Обнаружение проблемных зон с высокой оперативностью.
2. Анализ динамики деградации и оценка эффективности применяемых агротехнических мер.
3. Обоснование решений по охране почв и восстановлению их плодородия.

Данные спутникового дистанционного зондирования Земли являются важным инструментом для оценки деградации сельскохозяйственных угодий, предоставляя высокие возможности для пространственного и временного мониторинга. Тем не менее, их применение требует тщательного метрологического контроля, учета погрешностей и неопределенностей, а также правильного сопоставления с наземными измерениями. Комбинированное использование дистанционных и контактных методов способствует повышению достоверности получаемых результатов и созданию научно обоснованных систем мониторинга, которые могут быть использованы для принятия управленческих решений в области устойчивого землепользования.

#### Список литературы

1. Лотов К.И. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ // Вестник науки №1 (82) том 3. С. 1080 - 1091. 2025 г. ISSN 2712-8849 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/20934> (дата обращения: 11.01.2026)

2. Обработка и интерпретация космических снимков. Санкт-Петербургский горный университет. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://spmi.ru/sites/default/files/imci\\_images/univer/svedenia\\_jb\\_organizacii/metrek\\_spec/21.05.03-obrabotka-i-interpritaciya-kosmicheskikh-snimkov.pdf](https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/univer/svedenia_jb_organizacii/metrek_spec/21.05.03-obrabotka-i-interpritaciya-kosmicheskikh-snimkov.pdf) (дата обращения: 11.01.2026)

3. Семенова К.С. Обоснование использования вегетационного индекса NDVI как основного показателя мониторинга состояния сельскохозяйственных земель. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.timacad.ru/dl/full/sb-skr-1-2022-011.pdf/download/sb-skr-1-2022-011.pdf> (дата обращения: 11.01.2026)

# ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КУРМАНАЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Куделина И.В., канд. геол.-минерал. наук, доцент,

Багманова С.В., канд. геол.-минерал. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

## **Введение.**

Курманаевское и Тананыкское нефтяные месторождения нефти расположены на территории Курманаевского района Оренбургской области юго-западнее города Бузулука.

Месторождения эксплуатируются более 40 лет и в процессе длительной эксплуатации многократно возникали аварийные ситуации, при которых происходили неизбежные разливы, утечки и фильтрации добываемой жидкости в грунты. Получение максимального народнохозяйственного эффекта возможно при полном извлечении из недр запасов углеводородного сырья и при соблюдении требований природоохранного законодательства, что позволяет обеспечить потребности региона в минерально-сырьевых ресурсах на основе разумной достаточности и эколого-социальной целесообразности.

Стационарные наблюдения за уровнем и температурой подземных вод проводятся, как для определения общих закономерностей изменения состояния подземных вод территории нефтяного месторождения, так и выявления первых признаков техногенных изменений среды. Подземные воды благодаря высокой степени уровне- и пьезопроводности среды гораздо раньше реагируют на техногенное воздействие изменением качества подземных вод.

При размещении сети наблюдательных скважин учитывались следующие факторы: местоположение потенциальных источников загрязнения, близость их к населенным пунктам, овражной сети, поверхностным водотокам, искусственным водоемам, литология и проницаемость пород геологического разреза. Расположение наблюдательных скважин, приурочено в основном к местам наибольшего скопления нефтедобывающих, нагнетательных скважин, в районе головных сооружений комплексной подготовки нефти, установки предварительного сброса воды, автоматизированных групповых замерных установок и т.д.

## **Результаты и обсуждения.**

На площади Курманаевского месторождения нефти загрязнению подвержена зона аэрации, представленная безводным проницаемым четвертичным аллювиально-деллювиальным горизонтом ( $adQ$ ), первый от поверхности верхненеоплейстоценово-голоценовый аллювиальный горизонт ( $aQ_{III-H}$ ) и основной водоносный нижнетриасовый комплекс ( $T_1$ ), имеющий повсеместное распространение и основное хозяйственно-питьевое значение, то соответственно наблюдения организованы за этими водоносными горизонтами

и комплексами [1]. Результаты проводимых измерений сравнивались с нормативными показателями предельно допустимых концентраций (ПДК).

Ниже охарактеризовано качественное состояние подземных вод каждого из этих комплексов отдельно.

*Безводный проницаемый четвертичный аллювиально-деллювиальный горизонт(adQ)*

По химическому составу подземные воды, смешанные с минерализацией 1,7 мг/дм<sup>3</sup>. Из микрокомпонентов значительное превышение нормы наблюдалось по железу -1,95 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК-0,3 мг/дм<sup>3</sup>) и бромю -1,20 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК-0,2 мг/дм<sup>3</sup>), нефтепродукты обнаружены в незначительном количестве – 0,37 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК-0,1 мг/дм<sup>3</sup>).

Анализируя данные качественного состава подземных вод наблюдаемого горизонта видно, что во всех наблюдательных скважинах обнаружено превышение сухого остатка от 1,2 ПДК до 3 ПДК (от 1213 мг/дм<sup>3</sup> до 3014 мг/дм<sup>3</sup>) при ПДК-1000 мг/дм<sup>3</sup>. Химический состав воды гидрокарбонатно-кальциевый, а в скважине 5к, где отмечается повышенная минерализация (от 1299 до 1622 г/дм<sup>3</sup>) подземная вода гидрокарбонатно-хлоридная магниевая. При повышении минерализации увеличивается содержание кальция и магния, соответственно, повышается жесткость подземной воды рассматриваемого водоносного горизонта. Наблюдательная скважина 5к располагается в зоне повышенной техногенной нагрузки, ниже по потоку от центральной перекачивающей станции и товарного парка и по-видимому, с этим связано зафиксированное загрязнение.

По наблюдательной скважине 5к установлено превышение содержания хлоридов от 568,6 до 847,4 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК-350 мг/дм<sup>3</sup>), железа от 0,955 до 6,99 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК-0,3), нефтепродукты обнаружены в незначительных количествах 0,11 мг/дм<sup>3</sup>.

Превышение содержания марганца прослеживается в наблюдательных скважинах 1к, 2к, 4к и 5к от 0,22 до 1,46 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК 0,1).

Высокое содержание мутности и цветности до 3,4 до 57,0 мг/л (при ПДК 1,5), что может быть либо результатом некачественно проведенной прокачки перед отбором проб, что невозможно сделать из-за малого столба воды в неглубоких скважинах 3к, 5к, либо является результатом окисления двухвалентного железа, содержание которого превышает ПДК. Последнее возможно связано с естественным природным фоном [2,3].

Превышение ПДК по минерализации и жесткости воды в 1,5-2,3 раза могут являться следствием антропогенного воздействия. Рост жесткости наблюдается в основном за счет увеличения содержания кальция в подземной воде, соответственно, увеличивается устранимая жесткость.

В соответствии с общими требованиями к составу и свойствам воды водных объектов величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5 [4,5]. Показатель рН в воде оцениваемых скважин меняется от 7,2 до 8,14. Воды относятся к нейтральным.

*Водоносный верхнеоплейстоценово-голоценовый аллювиальный горизонт (aQ<sub>III-H</sub>)* имеет распространение, в основном, в долине реки Бузулук в пределах низкой, высокой поймы и в долине реки Гарпановка (правый приток реки Бузулук), а также в устьях многочисленных балок и логов, в овражно-балочной сети.

На данный водоносный горизонт оборудованы наблюдательные скважины 4к,10к,11к. Глубина наблюдательных скважин составляет 18,0 м. Водовмещающими породами являются пески мелкозернистые, дробные, с включением гравийно-галечных и песчано-гравийных отложений. Мощность водовмещающих пород составляет 10,0-15,0 м. Воды безнапорные. Уровень грунтовых вод вскрывается на глубинах 7,0-7,3 м.

По химическому составу подземные воды пестрые, наряду с гидрокарбонатными встречались гидрокарбонатно-сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридные и смешанные воды. Из катионов преобладали ионы натрия и кальция. Минерализация подземных вод составляла 0,3-0,8 г/дм<sup>3</sup> и в единичных случаях превышала 1,0 г/дм<sup>3</sup>. В наблюдательной скважине 4к, располагающейся ниже по потоку от дожимно-насосной станции (ДНС) минерализация воды составила 1,2 г/дм<sup>3</sup>. По жесткости воды в основном были умеренно жесткие, а в скважине 4к вода очень жесткая – 14,8 ммоль/дм<sup>3</sup> (при ПДК – 7 ммоль/дм<sup>3</sup>). Из микрокомпонентов превышение нормы зафиксировано по железу от 1,92 до 6,50 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>), марганцу от 0,43 до 1,11 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>) и бромю от 0,21 до 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК – 0,2 мг/дм<sup>3</sup>), Общая жесткость изменяется от 2,36 до 14,8 ммоль/дм<sup>3</sup>, наиболее часто она составляла 3,0-4,0 ммоль/дм<sup>3</sup>.

При оценке имеющейся информации по качественному составу подземных вод водоносного верхнеоплейстоценово-голоценового аллювиального горизонта видно, что подземная вода горизонта смешанного состава. Минерализация по наблюдательной скважине 4к изменяется в пределах 0,949-1,382 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная магниевая-кальциевая. При повышении минерализации наблюдается увеличение содержания кальция и магния, соответственно повышается жесткость воды.

По наблюдательной скважине 4к отражается очевидное превышение ПДК практически всех наблюдаемых компонентов подземной воды. По величине общей жесткости, равной 12,48-18,04 мг-экв/дм<sup>3</sup> подземная вода характеризуется как очень жесткая (при ПДК 7 мг-экв/дм<sup>3</sup>). В остальных наблюдательных скважинах, где минерализация воды не превышает 1,0 г/дм<sup>3</sup> вода умеренно-жесткая. Превышение ПДК по минерализации и жесткости подземной воды в 1,5-2,3 раза в отдельных скважинах может являться следствием антропогенного воздействия. Наблюдательная скважина 4к расположена в зоне повышенной техногенной нагрузки, ниже по потоку от дожимной насосной станции и вероятно, с этим связано загрязнение наблюдаемого водоносного горизонта. Например, содержание нефтепродуктов практически по всем пробам в наблюдательной скважине 4к находится выше

допустимых пределов ПДК, от 0,15 до 0,36 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание железа и марганца в подземной воде изменяется от 1,5 до 12,8 ПДК, что может быть результатом некачественно проведенной прокачки перед отбором проб или является естественным природным фоном.

Превышение по мутности и цветности фиксируется по всем скважинам режимной сети наблюдательных скважин Курманаевского месторождения нефти, что может быть результатом некачественно проведенной прокачки перед отбором проб

*Водоносный нижнетриасовый комплекс (Т<sub>1</sub>)* пользуется повсеместным распространением в районе описываемого месторождения. В зависимости от глубины погружения является вторым, или третьим от поверхности водоносным горизонтом.

Водоносный комплекс опробован наблюдательными скважинами режимной сети 2к,7к,9к. Глубина скважин составляет 85,0м. В подземной воде наблюдалось повышенное содержание нефтепродуктов в скважинах 2к,7к,9к от 0,16 до 0,5 мг/дм<sup>3</sup> при ПДК 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. В скважинах 7к,9к обнаружено повышенное содержание железа от 0,59 до 1,37 мг/дм<sup>3</sup> при ПДК-0,3 мг/дм<sup>3</sup>. В скважине 2к зафиксировано повышенное содержание сухого остатка 2839 мг/дм<sup>3</sup> при ПДК 1000 мг/дм<sup>3</sup>. При повышенной минерализации подземная вода по химическому составу гидрокарбонатно-хлоридная магниево-кальциевая. При повышении минерализации увеличивается содержание кальция и магния и, соответственно, повышается жесткость воды, которая составляет 33,5 мг-экв/дм<sup>3</sup> и вода характеризуется как очень жесткая. Превышение ПДК по минерализации и жесткости воды в 1,5-2,3 раза могут являться следствием антропогенного воздействия, и именно в наблюдательных скважинах 2к и 9к сказывается влияние разработки соседних месторождений нефти. Эти две наблюдательные скважины проектом пробурены как фоновые, для контроля качественного состава подземных вод от возможного влияния разработки Бобровского и Шулаевского месторождения нефти.

При анализе химического состава вод скважин 2к, 7к и 9к видно, что превышения фиксируются во всех наблюдательных скважинах, в основном, по цветности и мутности.

Вода в скважинах 4к и 5к по содержанию сухого остатка колеблется от 1053 до 1544 мг/дм<sup>3</sup> соответственно минерализация изменяется в пределах 1,0-1,54 г/дм<sup>3</sup>, весной в скважинах наблюдается повышение сухого остатка. Химический состав воды гидрокарбонатно-хлоридный магниево-кальциевый. При повышении минерализации увеличивается содержание кальция и магния и, соответственно, повышается жесткость воды. По величине общей жесткости, равной 10,4-15,52 мг-экв/дм<sup>3</sup>, вода характеризуется как очень жесткая. Превышение общей жесткости составляет 1,5-2,5 ПДК. В остальных скважинах, где минерализация воды не превышает 1,0 г/дм<sup>3</sup> вода умеренно-жесткая. Превышение ПДК по минерализации и жесткости воды в 1,5-2,3 раза может являться следствием антропогенного воздействия.

Описываемый водоносный комплекс является наиболее перспективным для организации как хозяйственно-питьевого, так и технического водоснабжения месторождения. В эрозионных врезках, то есть там, где комплекс залегает близко к дневной поверхности, он может использоваться для питьевого водоснабжения в своей верхней и средней частях. В нижних частях водоносного комплекса, где минерализация увеличивается свыше  $1,0 \text{ г/дм}^3$ , он рекомендуется к использованию для технического водоснабжения.

В зоне возможного влияния нефтедобывающего производства объектов Курманаевского месторождения нефти находятся сёла Курманаевка, Петровка, Скворцовка, Кандауровка Курманаевского района. Мониторинг подземных вод осуществляется так же по скважинам 4486 и 5964 хозяйственно-питьевых водозаборов, расположенных - в 1,8 км юго-восточнее села Петровка и севернее села Курманаевка [6,7]. По гидропостам на реке Бузулук (2 поста) и на реке Тарпановка(1 пост).

В современном хозяйственно-питьевом водоснабжении подземные воды нижнетриасовых отложений эксплуатируются Курманаевским хозяйственно-питьевым водозабором, который расположен в пределах горного отвода нефтяного месторождения. Водозабор состоит из одной скважины, расположенной в 1,8 км юго-восточнее села Петровка Курманаевского района. Глубина скважины 120,0 м.

Анализ качества питьевой воды в сельских населенных пунктах Курманаевского района выявил превышение нормативов по таким показателям, как общая жесткость, железо, нефтепродукты, аммиак, медь

Так, в селе Ромашкино отмечено превышение нормативов по общей жесткости 1,56 ПДК, в селе Курманаевка по азоту аммиака - 2,1 ПДК и нефтепродуктам 5,1 ПДК. Превышение нормативов ПДК хозяйственно-питьевого водоснабжения по общей жесткости отмечается в селах Семеновка, Петровка, Даниловка и Волжский от 1,1 до 1.3 ПДК.

Превышение нормативов по железу отмечено в селах Петровка - 6.1 ПДК и Кандауровка - 1.4 ПДК, по меди - в селе Волжский - 3,5 ПДК, общей минерализации - в селе Даниловка - 1,3ПДК. Все компоненты превышений могут быть влиянием не только Курманаевского месторождения, но и других близкорасположенных нефтедобывающих месторождений.

Контроль загрязнения поверхностных и подземных вод включал в себя систематический отбор проб воды из наблюдательных скважин, действующих водозаборов и водотоков по режимной сети Курманаевского месторождения нефти. Обобщение и анализ аналитических данных, выявление устойчивых тенденций (положительных или отрицательных) в изменении состояния водной среды, которые фиксируются по содержанию компонентов загрязнителей и общим показателям.

В течение ведения локального мониторинга по качественному составу подземных вод содержание железа и марганца в подземной воде Курманаевского месторождения нефти изменяется от 1,5 до 12,8 ПДК, идет превышение, что может быть результатом некачественно проведенной

прокачки перед отбором проб или является естественным природным фоном данного района работ.

В соответствии с общими требованиями к составу и свойствам воды водных объектов величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5. Показатель рН в воде оцениваемых скважин меняется от 7,2 до 8,14. Воды относятся к нейтральным.

Содержание нефтепродуктов практически по всем пробам находится в пределах ПДК (0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Исключение составляет наблюдательная скважина 2к, пробуренная на нижнетриасовые отложения, где содержание нефтепродуктов составило 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, то есть 5,0 ПДК, наблюдается также превышение нефтепродуктов, которое составляет 0,48 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК 0,1). В скважинах 4к, 5к также идет превышение от 1,5 до 3,6 ПДК.

По скважинам 4к, 5к, 7к, 9к, 10к, 11к фиксируется превышение мутности и цветности в 1,4-57,0 ПДК, что может быть результатом некачественно проведенной прокачки перед отбором проб или возможностью проведения прокачки перед отбором проб.

#### **Выводы.**

По результатам исследования установлено несколько очагов загрязнения на территории месторождения, связанных, по-видимому, с утечкой пластовых вод. В зоне влияния Курманаевского нефтяного месторождения периодически возникают превышения таких показателей как: железо, марганец, аммиак, медь, нефтепродукты, минерализация. Гидрохимическая обстановка на данном нефтяном месторождении в целом удовлетворительная. Рекомендовано регулярное проведение мониторинга, ремонт скважин и внедрение новых технологий и, в частности, использования комплексных барьеров.

#### Список литературы

1. Оценка воздействия на окружающую среду к «Аналізу состояния разработки Курманаевского нефтяного месторождения Оренбургской области» // ООО "Центр геоэкологических исследований». Оренбург, 2002.

2. Гаев, А.Я. О защите водозаборов хозяйственно-питьевого назначения на примере г. Оренбурга [Текст] / А.Я. Гаев, И.В. Куделина, О.Н. Маликова. Регион. пробл. водопользования в изменяющихся климатич. условиях: Мат. МНПК, 11-12.11.2014. Ред.: А.М. Гареев. Уфа: Аэтерна, 2014. - С. 277-280.

3 Куделина, И.В. Пути стабилизации режима аллювиальных водозаборов в условиях полуаридного климата. [Текст] / И.В. Куделина // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек, 2018 № 2. – С.82-86.

4. Ковалевский, В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод / В.С. Ковалевский. – М.: Научный мир, 2001. – 332 с.

5. Гольдберг, В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В.М. Гольдберг, С. Газда. – М.: Наука, 1984. – 262 с.

6. Боровский, Б.В. Типизация комбинированных водозаборных систем при совместном использовании подземных и поверхностных вод / Б.В. Боровский, Н.С. Козак // Разведка и охрана недр. 2014. № 05. С. 51–55.

7. Гаев, А.Я. Водохозяйственные проблемы вододефицитных территорий на примере Южного Урала / А.Я. Гаев, И.В. Куделина, Т.В. Леонтьева // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. № 4. С. 218–222.

# **ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ**

**Кудинова В.В., Глуховская М.Ю., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Любые производственные объекты на нефтяном промысле – скважины, трубопроводы, факельные установки и другие сооружения – представляют собой потенциальные источники техногенных воздействий, отличающихся по химическому составу, уровням концентраций и объемам поступающих в окружающую среду веществ. Поступление в природную среду посторонних, как правило геохимически активных соединений приводит к изменению структуры природных комплексов и их последующему разрушению, вплоть до полной утраты экологических функций. В результате значительные площади земель на длительное время выводятся из сельскохозяйственного и лесохозяйственного оборота. Нефтедобывающие компании при этом несут существенные финансовые издержки, связанные с рекультивацией загрязненных почв и уплатой штрафных санкций.

Наиболее существенный ущерб окружающей среде наносят разливы нефти, высокоминерализованных пластовых вод и нефтеводосолевых эмульсий. Это обусловлено, во-первых, их высокой токсичностью, вызывающей угнетение и нередко полную гибель растительности и почвенной микробиоты; во-вторых, поражением почвы как сложного и медленно восстанавливающегося природного компонента; в-третьих, тем, что данные виды аварий являются наиболее распространенными и масштабными в практике нефтедобычи.

В Российской Федерации отсутствуют единые общероссийские нормативы допустимого остаточного содержания нефти в почвах, что обусловлено высокой вариабельностью климатических, почвенных и агрономических условий по регионам. Это требует разработки и утверждения региональных нормативов, адаптированных к локальным особенностям, на основе научных исследований и нормативных актов. Установление таких нормативов позволяет минимизировать экологические риски и обеспечить устойчивость сельскохозяйственного производства.

В настоящее время на территории Российской Федерации действует приказ МПР РФ № 574 от 12.09.2002 г «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ» [1] (далее - приказ № 574), который определяет необходимость разработки нормативов ДОСНП отдельно для субъектов РФ, но на основе единых методических подходов. Важным аспектом принятого документа является установление

нормативов ДОСНП в субъектах РФ с учетом разнообразия природных условий, типов (подтипов) почв и видов землепользования.

По данным исследований [2-5] небольшое содержание нефти в почве, а именно от 1 до 1,08 г/кг, оказывает стимулирующее действие на всхожесть, прорастание и выживаемость семян пшеницы, гороха и салата в черноземной почве, в дерново-подзолистой суглинистой почве и в темно-серой лесной почве. Однако дальнейшее увеличение концентрации нефти оказывает угнетающее действие на рост и развитие растений в каждом из опытов.

Согласно почвенно-географическому районированию [6] территория Оренбургской области относится к центральной лесостепной и степной области серых лесных, черноземных и каштановых почв, к зоне серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов лесостепи, к нижнекамской провинции оподзоленных, выщелоченных и типичных среднегумусных и тучных среднесплошных черноземов и серых лесных почв. Провинция расположена между Волгой и Уралом. Основные закономерности распространения почв связаны с характером почвообразующих пород: на сильнокарбонатных мелкоземистых породах – маломощных элювиях известняков – развиты черноземы, на элюво-делювии известняков и пермских красноцветных глин образуются темно-серые и серые лесные почвы. В южной части провинции, к югу от Камы, преобладают выщелоченные и типичные среднесплошные среднегумусные и тучные черноземы на делювиальных отложениях и сыртовых глинах. Они чередуются с остаточнокорбонатными черноземами на элювии плотных карбонатных пород и серыми лесными почвами. Типичные черноземы в Заволжье формируются преимущественно по древним террасам крупных рек и пологим склонам коренных плато. Все почвы провинции относятся к фациальным подтипам умеренно теплых промерзающих. Согласно почвенной карте приоритетными видами почв Оренбургской области являются черноземы различных типов, а именно: южные, обыкновенные, глубоковскипающие и бескарбонатные на легких породах, остаточнокорбонатные, типичные.

Несмотря на значительное разнообразие природных условий, многие нефтедобывающие предприятия используют временные нормативы, не учитывающие специфики природных условий регионов, или ориентируются на величину содержания нефти и нефтепродуктов 1 г/кг, определенную документом «Порядок определения ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Письмо Минприроды России от 27.12.1993 N 04-25/61-5678 [7]) как «допустимым» уровнем содержания нефти в почвах, что влечет за собой в ряде случаев необходимость проведения неоправданных мероприятий наносящих вред окружающей среде. Данный показатель носит оценочный характер и применяется преимущественно для расчёта ущерба, а не для экологического нормирования в строгом смысле.

Несмотря на актуальность вопроса разработки нормативов содержания нефти в почвах, в настоящее время официально разработаны и утверждены нормативы ДОСНП только для ряда регионов РФ (в Республике Татарстан,

Республике Чувашия, Ханты-Мансийском автономном округе, Ненецком автономном округе, Республике Коми, Республики Удмуртия, в Ставропольском и Красноярском крае).

В Республике Татарстан [8] для земель сельскохозяйственного назначения, соответствующих гранулометрическому составу легкого и среднего суглинка, данный норматив составляет 2 г/кг для светло-серых лесных почв, 2,5 г/кг – для серых лесных почв и 2,8 г/кг для темно-серых почв.

В Пермском крае [9] для земель сельскохозяйственного назначения данный норматив составляет 2,4 г/кг для дерново-подзолистых, преимущественно глубоко-подзолистых почв, 1,0 г/кг – для подзол иллювиально-железистых почв и 5,3 г/кг – для торфяных болотных верховых почв.

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югры [10] для земель сельскохозяйственного назначения данный норматив составляет 5 г/кг для дерново-подзолистых, подзол, дерново-луговых почв.

На законодательном уровне отсутствуют подходы и методики установления нормативов ДОСНП. Как правило, такие нормативы разрабатываются на основе комплекса полевых и лабораторных исследований, включающих оценку фитотоксичности, фитопродуктивности, микробиологической активности и восстановления растительного покрова. В качестве тест-объектов в вегетационных опытах оценки фитопродуктивности используются 2 вида растений – односемядольные и двусемядольные.

Установление нормативов допустимого остаточного содержания нефти в почвах не может осуществляться по универсальному принципу и требует учёта региональных природных условий, почвенного покрова и биологической продуктивности экосистем. Для Оренбургской области разработка такого норматива должна основываться на экспериментальных исследованиях с использованием высших растений – как двудольных, так и однодольных, – позволяющих определить критическую массу нефтепродуктов, при которой нарушаются рост и развитие растений на характерных для региона типах почв [11, 12].

Таким образом, установление допустимого остаточного содержания нефти в почвах не может базироваться на универсальных или усреднённых значениях и требует обязательного учёта региональных природных условий, структуры почвенного покрова и биологической продуктивности экосистем. Для формирования научно обоснованного регионального норматива для Оренбургской области необходимо проведение комплексных экспериментальных исследований с использованием высших растений – двудольных и однодольных, позволяющих определить критическую массу нефтепродуктов, при которой нарушаются процессы роста и развития растений на характерных для региона типах почв.

## Список литературы

1. Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ [Электронный ресурс].: приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 12.09.2002 №574 // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/424055601> (Дата обращения: 25.01.2026).
2. Кольцова, Т. Г. Оценка фитотоксичности черноземных почв в условиях нефтяного загрязнения / Т. Г. Кольцова, Л. М. Сунгатуллина, Б. Р. Григорьян // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №15 – С. 135-142.
3. Киреева, Н.А. Рост и развитие растений яровой пшеницы на нефтезагрязненных почвах и при биоремедиации / Н.А. Киреева, А.М. Мифтахова, Г.М. Салахова // Агрехимия. – 2006. – № 1. – С. 85–90.
4. Григорьян, Б. Р. Фитотоксичность дерново-подзолистых почв при нефтяном загрязнении / Григорьян Б. Р., Кольцова Т. Г., Сунгатуллина Л. М. // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – №19. – С. 87-94.
5. Бородулина, Т.С., Полонский, В.И. Межрегиональная научно-практическая конференция «Проблемы развития АПК Саяно-Алтая» (Абакан, Россия, 15 декабря 2009 г.). Материалы. Хакасское кн. изд-во, Абакан, 2009. Ч.2. С. 78-81.
6. Добровольский, Г. В. География почв / Г. В. Добровольский, И.С. Урусевская – М.: Наука, 2006. – 460 с.
7. Письмо Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами»
8. Об утверждении региональных нормативов «Допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в черноземах типичных, черноземах выщелоченных, черноземах оподзоленных, светло-серых лесных, серых лесных, темно-серых лесных, дерново-подзолистых, дерново-карбонатных выщелоченных, дерново-карбонатных оподзоленных почвах и грунтах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Республики Татарстан для земель промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения [Электронный ресурс].: приказ Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 28 января 2020 года № 89-п // Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/561719920> (Дата обращения: 25.01.2026).
9. Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края и Порядка их применения [Электронный ресурс].: постановление Правительства Пермского края от 20 декабря 2018 г. № 813-п // Режим доступа: <http://www.garant.ru/hotlaw/perm/1237578/> (Дата обращения: 25.01.2026).

10. Об утверждении регионального норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [Электронный ресурс]: постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10 декабря 2004 года № 466-п // Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/991016196> (Дата обращения: 25.01.2026).

11. Гарицкая, М. Ю. Исследование фитопродуктивности нефтезагрязненных почв [Электронный ресурс] / М. Ю. Гарицкая, А. М. Ротова // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф., Оренбург, 26 нояб. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; под ред. В. П. Петрищева, А. Л. Воробьева. - Оренбург : ОГУ, 2025. - С. 128-131. - 4 с.

12. Гарицкая, М. Ю. Особенности нормирования остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в различных типах почв Оренбургской области [Электронный ресурс] / М. Ю. Гарицкая, М. Ю. Глуховская, О. В. Чекмарева // Грозненский естественнонаучный бюллетень, 2025. - Т. 10, № 3 (41). - С. 97-102. - 6 с.

# **СЕРТИФИКАЦИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ: КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Лашев Ф.М., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

В условиях усиления антропогенной нагрузки на природные экосистемы и роста социально-экономических потребностей общества проблема рационального использования земельных ресурсов приобретает особую актуальность. Земля является основой хозяйственной деятельности, пространственным ресурсом для развития инфраструктуры, сельского хозяйства и урбанизированных территорий, а также ключевым элементом природных экосистем. Нерациональное землепользование приводит к деградации почв, утрате биоразнообразия и снижению качества жизни населения.

Современные подходы к управлению земельными ресурсами основываются на концепции устойчивого развития, предполагающей баланс между экологическими, экономическими и социальными интересами. В этой связи сертификация «зеленых» земельных участков становится одним из инструментов реализации принципов устойчивого землепользования. Она позволяет систематизировать требования к качеству управления землей, обеспечить прозрачность процессов и повысить доверие со стороны инвесторов, органов власти и общества [1].

Устойчивое землепользование представляет собой систему управления земельными ресурсами, ориентированную на сохранение их продуктивности и экологических функций при одновременном обеспечении социально-экономического развития. Данный подход основан на принципах устойчивого развития, сформулированных в международных документах и научных исследованиях, и предполагает учет долгосрочных последствий хозяйственной деятельности.

В рамках устойчивого землепользования земля рассматривается не только как объект экономического использования, но и как элемент природной среды, обеспечивающий экосистемные услуги, такие как регулирование водного баланса, поддержание биоразнообразия и формирование благоприятных условий для жизни человека. Таким образом, устойчивость землепользования определяется способностью земельных участков сохранять свои функции в долгосрочной перспективе при минимизации негативного воздействия на окружающую среду [2, 3].

Сертификация является механизмом подтверждения соответствия определенным стандартам и требованиям, которые отражают принципы устойчивого развития. В контексте землепользования сертификация направлена на оценку и подтверждение экологической безопасности, экономической

эффективности и социальной ответственности использования земельных участков.

Процедура сертификации позволяет систематизировать подходы к управлению земельными ресурсами, установить единые критерии оценки и создать основу для мониторинга и контроля устойчивости. Важным аспектом сертификации является ее добровольный или обязательный характер, который определяется национальным законодательством и политикой в области охраны окружающей среды и территориального развития. Независимо от формы реализации, сертификация способствует внедрению лучших практик землепользования и снижению экологических и социальных рисков [4].

ГОСТ Р ИСО 37101-2018 «Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента. Общие принципы и требования» [5] разработан с целью формирования систем управления для устойчивого развития сообществ. Несмотря на то, что стандарт ориентирован преимущественно на города и населенные пункты, его положения применимы и к управлению земельными ресурсами, поскольку землепользование является ключевым элементом устойчивого развития территорий.

Данный ГОСТ устанавливает требования к системе управления, которая позволяет организациям и органам власти интегрировать устойчивость в стратегическое планирование, управление ресурсами и оценку результатов деятельности. Стандарт ориентирован на долгосрочную перспективу и предполагает учет интересов различных заинтересованных сторон, таких как: население, бизнес и государственные структуры.

ГОСТ Р ИСО 37101-2018 построен на универсальной структуре систем управления, принятой в международной практике стандартизации. Он предполагает анализ контекста организации, определение целей устойчивого развития, планирование мероприятий по их достижению, обеспечение необходимых ресурсов и проведение регулярной оценки эффективности.

Применительно к землепользованию это означает необходимость учета природно-климатических условий, социально-экономических факторов и правовых ограничений. Важным элементом стандарта является принцип постоянного совершенствования, который предполагает регулярный пересмотр целей и методов управления земельными ресурсами с учетом результатов мониторинга и изменений внешней среды.

Использование такого национального стандарта как ГОСТ Р ИСО 37101-2018 в сертификации «зеленых» земельных участков предполагает разработку системы показателей, отражающих устойчивость землепользования. Эти показатели должны охватывать экологические, экономические и социальные аспекты и быть адаптированы к конкретным условиям территории.

Практическое применение стандарта позволяет выстроить комплексный подход к оценке земельных участков, включающий анализ воздействия на окружающую среду, эффективность использования ресурсов и социальные последствия. Таким образом, национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 37101-2018

может рассматриваться как методологическая основа для формирования национальных и региональных систем сертификации.

Экологические критерии устойчивости землепользования направлены на оценку состояния природной среды и степени воздействия хозяйственной деятельности на экосистемы. В рамках сертификации «зеленых» земельных участков особое внимание уделяется сохранению почвенных ресурсов, качества водных объектов, а также сохранение состояния биоразнообразия. Оценка этих параметров позволяет определить, в какой мере землепользование способствует сохранению природных функций и предотвращению деградации земель.

Экономические критерии устойчивости отражают способность землепользования обеспечивать долгосрочную экономическую эффективность эксплуатации земель без ущерба для окружающей среды. В процессе сертификации анализируется рациональность использования ресурсов, устойчивость хозяйственной деятельности и ее вклад в развитие локальной экономики. Экономическая устойчивость рассматривается не только с точки зрения текущей прибыльности, но и с позиции долгосрочной стабильности и инвестиционной привлекательности.

Социальные критерии устойчивости связаны с влиянием землепользования на качество жизни населения и социальные процессы [3, 4].

Сертификация «зеленых» земельных участков предполагает оценку степени вовлеченности местных органов власти в процессы принятия решений, доступности информации и справедливости распределения выгод от использования земельных ресурсов. Важное значение имеет также сохранение культурного наследия и традиционных форм землепользования.

Национальные системы стандартизации устойчивого землепользования формируются с учетом особенностей природных условий, экономического развития и правового регулирования. В ряде стран сертификация «зеленых» земельных участков интегрирована в систему экологического законодательства и территориального планирования, в то время как в других странах она реализуется преимущественно на добровольной основе.

В странах ЕС (Европейского союза) национальные стандарты устойчивого землепользования тесно связаны с общеевропейскими директивами в области охраны окружающей среды и устойчивого развития. В Соединенных Штатах Америки значительную роль играют отраслевые и региональные программы сертификации, ориентированные на устойчивое развитие сельского хозяйства и управление природными ресурсами. В Российской Федерации формирование системы сертификации «зеленых» земельных участков находится на стадии развития и опирается на нормы земельного и экологического законодательства, а также на добровольные инициативы в сфере устойчивого развития [6].

Эффективная сертификация «зеленых» земельных участков требует наличия обновляемой системы мониторинга и оценки показателей устойчивости. Современные методы, включая использование геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли, позволяют

получать объективные данные о состоянии земельных ресурсов и динамике их изменений.

Участие в сертификации землепользователей и органов власти способствует повышению прозрачности и легитимности принимаемых решений. Вместе с тем внедрение сертификации связано с рядом проблем, включая необходимость финансовых затрат, приведение международных стандартов к национальным и разработку единых методик оценки.

Сертификация «зеленых» земельных участков является важным инструментом реализации принципов устойчивого землепользования и управления территориальным развитием. Международный стандарт ISO 37101, которому соответствует национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 37101-2018, предоставляет методологическую основу для формирования систем управления устойчивостью, которые могут быть адаптированы к задачам оценки земельных ресурсов. Национальные стандарты, в свою очередь, обеспечивают учет локальных особенностей и правового контекста [7].

Интеграция международных и национальных подходов к сертификации позволяет повысить эффективность управления земельными ресурсами, снизить экологические и социальные риски и создать условия для долгосрочного устойчивого развития территорий.

#### Список литературы

1. Брутланд, Г. Х. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию/ Г.Х. Брутланд. – М.: Прогресс, 1989. – 376 с.
2. Данилов-Данильян, В.И. Экологический вызов и устойчивое развитие / В.И. Данилов-Данильян, К.И. Лосев – М.: Прогресс-Традиция, 2000 – 415 с.
3. Преображенский Б. Г. Концептуальные аспекты формирования региональной экологической программы и оценка практики ее реализации в контексте устойчивого и безопасного развития территории / Б. Г. Преображенский, Л. Г. Недикова // Регион: системы, экономика, управление. – 2020. – 4(51). – С. 143 – 160.
4. Экологическая устойчивость как фактор повышения экономической эффективности использования земельных ресурсов / Л.Г. Долматова, Е.А. Соломкина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, 2012. № 4 (08). С.2–15.
5. ГОСТ Р ИСО 37101-2018. Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента. Общие принципы и требования – Введ. 2018–08–07. – М.: Стандартинформ, 2018. – 30 с.
6. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. // United Nations: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (дата обращения: 21.01.2026).
7. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 29.12.2025) // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_33773/) (дата обращения: 21.01.2026).

## **ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ**

**Леонтьева Т.В., канд. геол. – минерал. наук**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

Территория Восточного Оренбуржья отличается острым дефицитом водных ресурсов, что препятствует социально-экономическому развитию региона. Резко континентальный климат, господствующий на территории исследуемого региона, усугубляется близостью пустынь Центральной Азии и Казахстана, что создает на юго-востоке региона уже полуаридную климатическую ситуацию. В связи с этими условиями аккумулируемые паводковые воды в поверхностных водоемах подвергаются большим потерям накапливаемых вод на испарение, и в недостаточной степени обеспечивают возрастающие потребности в водных ресурсах. Поэтому требуется внедрение новых современных технологий с позиций более внимательного учета климатических условий и особенностей геологического строения рассматриваемой территории. Исследования направлены на рассмотрение ситуации сложившейся в регионе и обеспеченность его социально-экономического развития в условиях полуаридного климата и обедненности водными ресурсами.

На исследуемой территории господствует континентальный климат с теплым летом и суровой зимой со снежным покровом. Количество осадков относительно не велико, и характерны большие температурные амплитуды, возрастающие с северо-запада на юго-восток вместе с изменениями ландшафтно-климатической ситуации. Продолжительность периода без отрицательных температур составляет в среднем 109 дней. Резко континентальный климат региона отличается большими перепадами температур воздуха, средних за самый холодный и самый теплый месяцы, достигающими 37°C. Разность абсолютных температур достигает 89°C.

Для степей региона характерны сильные ветры (бураны) при низких температурах. Снеговой покров устойчиво ложится 21 ноября и сходит 6 апреля. Его продолжительность достигает на северо-западе 150 дней. Высот снежного покрова варьирует от 40,0 до 20,0 см, уменьшаясь к юго-востоку. Глубина промерзания почвы соответственно изменяется от 70,0 см до 2,0-х м.

Осадки в регионе выпадают неравномерно, составляя на северо-западе более 350 мм/год и менее 250 мм/год на юго-востоке. Более половины осадков выпадает в теплый период, но величина испарения превышает их количество в 2-3 раза. Поэтому, в целом, климат региона засушливый. Дефицит водных ресурсов обусловлен так же преобладанием поверхностного стока над подземным, быстрым поверхностным стоком и ливневым характером осадков. Иногда за один день выпадает до 50 % нормы теплого периода.

Несмотря на наличие здесь богатейших минерально-сырьевых ресурсов, освоение их крайне затруднено водохозяйственными трудностями [2, 5, 10]. Оно обусловлено климатическими условиями, не совершенством технологий и недостатком профессиональных кадров, способных внедрять современные технологии.

На формирование природных вод региона и водного стока климатические условия оказывают влияние в комплексе с ландшафтными особенностями и геологическим строением. Они определяют высокую уязвимость к загрязнению и к техногенной нагрузке. Это в значительной степени затрудняет обеспечение населения и предприятий водными ресурсами. Поэтому исследования процессов формирования поверхностных и подземных вод и гидрогеологических условий региона с целью оптимизации водного хозяйства и предотвращения негативных процессов исключительно актуальны. Автором собраны данные, характеризующие водные ресурсы региона с обследованием и опробованием водоисточников. Территория исследуемого региона относится к горно-складчатым районам Восточного склона Южного Урала. Она испытывает продолжительные процессы денудации в течение мезозоя и кайнозоя. За это длительное время горные сооружения превратились в волнистую и широкую возвышенную равнину с грядами холмов и отдельных останцев на склонах речных долин, лишённых лесных насаждений, сохранившихся только по берегам рек в виде кустарников и одиночных деревьев.

Речная сеть развита недостаточно. На западе территории расположен бассейн р. Урал, а на востоке – бессточная область с внутренним стоком, и только на крайнем северо-востоке небольшая площадь относится к Тобольскому бассейну. Реки региона представлены правобережными притоками Ори и левобережным притоком р. Урал - Кумак (Киембай, Карабутак и Славенка). Они весной многоводны, а летом превращаются в цепочку мелких водотоков и плесов.

Горно-складчатая система Урала сложена разновозрастными породами от протерозоя до четвертичного периода. Самые древние представлены метаморфическими сланцами, кварцитами и гипербазитами. Ими сложены ядра антиформ Восточно-Уральской мегазоны [1, 2]. Материал этой мегазоны представлен продуктами ассимиляции с образованиями каледонского и герцинского циклов тектогенеза. Интрузии Карабутакского и Адамовского массивов Восточно-Уральской мегазоны представлены гранитами, гранитоидами, диоритами, серпентинитами, реже гранито-гнейсами, пироксенитами, дунитами и габбро, возраст которых определен в интервале от протерозойского до нижнего отдела каменноугольного периода.

Эффузивные и вулканогенно-осадочные породы девонского и каменноугольного возраста на западе региона по данным ВЭЗ достигают 25 км и более [2, 3]. Среди пород девонского возраста за картографированы песчаники, алевролиты, гравелиты, конгломераты, известняки, порфириды и сланцы. Среди пород каменноугольного возраста преобладают известняки, песчаники, аргиллиты, конгломераты, глинистые сланцы, андезиты, диабазы и

туфы мощностью 1000 м. Пермская система представлена гравелитами, конгломератами, аргиллитами, алевролитами, песчаниками, а в нижней части – гипсами, ангидритами, алевролитами, аргиллитами и известняками. Породы в плане и разрезе фациально изменчивы с общей мощностью до 2100 м.

Орская и Таналыкская мезозойские депрессии сложены песками, песчаниками и галечниками средней и нижней юры. Они перекрыты глинисто-алевролитовыми породами с линзами песков и песчаников мощностью более 100 м. Породы мелового возраста мощностью до 320 м представлены конгломератами и песчаниками, перекрытыми глинами и суглинками с линзами конгломератов и песков, локально кварцевых и глауконитовых с включениями фосфоритов, и конгломератов. Песчано-глинистые отложения неогена мощностью 50 м распространены в Орской депрессии [1].

Повсеместно распространены аллювиальные, делювиальные и элювиально-пролювиальные образования. Аллювий развит в приречных зонах, а элювиально-делювиальные образования – на приводораздельных площадях. Аллювий сложен песчано-гравийно-галечными и супесчано-суглинистыми разностями мощностью до 20 м. Мощность элювиально-делювиальных суглинков варьирует в пределах 10-20 м.

Рассмотренные климатические особенности территории в комплексе с физико-географическими условиями и геологическим строением и определяют характер распределения водных ресурсов.

Исследуемая территория — это южная часть Уральской гидрогеологической мегазоны. К ней, в основном, приурочен Уральский макро-бассейн стока. Сосредоточение подземных вод здесь приурочено к аллювиальному водоносному горизонту и к зонам трещиноватости пород палеозоя. Поверхностные и подземные воды взаимосвязаны с глубиной залегания уровня подземных вод 2,0-4,0 м. Зеркало грунтовых вод, например, у водохранилища «Гранитное» имеет уклон 0,0025. Питание подземных вод осуществляется за счет атмосферных осадков. Аллювий речек и ручьев в Восточно-Уральской мегазоне сложены песчано-гравийно-галечными отложениями, формирующими аллювиальный водоносный горизонт обычно небольшой мощности. Как правило, им сложена пойма и первая надпойменная терраса. Коэффициент фильтрации аллювия обычно не превышает 10-15 м/сут [6].

Трещинные воды развиты обычно до глубины 30-60 м. Так, например, в скважинах, пробуренных у хвостохранилища горнодобывающего предприятия в Новоорском районе, воды трещинного типа вскрыты в интервале глубин 3,6-9,8 м. Уровень воды в скважинах устанавливался в интервале глубин 3,0-6,8 м. Абсолютные отметки уровня составили 250,4-258,60 м. Некоторые скважины оказались первоначально безводными. Вода в них появилась через сутки на глубинах до 6,0 м и с отметками до 243,6 м. Воды трещинного типа разгружаются в аллювиальный водоносный горизонт речек и ручьев. Несмотря на относительно небольшую мощность аллювия, он обеспечивает хозяйственно-питьевое обеспечение населения небольших поселков с

количеством жителей порядка 1 тыс. человек. Хорошая взаимосвязь аллювиального водоносного горизонта с водами зон трещиноватости массивов палеозойских пород и строительством водохранилищ, аккумулирующих часть паводкового стока, в какой-то степени обеспечивает население, но недостаточно для перспективного социально-экономического развития территории [7, 8, 9].

Таким образом, рассмотрена территория и сложившаяся на ней ситуация в регионе, а также ее взаимосвязь с социально-экономическим развитием в условиях полуаридного климата. На территории требуется внедрение новых современных водохозяйственных технологий основанных на учете климатических условий и особенностей геологического строения рассматриваемой территории, и в первую очередь, использование методов восполнения эксплуатационных запасов подземных вод на всей исследуемой территории.

#### Список литературы

1. Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод: учеб. пособие [Текст] / Я.А. Гаев. - Свердловск: Изд-во Урал, ун-та, 1989. -368 с.
2. Гаев А.Я. Фундаментальные и прикладные проблемы гидросферы. Часть 1. Основы гидрогеологии: учеб. пособие. [Текст] / А.Я. Гаев, Ю.А. Килин, Е.Б. Савилова, О.Н. Маликова / под общ. ред. А.Я. Гаева. – М.: Университетская книга, 2016. – 160 с.
3. Гаев А.Я. О техногенной метаморфизации химического состава подземных вод в районах Южного Урала [Текст] / А.Я. Гаев, В.С. Самарина, Ю.М. Нестеренко// Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, - 2000. 144с.
4. Гаев А.Я. Условия формирования подземных вод Оренбургской области. [Текст] / А.Я. Гаев, И.В. Куделин, Т.В. Леонтьева, Ю.М. Погосян, Е.Б. Савилова // Гидрогеология и карстование: межвузовский сборник научных трудов: Пермь, 2013. - Вып. 19. - С. 88-94.
5. Гаев А.Я. Проблема воды, здоровья и безопасности Оренбургжцев в перспективе. [Текст] / А.Я. Гаев, И.В. Куделин, Т.В. Леонтьева, И.Н. Алферов, Е.Б. Савилова // Вестник Волжского ун-та им. В.Н. Татищева. - Тольятти, 2013. - №4 (14). - С. 20-24.
6. Гидрогеология СССР. М.: Недра, 1972. Т. 43. 272с.
7. Леонтьева Т.В. О гидрогеологических особенностях водохозяйственного освоения восточного Оренбуржья. [Текст] / Т.В. Леонтьева // Наука, новые технологии и инновации. Бишкек, 2018. - №2. - С. 73-76.
8. Леонтьева Т.В. Гидрогеологические условия водохозяйственного освоения территории Восточного Оренбуржья. [Текст] / Т.В. Леонтьева // Сборник Устойчивое развитие горных территорий Кавказа. Коллективная монография по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием г. Грозный - 2018 - Том 1- С. 147-180.

9. Леонтьева Т.В. Вопросы методики гидрогеологических исследований и обоснование возможности восполнения запасов подземных вод. [Текст] / Т.В. Леонтьева // Известия вузов Кыргызстана. Бишкек, - 2018. - №2. - С. 14-17.

10. Леонтьева Т.В. Пути возможного увеличения продуктивности действующих водозаборов Восточного Оренбуржья. [Текст] / Т.В. Леонтьева // Наука новые технологии и инновации. Бишкек, - 2018. - №3. - С. 20-23.

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДАННЫХ ПРИ ОБОСНОВАНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН**

**Муравлёва А.В., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Формирование и установление границ рекреационных зон – ключевой элемент территориального планирования, направленный на создание, сохранение и эффективное использование территорий для отдыха населения, туризма и занятий физической культурой. От точности и юридической чистоты описания этих границ зависит правовой режим земельных участков, возможность инвестирования в инфраструктуру, разрешение земельных споров и, в конечном счете, реализация конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду и отдых.

Процесс обоснования границ рекреационной зоны носит комплексный характер и включает сбор, обработку и анализ разнородных данных: градостроительной документации, материалов лесоустройства, водного кадастра, сведений о памятниках природы, результатов инженерно-геодезических изысканий. Интеграция этих данных в единую цифровую модель территории требует обеспечения их метрологической сопоставимости и контроля точности.

Рекреационные зоны устанавливаются в соответствии с правилами землепользования и застройки муниципального образования на основании Градостроительного кодекса РФ [1]. Эти зоны относятся к территориальным зонам и их границы подлежат описанию и внесению в ЕГРН.

Основополагающим документом, регламентирующим точность определения координат границ любых территориальных зон, земельных участков и объектов недвижимости, является Федеральный закон от 13.07.2015 №218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [2]. В соответствии со ст. 7 и ст. 22 Закона, местоположение границ считается согласованным, если координаты характерных точек определены с нормированной точностью, установленной приказом Минэкономразвития России.

Ключевой нормативный технический документ – Приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 № 90 «Об утверждении требований к точности и методам определения характера координат границ земельного участка, требований к точности и методам определения характера координат контура здания, строительства или объекта незавершенного строительства на земельном участке» (ред. от 09.08.2022) [3]. Хотя приказ непосредственно регулирует вопросы кадастрового наблюдения, его положения по нарушениям и описанию границ территориальных зон, так же, как последние вносятся в ЕГРН как сведения о зонах с этими территориями использования (ЗОУИТ) или как часть картографической основы.

Приказ № 90 устанавливает понятие «средней квадратической погрешности (СКП) определения координат характерных точек» ( $Mt$ ). Для границ, образованных линейными объектами (береговыми линиями, просеками) или контурами выступающих объектов точность нормируется в зависимости от категории земель и целей работ.

При обосновании границ рекреационных зон, которые часто перемещаются по границам (лесные опушки, берега водоемов) или включают в себя земли различных категорий (земли населенных пунктов, лесного фонда, земли водного фонда), применяются следующие основные нормативы точности (п. 5, 6 Приказа № 90):

1. Для земель населенных пунктов:  $Mt = 0,10$  м.
2. Для земель лесного фонда, водного фонда, особо охраняемых территорий:  $Mt = 5,0$  м. Этот размер является наиболее распространенным для границ обширных рекреационных зон, созданных для создания условий плотной городской застройки.
3. Для земель сельскохозяйственного назначения (если они включаются в рекреационную зону) и категорий точности также устанавливаются в пределах от 0,10 м до 5,0 м в зависимости от целевого назначения.

Важно отметить, что допустимое максимальное отклонение (или предельная погрешность) при контроле обычно принимается равной удвоенной величине СКП (с доверительной вероятностью 95%). Таким образом, для границы в лесном фонде фактическое отклонение особенностей характерной точки от ее «истинного» положения на местности не должно превышать 10 метров.

Метрологический контроль в данной двадцатке – это совокупность операций, выполняемых для подтверждения соответствия методов и средств измерений, а также полученных результатов установленным нормам точности.

Этапы метрологического контроля данных:

1. Контроль на этапах полевых геодезических работ.

При выносе в натуру (или съемке) границ, установленных к местам, использовались приемники GPS/ГЛОНАСС, тахеометры, электронные дальнометры. Эти средства измерений должны быть поверены, а методика измерений – соответствовать стандартам (например, «Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500»). Контроль заключается в оценке СКП по результатам измерений, измерении с эталоном и выполнении обязательных контрольных измерений (например, измерении длины линии разными приемами).

2. Контроль на этапе камеральной обработки и формирования электронного XML-документа.

При подготовке межевого плана зоны или карты (плана) территории исполнитель обязан указать в документах использованные методы определения координат (спутниковый, фотограмметрический, картометрический и т.д.) и приведенную точность (СКП) для каждой границы или ее части. Согласно

Приказу № 90, точность не должна быть хуже нормативной для данной категории земель. Орган регистрации прав (Росреестр) при приеме документов проводит формально-логический и технический контроль, в том числе проверяя соответствие заявленной точности установленным требованиям.

### 3. Контроль при согласовании границ.

Визуализация границ на картографической основе (публичной кадастровой карте позволяет участникам земельных отношений (например, смежным землепользователям, органам власти) выявить явные противоречия – наложения границ, «окна», некорректное прохождение по контурам объектов. Такие ошибки часто являются следствием применения данных разной точности или разнородных источников.

Метрологический контроль данных при обосновании рекреационных зон не является формальностью, а представляет собой описание условий создания законного и работоспособного объекта территориального планирования. Соблюдение требований к точности определения координат, установленных Приказом Минэкономразвития № 90, позволяет минимизировать риски возникновения юридических факторов, обеспечить корректность данных в ЕГРН и создать надежную основу для развития рекреационных территорий. Дальнейшее совершенствование нормативной базы должно быть направлено на уточнение требований к точности для комплексных территориальных зон и развитие задач оперативной актуализации их с учетом изменений местности.

### Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 29.12.2025) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (дата обращения: 09.01.2026)

2. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 №218-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 10.01.2026)

3. Приказ Министерства экономического развития РФ «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения» от 01.03.2016 №90 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71274166/> (дата обращения: 10.01.2026)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Понамарев К.С., Гарицкая М.Ю., канд. биол. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) — это важный продукт химической промышленности, без которого не обходятся ни одни строительные или отделочные работы. Однако в процессе придания ЛКМ лучших свойств — стойкости, долговечности, устойчивости к воздействию биологических и физических факторов, краски и другие материалы приобретают негативные свойства и становятся небезопасными для здоровья человека и окружающей среды [1].

Поскольку ЛКМ являются потенциально опасным продуктом для окружающей среды и здоровья человека, вопрос экологической безопасности этой продукции стоит очень остро. И растущий спрос покупателей на экотовары, и стремление крупнейших компаний производить экологически безопасный продукт это доказывают.

Оценка экологической безопасности лакокрасочных материалов — довольно непростой процесс. Причин тому несколько: во-первых, сложный многокомпонентный состав продукции, во-вторых, разнообразие и взаимосвязь процессов, происходящих на разных стадиях жизненного цикла ЛКМ, их воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Жизненный цикл ЛКМ включает следующие основные стадии:

- производство и транспортировка сырьевых компонентов;
- производство продукта;
- транспортировка продукта к потребителю;
- эксплуатация продукта;
- утилизация отходов после эксплуатации продукта [2].

Существует множество оценок жизненного цикла ЛКМ, на основании которых выработано несколько интегральных показателей, позволяющих оценить его нагрузку на окружающую среду. Таким показателем, например, является оценка так называемого углеродного следа на разных стадиях цикла. По одному из исследований видно, что наибольшую нагрузку на природу оказывают стадии размещения отходов, производства сырья и его транспортировки к месту производства. Иными словами, главными факторами опасности ЛКМ для окружающей среды являются изготовление и использование вредных, токсичных, ресурсоемких сырьевых компонентов и последующая утилизация опасных отходов промышленности [3].

Такие исследования показывают результаты общей оценки жизненного цикла всех типов ЛКМ, то есть являются усредненными. Возникает вопрос,

есть ли различия среди разных типов ЛКМ, например, одинакова ли нагрузка на окружающую среду при производстве краски на водной и масляной основе.

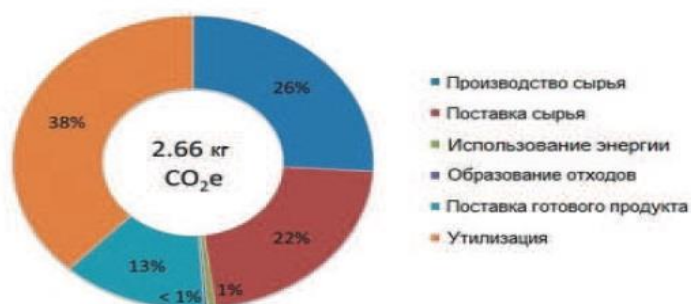


Рисунок 1 – Анализ стадий жизненного цикла ЛКМ на предмет опасности для окружающей среды

Такого рода сравнительные исследования тоже ведутся, и их результаты являются куда более ценными. Они показывают, что ЛКМ на водной основе вносят меньший вклад в нагрузку на окружающую среду и здоровье человека, чем, органорастворимые. Данные исследования, где сравнивались три типа ЛКМ для дорожной разметки: на водной основе, на основе органического растворителя и термоплавкие краски. Сопоставлялись энергоёмкость жизненного цикла, эмиссия летучих органических соединений (ЛОС), образование токсичных отходов, загрязнение воды и атмосферы и токсичность для человека.

На основании результатов исследования был сделан вывод, что водорастворимые краски — самые безопасные [4].



Синий цвет – водная основа; красный цвет – органический растворитель; зеленый цвет – термоплавкие краски.

Рисунок 2 – Сравнительный анализ жизненного цикла трех типов ЛКМ покрытий

Со всей очевидностью, важнейший аспект — состав красок. Важен он и с позиции воздействия на человека, и с позиции воздействия на окружающую среду. Основной вред для человека заключается в содержании в ЛКМ и последующей эмиссии токсичных элементов, их источниками являются летучие органические соединения, летучие ароматические соединения, тяжелые металлы и их соли, формальдегид, биоциды и фталаты [5]. Как видно из круговой диаграммы, сырье для ЛКМ оказывает огромное влияние и на окружающую среду. Например, очень опасным является производство диоксида титана. Поскольку этот компонент является одним из основных компонентов красок, вопрос ограничения его использования стоит остро. Альтернативы ему, нет, поэтому все стандарты экологической безопасности устанавливают пределы его содержания в красках.

Второй важнейший момент — образование отходов. ЛКМ — источник опасных отходов, которые требуют специальной утилизации. Причем речь идет не только об отходах после потребления (неиспользованные остатки красок), но и об отходах на стадии производства. Для минимизации их негативного влияния важен грамотный менеджмент на предприятии, направленный на повышение эффективности сортировки и сокращение объема захоронения отходов. Качественные характеристики ЛКМ напрямую сказываются на сроке службы покрытия и необходимости снова покупать продукцию для перекрашивания поверхности.

Все эти и многие другие моменты нужно учитывать, чтобы понять, является ли краска экологически безопасной. Сделать это самостоятельно непрофессионалу очень сложно: нужно не только разбираться во всех химических обозначениях, указанных на упаковке, но также выяснять у производителя количество используемых ингредиентов, искать информацию по их влиянию на здоровье и природу, запрашивать подтверждения экологичности предприятия.

Для упрощения этой задачи существует экомаркировка, которая присваивается продукту третьей независимой стороной после проверки всех вышеперечисленных аспектов.

Чем длительнее срок службы ЛКМ, тем меньше ее негативное воздействие на окружающую среду.

Компоненты ЛКМ, такие как наполнители, связующее, пигменты, очень разнообразны и по разному влияют на окружающую среду, в зависимости от своих характеристик.

Органорастворимые краски могут давать эмиссию ЛОС в 10 раз большую, чем водорастворимые.

Диоксид титана, который широко используется в ЛКМ, является наиболее опасным для окружающей среды компонентом из-за особенностей его производства. Таким образом, в продуктах с его содержанием более 10 % именно это вещество вносит наиболее существенный вклад в нагрузку на окружающую среду.

Установить экологическую безопасность ЛКМ возможно только при проведении независимой проверки, ввиду сложности проведения комплексной оценки безопасности продукции на всех стадиях жизненного цикла.

Во всем мире рынок ЛКМ движется в сторону экологизации, на это есть несколько причин.

Первая причина — глобальные тренды экопотребления. Потребители становятся все более образованными в вопросах качества товаров и услуг, они хотят покупать безопасную продукцию. И рынок подстраивается под этот спрос. Например, в северных странах в 2023 г. количество товаров с экомаркировкой «Северный лебедь» и «Европейский цветок» составило порядка 490 наименований. Почти половина всех красок покупается физическими лицами: по данным финской ассоциации лакокрасочной промышленности, в этой стране в 2022 г. было продано 52–55 млн. л. краски, причем порядка 29 млн. л. пришлось на потребление населением.

Вторая причина — стоимость жизненного цикла. Оценка стоимости жизненного цикла приобретает популярность среди закупщиков в государственном и бизнес-секторе. В России это пока ощущается слабо, так как при проведении закупок законодательно было предписано отдавать предпочтение наиболее низкой цене. Тем не менее позитивные тенденции можно ожидать и на российском рынке, так как Федеральный закон РФ № 44 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», который вступил в силу 1 января 2014 г., предполагает новые условия. Одним из обязательных требований в нем по-прежнему остается цена, но среди прочих критериев рекомендуется учитывать экологические характеристики объекта закупок (ФЗ № 44, ст. 32, ч. 1) и критерии стоимости жизненного цикла (ФЗ № 44, ст. 32, ч. 3) [6].

Третья причина — ужесточение национальных законодательств. Работа по ужесточению требований к безопасности лакокрасочных материалов ведется и на законодательном уровне. В основном это касается компонентов ЛКМ, так как именно они оказывают наибольшее воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Следует отметить, что законодательные нормы являются наиболее действенными ограничителями, поскольку являются обязательными для всех производителей. Однако по этой же причине в них не могут устанавливаться значения и положения, обеспечивающие продвинутый уровень экологической безопасности.

В России, как и за рубежом, основными добровольными стандартами для ЛКМ являются экомаркировки I типа. Это флагманы экологической безопасности, потому что их стандарты учитывают все аспекты, о которых говорилось выше [7].

Особую ценность этот инструмент приобретает в условиях российского рынка, поскольку является единственным гарантом экологичности продукции. Поскольку спрос на экопродукцию растет с каждым годом, а других серьезных индикаторов экологической безопасности пока не разработано, такая

маркировка еще и помогает продвигать товары и услуги среди заинтересованных потребителей.

В России национальной маркировкой по всему жизненному циклу является «Листок жизни». Это единственная российская экомаркировка I типа, получившая международное признание. С 2007 г. она входит во Всемирную ассоциацию экомаркировки (GEN), с 2011 г. — аккредитована в Международной программе взаимного доверия и признания ведущих экомаркировок мира (GENICES). В программе «Листка жизни» разработан стандарт оценки жизненного цикла лакокрасочных материалов СТО-56171713-006-2015 «Материалы лакокрасочные. Требования экологической безопасности и методы оценки» [8]. Стандарт учитывает все аспекты жизненного цикла и содержит требования:

- к компонентам ЛКМ (ограничиваются наиболее опасные вещества: соединения токсичных элементов, ЛОС, летучие ароматические углеводороды, ряд вредных веществ (перфторированные алкисульфанаты, перфторированные карбоновые кислоты, алкилфенол-этоксидаты, формальдегид); также ограничиваются вещества, обладающие канцерогенными, мутагенными свойствами, вызывающие аллергические реакции, токсичные и наносящие вред репродуктивной системе;

- к эксплуатационным свойствам ЛКМ;

- к системе обращения с отходами, использованию воды;

- к упаковочным материалам, определяющие их безопасность и пригодность к переработке;

- к предоставлению потребителю достоверной информации (помимо прочего, она не должна вводить потребителя в заблуждение относительно характеристик продукта и его компонентов).

Учитывая сложившуюся ситуацию, экомаркировка — единственный инструмент для производителей и продавцов ЛКМ, который:

- дает потребителю (как конечному потребителю, так и бизнесу) возможность выбрать на рынке действительно экологически безопасный продукт;

- дает производителям возможность сократить негативное воздействие на окружающую среду при производстве продукта и обеспечивает регулярные проверки третьей стороной, помогающие решить проблемные вопросы предприятия;

- дает государству надежный инструмент, направленный на повышение качества и экологической безопасности продукции [9].

Поскольку рост интереса к экопродукции в России заметно увеличивается и во многом повторяет процесс развития этого сегмента рынка в странах Европы, многие специалисты делают выводы: получение экомаркировки — это один из эффективнейших инструментов для выделения товара на рынке и увеличения количества продаж, в том числе в существующей экономической ситуации. И со временем его актуальность будет только возрастать.

## Список литературы

1. Г. И. Савин. Технология лакокрасочных покрытий: Учебное пособие. — М.: Высшая школа, 2019. — 203 с.
2. Дж. Моттер, К. Обзор промышленных покрытий, их характеристик и применения — New York: Wiley, 2018. — 48 с.
3. С. П. Фролов. Анतिकоррозионная защита и покраска металлических конструкций. — СПб.: Литейное дело, 2020 — 79 с.
4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.05.2022 № 377 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды (Зарегистрирован в Минюсте России 01.07.2022 № 69136) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2022. – № 38.
5. Репин, В. Е. Методология и методы научного исследования в техносферной безопасности : учебное пособие для вузов / В. Е. Репин, Л. А. Сазонова. — 2-е изд., перер. и доп. — Москва : Инфра-Инженерия, 2021. — 312 с.
6. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 2 (ч. I). — Ст. 130. — Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения: 14.01.2026).
7. ГОСТ Р ИСО 14001–2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. — Введ. 01.03.2017. — М. : Стандартиформ, 2017.
8. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 11 июня 2021 г. № 399 «Об утверждении требований при обращении с отходами I–IV классов опасности». — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Белов С. В. Техносферная безопасность : учебник для вузов / С. В. Белов. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 635 с.

## **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕРА ИНДЕР: УНИКАЛЬНЫЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАЗАХСТАНА**

**Пономарева Г.А. канд. геол. - минерал. наук, доцент, Коваленко Е.А.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Галогенные формации в составе эвапоритов пользуются широким распространением не только в Оренбургской области и сопредельных территориях, но и во всем мире. Интерес к полезным ископаемым, связанных с соленосными толщами, не ослабевает до сих пор. На юго-восточном окончании Восточно-Европейской платформы, на Волго-Уральской антеклизе, особенно в юго-восточной ее части, а также в Прикаспийской синеклизе галогенные формации раннепермского возраста развиты повсеместно [1, 7 и др.]. В данной статье рассматриваются геологические особенности озера Индер как уникального объекта Казахстана.

Индерское озеро, расположенное на северо-западе Казахстана, в Атырауской области, является одним из самых удивительных природных объектов не только страны, но и всей Евразии. Это не просто соленое озеро, а масштабное геологическое образование, имеющее важное значение благодаря своей уникальной тектонической природе и исключительному минеральному разнообразию. Его изучение позволяет заглянуть в глубинные процессы, происходящие в недрах Земли [2].

Ключевая особенность Индера – это его расположение на вершине одноименного соляного диапира (купола):

В глубоких геологических пластах (на глубине 5-7 км) залегает мощная толща каменных солей раннепермского возраста. Под давлением вышележащих пород пластичная соль начинает вести себя как вязкая жидкость и «всплывать» к поверхности, пробивая и деформируя более молодые слои.

На поверхность выходит соляной шток, образующий холмистую возвышенность диаметром около 20 км. Озеро расположено в самой высокой части этого купола, в карстовой котловине, образованной выщелачиванием солей грунтовыми водами.

Таким образом, Индер – это «окно» в глубокие недра, выведшее на поверхность древние солевые отложения, которые обычно скрыты под километрами осадочных пород [3, 4, 5, 6, 7].

Индер известен своими месторождениями бора (борной кислоты и боратов), которые являются крупнейшими на территории СНГ. Но его минералогическая коллекция этим не ограничивается. Здесь обнаружено более 30 минералов, многие из которых редкие и уникальные.

Боратные руды: основные полезные компоненты – это гидроборатит, индерит (назван в честь озера), колеманит, улексит. Они образуют линзы и прослои в солевых отложениях.

Происхождение боратов связано с глубинными процессами. Полагают, что бор поступал из минерализованных глубинных вод (рассолов), поднимавшихся по тектоническим разломам из мантийных слоев или древних осадочных толщ. На поверхности, в условиях озера, бор взаимодействовал с солевыми растворами, образуя сложные минеральные ассоциации [3].

Кроме боратов, здесь встречаются гипс, галит (каменная соль), целестин (сульфат стронция), мирабилит (глауберова соль) и другие. На склонах купола обнажаются также глины, мергели и известняки мезозойского и кайнозойского возраста, приподнятые солью [5].

Ядро купола сложено каменными солями (основа диапира).

Обрамление ядра – приподнятые и разорванные соляным движением породы пермского, триасового, юрского возраста – известняки, доломиты, глины.

Верхние слои представляют собой отложения мелового и палеогенового возраста (мел, мергель, опоки), образующие бортовую часть поднятия.

Само озеро заполнено современными солеными илами (грязями), рапой (насыщенным солевым раствором) и корками новообразованных солей.

Рельеф района и форма озера напрямую зависят от растворения (карста) солей:

- озерная котловина имеет карстовое происхождение.
- по периметру озера и на склонах купола распространены воронки, провалы, пещеры и подземные соленые источники.
- рельеф продолжает меняться из-за растворения солей и медленного движения диапира.
- гидрогеологическая система и питание озера сложный процесс, включающий поверхностный сток с окружающей территории (незначителен в засушливом климате), подземные воды, циркулирующие в породах обрамления, глубинные рассолы, поднимающиеся по разломам – ключевой источник бора и других редких элементов. Эти рассолы имеют повышенную температуру и минерализацию, что подтверждает их глубинное происхождение.

Долгое время озеро было важнейшей сырьевой базой для борной промышленности СССР и Казахстана.

Это природная лаборатория для изучения диапиризма, процессов боратообразования и эволюции солянокупольных структур.

Солевые грязи и рапа озера обладают бальнеологическими свойствами. Однако активная добыча в прошлом и чувствительность экосистемы требуют взвешенного подхода к использованию для сохранения этого уникального объекта [4, 6].

Индерское озеро – это выдающийся геологический памятник, где на небольшой площади сконцентрированы результаты мощных тектонических процессов, глубинной геохимии и поверхностного карстообразования. Его изучение позволяет лучше понимать механизмы формирования ряда месторождений полезных ископаемых и поведение соляных толщ в земной

коре. Сохранение и дальнейшее комплексное исследование Индера имеет не только национальное, но и глобальное значение для геологических наук.

Взгляды зарубежных исследователей на историю развития солянокупольных структур базируются на поэтапном развитии, причем существенную роль при этом играет соотношение скорости их формирования и экзогенная активность. При этом соли оказывают влияние и на нефтегазовые системы [10]. Вполне вероятно, что с известными свинцово-цинковыми оруденениями, связанных с галогенными формациями [11, 12, 13] могут быть связаны и благородные металлы. Общеизвестно, что сульфидные минералы являются минералами-концентраторами для золота и серебра [8].

Известные факты обнаружения благородных металлов в соленосных толщах на территории Оренбургской области (Бузулукская впадина, Соль-Илецкий свод, Предуральский краевой прогиб, северный борт Прикаспийской синеклизы (Пономарева 2013, 2016; Пономарева Г.А. и др., 2021)) и в Пермской (Сметанников и др., 1995, 2006, 2013, 2017 и др.) [9] убедительно свидетельствуют, что рудоносные структуры связаны с эффектами солевой тектоники. Это повышает вероятность обнаружения рудных месторождений в сходных геологических условиях по принципу аналогий.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ № 25-27-00641 «Анализ факторов развития постиндустриальных ландшафтов солянокупольных месторождений России: новые пути вторичного недропользования, рекреационно-туристско-бальнеологического природопользования и перспективы экологической реабилитации».*

#### Список литературы

- 1 Баранов В. К., Галимов А. Г., Донцкевич И. А. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1997. – 272 с.
- 2 Геология и полезные ископаемые солянокупольных структур Прикаспийской впадины. / Под ред. В.И. Попова. – М.: Недра, 1990.
- 3 Индерское месторождение боратов. // Минерально-сырьевая база Республики Казахстан. – Алматы: КИИТЭ, 2012.
- 4 Лучицкий, В.И. Соляная тектоника платформенных областей / В.И. Лучицкий. – Л.: Недра, 1977.
- 5 Минералогия Индерского месторождения. Сборник статей / Отв. ред. К.В. Скворцов. – Л.: Наука, 1970.
- 6 Петрищев, В. П. Особенности формирования ландшафтов Индерского солянокупольного района (Прикаспийская впадина) [Электронный ресурс] / Петрищев В. П., Чибилев А. А., Ахмеденов К. М. // География и природные ресурсы, 2011. - № 2. - С. 79-84.
- 7 Петрищев, В. П. Солянокупольный ландшафтогенез [Текст] : морфоструктур. особенности геосистем и последствия их техног. трансформации: [монография] / В. П. Петрищев; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние,

Ин-т степи; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Екатеринбург : УрО РАН, 2011. - 309 с.

8 Пономарева, Г.А. Платиноиды золотосульфидных месторождений черносланцевых формаций Восточной части Оренбуржья. Горный журнал. – М.: 2024. – № 4. – С. 14-19. DOI: [10.17580/gzh.2024.04.01](https://doi.org/10.17580/gzh.2024.04.01)

9 Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Пономарева Галина Алексеевна. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.

10 Jackson M. P. A., Hudec M.R. Salt Tectonics: principles and Practice. Cambridge University Press, 2016. 498 p. DOI:[10.1017/9781139003988](https://doi.org/10.1017/9781139003988)

11 Perona J., Canals À., Cardellach E. Zn-Pb mineralization associated with salt diapirs in the basque-cantabrian Basin, Northern Spain: Geology, geochemistry, and genetic model. - Economic Geology, 2018. 113 (5). – P. 1133–1159.

12 Rddad L., Jemmali N., Sośnicka M., Cousens B. The genesis of the salt diapir-related Mississippi Valley-type Ba-Pb-(± Zn) ore of the Slata district, Tunisia: The role of halokinesis, hydrocarbon migration, and alpine orogenesis. Economic Geology, 2019. 114. P. 1599-1620. DOI: 10,5382 / econgeo.4687

13 Leach D. L., Song Y.-C., Hou Z.-Q. The world-class Jinding Zn–Pb deposit: ore formation in an evaporite dome, Lanping Basin, Yunnan, China. Mineralium Deposita, 2017. 52. P. 281-296.

## **К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент,  
Петрищев В.П., д-р геогр. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Водные ресурсы играют огромную роль в народном хозяйстве, являясь стратегическим видом хозяйственно-питьевого водоснабжения, источником для сельскохозяйственного и промышленного производства. Важной частью водных ресурсов Оренбургской области являются выявленные многочисленные родники как естественного, так и антропогенного происхождения [1, 2].

В связи с всевозрастающим ростом потребления воды в настоящее время и неравномерностью распределения ее, по-прежнему остается актуальной проблема рационального использования как пресных, так и минеральных вод. В данной статье приводятся результаты изучения гидрогеохимических свойств воды родника «Голубой источник» Оренбургской области (рисунок 1), позволившие классифицировать воду как сульфатно-хлоридную кальциево-натриевую минеральную воду малой минерализации и наметить возможные направления ее использования (Селина и др., 2017).



Рисунок 1 - Родник «Голубой источник»

В 1980-х годах недалеко от села Пономаревка Оренбургской области было начато бурение нефтеразведочной скважины. В результате в силу ряда технических причин бурение было прекращено. В связи с тем, что скважина не была затопнирована, вода из скважины поднималась самоизливом и образовался сероводородный родник (озеро), получивший название «Голубой источник». С глубины порядка 100 метров из казанского карбонатно-терригенного водоносного комплекса ( $P_2kz$ ) была выведена вода с минерализацией 3,5-4 г/дм<sup>3</sup>.

«Голубой источник» находится на территории Пономаревского района Оренбургской области, в 8 км к северу от села Пономаревка. Расположен в пойме реки Дёма, в 173 м от нее.

Выходы мощных сероводородных вод представляют собой большую карстовую воронку размером 87 м, глубиной 7 м, треугольной формы, площадь зеркала озера составляет 100 м<sup>2</sup>. Выход скважины находится на дне озера (рисунок 2). Дебит составляет 0,45 л/с. Родник расположен в пойме реки Дёма и впадает в нее (Селина и др., 2017).

Вода в роднике прозрачная, без посторонних примесей, бесцветная, на вкус солоноватая, имеет запах сероводорода. Температура +5 – +7 °С, зимой не замерзает. По стенкам родника растут серо-зеленые водоросли. Вдоль береговой линии растут: василек луговой, ковыль перистый, костер безостый, мятлик луговой, осока низкая, полынь метельчатая, пырей ползучий, тростник обыкновенный.

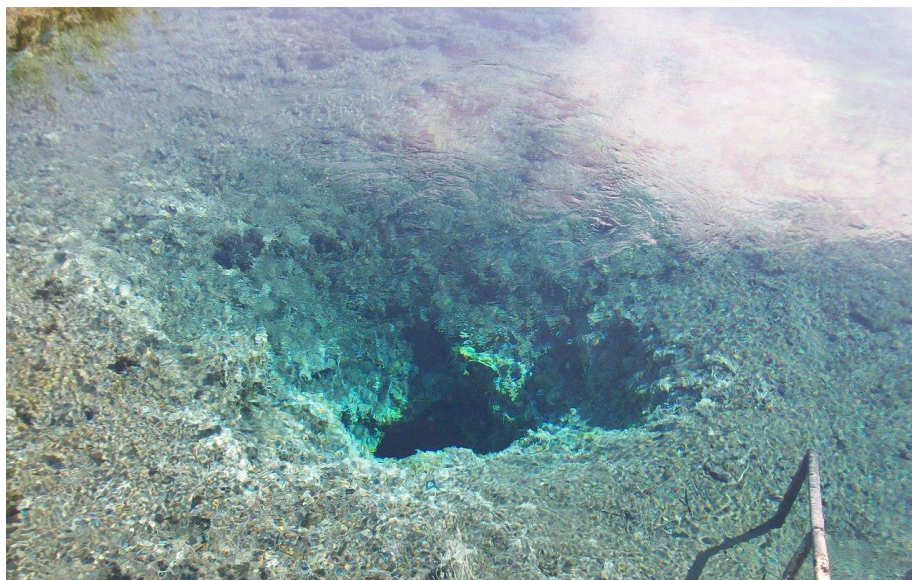


Рисунок 2 – Место выхода газа

Общеизвестно, что комплекс геологоразведочных работ и разработка нефтегазовых месторождений сопряжены с определенными геоэкологическими рисками [3]. В описываемом случае эти риски могут быть минимизированы, использованием воды возникшего техногенного источника.

С целью выяснения возможного направления использования воды источника и ее классификации были выполнены исследования проб воды, взятых из родника «Голубой источник». Полный химический анализ проведен согласно нормативным документам (НД)..

Для изучения минерализованных подземных вод были использованы следующие методы:

- 1) Анализ фондовых и литературных источников.
- 2) Для определения химического состава подземных вод был проведен полный химический анализ проб воды (в ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих предприятий» Роспотребнадзора).

- 3) Поиск аналогов минеральных вод сводился к последовательному определению подгруппы (по газовому составу), класса (по анионному составу), подкласса (по катионному составу) и гидрогеохимического типа (по совокупности гидрогеохимических показателей). При определении последнего учитывались минерализация вод, ее температура, рН и концентрация специфических компонентов. Для выявления гидрогеохимических типов минеральных вод были использованы ГОСТ Р 54316-2011 Воды «Минеральные природные питьевые».

По результатам проведенных исследований воду родника можно классифицировать согласно ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые» как сульфатно-хлоридную кальциево-натриевую минеральную воду малой минерализации ( $M=3,8$  г/дм<sup>3</sup>). Биологически активные компоненты (бром, йод, метакремниевая кислота, органические вещества,  $S_{орг}$ , сульфиды, сероводород) в опробуемой воде содержатся в концентрациях, не превышающих установленных для них бальнеологически значимых норм. В частности, несмотря на ощущаемый запах сероводорода, содержание сульфидов в воде составляет 0,68 мг/дм<sup>3</sup> при норме для отнесения минеральной воды к сероводородной не менее 10,0 мг/дм<sup>3</sup> (Селина и др., 2017).

По газовому составу согласно анализу Института геофизики им. Ю.П. Булашевича УРО РАН (анализ от 17.01.13 г.) вода родника «Голубой источник» является азотной.

Результаты исследований, представленные в данной работе, могут способствовать расширению минерально-сырьевой базы минеральных вод Оренбургской области. По данным гидрогеохимического исследования воды из родника «Голубой источник», возникшего в результате проведения геологоразведочных работ на нефть, вода источника может быть использована как питьевая минеральная лечебно-столовая вода.

По результатам наблюдения в створе реки Демы у села Наурузово качество воды характеризовалось как «загрязненная» 3 «а» класса [4]. Поэтому необходимо дополнительно пробы воды исследовать на содержание загрязняющих компонентов, в том числе и тяжелых металлов.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 25-27-00641 «Анализ факторов развития постиндустриальных ландшафтов солянокупольных месторождений России: новые пути вторичного недропользования, рекреационно-туристско-бальнеологического природопользования и перспективы экологической реабилитации».*

#### Список литературы

1. Лядский П.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации./П.В.Лядский, Л.Н.Кваснюк, А.В. Жданов,О.В. Чечулина и др. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист М-40 (Оренбург) с клапаном. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. – 352 с.

2. Water Integrated Scheduling of Metallurgical Enterprises / M. Yu. Nesterenko, A. V. Tsvyak, G. A. Ponomareva, O. A. Kapustina // Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology : Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019), Grozny, Russia, 12–13 июня 2019 года. Vol. 1. – Grozny, Russia: Atlantis Press, 2019. – P. 370-374. – DOI 10.2991/isees-19.2019.72.

3. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Оренбургской области в 2011 году. – Бузулук: ГУП Оренбургской области «Бузулукская типография», 2012 г.. – 295 с.

4. Пономарев А.А., Нестеренко М.Ю., Пономарева Г.А. Разработка программно-аппаратного комплекса мониторинга параметров гидравлического разрыва пласта при эксплуатации месторождений нефти и газа микросейсмическими методами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2021. – № 3. – С. 139-143. – DOI 10.37882/2223-2966.2021.03.26

# **МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕФТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БУЗУЛУКСКОЙ ВПАДИНЫ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ**

**Пономарева Г.А.<sup>1</sup>, канд. геол. – минерал. наук, доцент  
Петрищев В.П., д-р геогр. наук, доцент<sup>1,2</sup>**

**<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Оренбургский государственный университет»**

**<sup>2</sup> Оренбургский федеральный исследовательский центр, Институт  
степи УрО РАН**

Рассматривается содержание металлов как микрокомпонентов нефти месторождений Бузулукской впадины Оренбургской нефтегазоносной области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и возможности практического использования полученных данных.

Заложение Бузулукской впадины происходило в архейское время. Кристаллический фундамент, выполненный породами архейского возраста, сформировался в раннедокембрийскую эпоху и имеет разломно-блоковое строение. В раннем палеозое (каледонский этап) она находилась в континентальных условиях и представляла область денудации и размыва. Средне- и позднепалеозойский этап ознаменовался сменой предшествующих восходящих движений, обширными погружениями, оформились Жигулевско-Пугачевский свод, Жигулевско-Оренбургский свод, Бузулукская впадина и др. Со среднего девона началась трансгрессия герцинского этапа с ЮВ на СЗ. В пермский период режим сменился в связи с орогенезом на Урале и формированием Предуральского прогиба [1].

В современном структурном плане Бузулукская впадина по отложениям среднего палеозоя ограничена на юге Чинаревским выступом кристаллического фундамента, а по верхнепалеозойским толщам раскрывается в Прикаспийскую синеклизу. Район Росташинской группы месторождений занимает наиболее погруженную юго-западную часть Бузулукской впадины и отличается увеличенной мощностью отложений среднего девона. По среднедевонским отложениям рассматриваемый район выделяется в Южно-Бузулукскую палеовпадину, для которой характерен режим длительного непрерывного осадконакопления в эйфельское время и достаточно обильный, но прерывистый седиментогенез в живетское и франское время. Главными особенностями палеовпадины являются повышенные мощности афонинских карбонатных отложений и терригенных толщ воробьевского и ардатовского горизонтов. С этими отложениями связаны карбонатные пласты-коллекторы, которые являются основными объектами разработки на месторождениях Росташинской группы [1].

Карбонатные и терригенные отложения, содержащие перечисленные пласты-коллекторы, перекрыты мощными глинистыми отложениями. Наличие

таких покрышек способствовало формированию и сохранению в рассматриваемом районе высокопродуктивных залежей легких, газонасыщенных («летучих») нефтей и газоконденсатных залежей [1].

Нижнепермские отложения получили широкое развитие, характеризуются значительными вариациями мощности, полнотой разреза и литолого-фациальным составом. Иренский горизонт Кунгурского яруса распространен практически по всей территории впадины, сложен, как правило, галогенными породами. Доломиты, прослой ангидрита имеют подчиненное значение. При прослеживании разреза с северо-запада на юго-восток мощность солей (каменной и ангидритов) возрастает. Флюидоупорами пород-коллекторов нижнепермского нефтегазоносного комплекса является сульфатно-галогенная толща иренский горизонт кунгурского яруса. Севернее Бобровского и группы Сорочинско-Покровских месторождений соленосные отложения сменяются карбонатными породами, выклинивающимися в северо-западном направлении [1].

Нами исследованы образцы нефти на содержание металлов из следующих пластов: на Бобровском месторождении из пластов  $O_2$  и  $O_3$ , на Покровском –  $A_3$ ,  $A_4$  и  $B_2$ , на Тананыкском месторождении –  $T_1$  и  $T_2$ , на Долговском месторождении –  $T_2$ , на Пронькинском –  $A_4$ , на Сахаровском –  $D_4$ , на Гаршинском –  $A_4$ ,  $T_1$  и  $T_2$ , на Росташинском –  $B_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $D_5$  (Пономарева Г.А., 2012 и др.).

Важными задачами нефтяной геологии является совершенствование методов поиска, разведки нефти и газа, более полного извлечения их из недр и комплексной переработки. Особенно это касается трудно извлекаемых, тяжелых нефтей. Поиск решений проблемы генезиса углеводородных флюидов мог бы помочь приблизиться к решению этих задач, определив источники углеводородов (УВ), поскольку вопросы происхождения нефти, по-прежнему, остаются остро дискуссионными.

Несмотря на распространенный взгляд об осадочно-миграционном происхождении нефти, необходимо принимать во внимание имеющиеся работы, где достаточно аргументировано обосновывается влияние эндогенных факторов на образование углеводородов и повышенных концентраций металлов в них (Маракушев А.А.; Золоев К.К., 2009; Иванов К.С. и др.), что нельзя не учитывать при анализе вопросов источников металлов в нефти и самих УВ флюидов в рассматриваемом регионе [2-5].

Оренбургские нефти могут представлять определенный интерес при решении этих вопросов в связи с установленными повышенными содержаниями благородных металлов (БМ) и ряда рудных металлов, а также их парагенезисов в углеводородном сырье области (нефтегазовые месторождения, природные битумы и др.) [6, 7, 8].

Наибольший интерес в этом отношении представляют смолисто-асфальтеновые компоненты нефти. Концентрация смолисто-асфальтеновых веществ в нефти, как правило, невелика (как и металлов), но именно они во многом определяют свойства нефти. При этом подавляющая часть металлов

присутствует именно в смолах и асфальтенах. Исследования нефтей месторождений Оренбургской области показали прямую зависимость содержания ряда металлов от плотности нефти ( $V_{0,5}$ ,  $Co_{0,4}$ ,  $Ni_{0,52}$  и  $S_{0,68}$ ) [6] (что подтверждается и литературными данными), а плотность нефти определяется, как правило, содержанием именно смол и асфальтенов ( $R=0,78$ ) [6].

Изучая структуру и состав этих веществ, формы нахождения металлов в них, можно приблизиться к пониманию путей формирования конденсированной органики, способов превращения ее в более низкомолекулярные соединения, что, в свою очередь, приведет к понижению плотности и вязкости, в том числе, и трудно извлекаемой тяжелой, высоковязкой нефти, а также поможет справиться с проблемами извлечения такого сырья из недр и переработкой тяжелых нефтяных остатков, попутно извлекая из них металлы.

Интенсивная добыча углеводородного сырья приводит к уменьшению доли запасов легких и средних нефтей в общем балансе углеводородного сырья. Особенно это характерно для развитых нефтедобывающих регионов, каким и является Оренбургская область. В связи с этим на повестку дня поставлен вопрос о возможности добычи трудно извлекаемых тяжелых, высоковязких нефтей [9], которые являются таковыми вследствие обогащенности высокомолекулярной конденсированной органикой, то есть смолисто-асфальтевыми компонентами в том числе.

Изучение микрокомпонентного состава Оренбургских нефтей стало возможным благодаря усовершенствованию высокоточных физико-химических методов анализа. Количественные определения металлов в нефти выполнены методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), на спектрометре МГА-915 на кафедре геологии Оренбургского государственного университета с применением патентованных разработок (Патент РФ №2409810) [6]. Это обусловило неповторяемость результатов определения (более 500 элементопределений) и открыло пути к их углубленной статистической обработке. ААС метод позволяет определять широкий круг элементов и, именно, в концентрациях, типичных для металлов в нефти.

Нефтяные пробы отбирались испытателем пластов в терригенных и карбонатных коллекторах, разной стратиграфической и структурно-тектонической принадлежности. Дополнительно план порбоотбора учитывал гипотезу о глубинном источнике платиноидов в нефтях, что потребовало создания новых комбинаций анализов, характеризующих зоны тектонических нарушений и связанных с ними структур приразломного типа.

Опубликованные данные по изучению геохимических особенностей и закономерностей распределения металлов, в том числе и благородных в нефтегазовых месторождениях, битумах, асфальтитах, и возможность их использования для решения задач нефтяной геологии кратко можно свести к следующему [7, 8, 10, 11 и др.].

Обнаружение в нефти Бузулукской впадины типично мантийных металлов – хрома, платины, палладия и ряда других металлов, парагенезис

металлов Ti + V + Zr + Ni с высокими концентрациями в нефти (ванадий – от 5 до 150 г/т, титан – от 10 до 200 г/т, цирконий от 10 до 30 г/т, никель от 1 г/т и ниже до 10 г/т (по результатам спектрального анализа)), ультрамафитовый характер распределения платиноидов (Pt/Pd $\approx$ 2), значимые коэффициенты корреляции платины с другими БМ (Au<sub>0,64</sub>, Pd<sub>0,5</sub>) и ряд других данных, а также результаты статистической обработки результатов элементноопределений позволили сделать вывод, подтверждающий возможную роль мантийной компоненты в благороднометальной специализации углеводородных флюидов Бузулукской впадины [7, 8 и др.]. В пользу этой гипотезы свидетельствуют и следующие факты:

- совпадение повышенных концентраций БМ с вертикальной проекцией разрывных структур фундамента с выходом ультраосновных пород перидотит-пироксенит-габбро-норитовой формации (наличие пород доказано бурением со вскрытием кристаллического фундамента - Росташинская, скв. 171, 172, Тананыкская - 166, Твердиловская - 14 и др. согласно геологической карте кристаллического фундамента юго-востока Русской платформы [12]);

- особенностью магматических пород кристаллического фундамента платформенного Оренбуржья является выявленная его нефтегазоносность в ряде районов Бузулукской впадины. Так Ю.Н. Якименко (2008) приводит примеры таких площадей – Давыдовская площадь, скважина № 50, Сорочинский выступ, Ольховская – 778, Росташинская – 171 (получен приток нефти дебитом 1,8 м<sup>3</sup>/сутки) и др.;

- обогащенность более 27 углеводородных месторождений Оренбургской области гелием (порядка 0,05 %, по данным А.Э. Конторовича и др., 2006).

Однако, вместе с тем, методами математической статистики была выявлена некоторая специфичность распределения благородных металлов на уровне пластовой литологии, что даёт основания признавать влияние вмещающих коллекторов объективно существующим [6, 8]. Поэтому благородные металлы можно использовать как геохимические индикаторы при изучении полигенеза нефти [10].

Установлено также, что распределение платиноидов в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области подчиняется разномасштабным пространственным и временным закономерностям их локализации в структурах платформенного чехла: структурно-тектонических зонах, нефтегазогеологических районах и литолого-стратиграфических уровнях [8 и др.], что можно использовать при металлогеническом районировании территории платформенного и складчатого Оренбуржья, например, по платиноидной специализации. В любом случае приведённые факты заслуживают дополнительного изучения.

Показана возможность использования характера распределения металлов в стратиграфических разрезах отдельных месторождений для процедуры корреляции продуктивных пластов [6]. Также возможно использование продуктов пиролиза нефтесодержащих отходов, в том числе нефтешламов, при синтезе пористой керамики. Присутствие в продуктах пиролиза нефтешламов

оксидов металлов природного и техногенного происхождения предусматривает снижение температуры обжига [13].

Сорта нефти с повышенным содержанием ванадия, никеля, титана, циркония и платиноидов могут оказаться перспективным видом органоминерального сырья.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ № 25-27-00641 «Анализ факторов развития постиндустриальных ландшафтов солянокупольных месторождений России: новые пути вторичного недропользования, рекреационно-туристско-бальнеологического природопользования и перспективы экологической реабилитации».*

#### Список литературы

1. Баранов В. К., Галимов А. Г., Донцкевич И. А. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1997.- 272 с.
2. Маракушев А.А. Геохимическая специфика нефти и происхождение ее месторождений / А.А. Маракушев, Б.И. Писоцкий, Н.А. Панеях, Р.П. Готтих // Доклады АН, 2004. – Т. 398. – № 6. – С.795 - 799.
3. Иванов К.С. Нефть – продукт ультрабазитовой мантии Земли / К.С. Иванов, Ю.Н. Федоров, Ю.В. Ерохин, В.Г. Кучеров, Л.А. Петров, О.Э. Погромская, А.Б. Шишмаков, К.Ш. Биглов // Сб. материалов III-ей международной конференции «Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2009. – С. 200 - 202.
4. Золоев К.К. Прогнозно-минерагеническое районирование в формате кластерного анализа / К.К. Золоев // Литосфера, 2009, № 6. – С. 3 - 16.
5. Золоев К.К. Формирование и закономерности размещения углеводородов, генетически и пространственно связанных с твердыми полезными ископаемыми на территории западно-сибирской плиты / К.К. Золоев [и др.] Уральская геологосъемочная экспедиция. – Екатеринбург, 2012. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ugse.ru>. Дата обращения 12.02.2013.
6. Пономарева Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: автореф. дис....канд. геол.-мин. наук: 25.00.11. – Екатеринбург, 2013. – 23 с.
7. Пономарева Г.А. Геохимические особенности распределения благородных металлов в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области / Г.А. Пономарева // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2015. – № 7. – С. 167-172.
8. Пономарева Г.А. Закономерности пространственного распределения платины и палладия в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области / Г.А. Пономарева, И.А. Никифоров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – Екатеринбург, 2015 № 7. С. 28-34.

9. Грачев И.Д. Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений // Экологический вестник России, № 6, 2014. С. 4.22-27.

10. Таловина И.В. Элементы платиновой группы как геохимические индикаторы при изучении полигенеза нефти / И.В. Таловина, Р.К. Илалова, И.А. Бабенко // Записки горного института. – 2024. – Т. 269. – С. 833-847.

11. Щеколдин Р.А. Новоземельский бассейн в раннем девоне / Р.А. Щеколдин, Р.К. Илалова / Горный журнал. – 2024. № 9. – С. 62-68. DOI 10.17580/gzh.2024.09.10.

12. Галимов А.Г. Абсолютный возраст кристаллических пород докембрия юго-восточной части Волго-Уральской антеклизы / А.Г. Галимов, С.П. Макарова // Геология и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области: научные труды компании «ОНАКО» и «ОренбургНИПИнефть». – Оренбургское книжное издательство, 2001. – Выпуск 3. – С. 42 - 54.

13. Применение нефтешлама в качестве выгорающей добавки при обжиге алюмосиликатной керамики / Е. В. Калинина, В. А. Шаманов, М. П. Красновских [и др.] // Стекло и керамика. – 2025. – Т. 98, № 6(1170). – С. 51-57. – DOI 10.14489/glc.2025.06.pp.051-057.

## **ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БЕЛЯЕВСКОГО РАЙОНА**

**Пономарева Г. А., канд. геол. – минерал. наук доцент, Хряпова Д.А.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Беляевский район, занимающий юго-восточную часть Оренбургской области в левобережье реки Урал, представляет собой классический пример территории, чей экономический потенциал и природные особенности всецело детерминированы её геологическим строением. Уникальность района заключается в его тектонической позиции на стыке двух крупнейших структурных элементов Восточно-Европейской платформы: глубокой Прикаспийской синеклизы и линейного Предуральского краевого прогиба. Эта граница, являющаяся зоной долгоживущих глубинных разломов, не только определила характер осадконакопления на протяжении сотен миллионов лет, но и контролирует пространственное распределение практически всех известных месторождений полезных ископаемых.

Геологическая история региона, расшифрованная по данным многочисленных буровых скважин и геофизических исследований, отражает этапы погружения платформенного фундамента и заполнения обширного бассейна морскими и континентальными осадками. Мощность осадочного чехла здесь достигает 15-20 километров, создавая условия для формирования и консервации значительных запасов минерального сырья [1, 2].

Изучение недр района, проводившееся на протяжении всего XX века и продолжающееся сегодня, базируется на фундаментальных сводках, таких как «Геология СССР. Том XIII», материалах территориального геологического фонда и современных исследованиях Института геологии Уфимского научного центра РАН, кафедры геологии, географии и кадастра Оренбургского государственного университета и ряда других организаций, что позволяет составить целостную картину его минерагении [2, 3 и др.].

Геологический разрез Беляевского района является эталонным для западного борта Предуральского прогиба. В его основании, вскрытом лишь глубокими поисковыми скважинами, залегают отложения девонской и каменноугольной систем. Девон представлен терригенными и карбонатными породами, которые в региональном масштабе составляют один из основных нефтегазоносных комплексов Волго-Уральской провинции. Каменноугольные отложения, достигающие мощности в несколько сотен метров, сложены преимущественно известняками и доломитами с прослоями глин и гипсов. Эти карбонатные толщи не только являются коллекторами для углеводородов, но и сами по себе представляют интерес как сырьевая база для производства щебня, извести и доломитовой муки. Выше залегает мощная (до 1000-1500 метров) толща нижнепермских отложений кунгурского яруса, которая играет ключевую роль в геологии района. Она сложена ритмичным чередованием каменной соли

(галита), гипса, ангидрита, доломитов и аргиллитов. Именно пластичные соли кунгурского яруса, способные к течению под давлением, стали причиной развития уникального тектонического процесса – солянокупольной тектоники. На протяжении миллионов лет соляные массы внедрялись в вышележащие породы, формируя диапировые складки и купола. Эти структуры предопределили локализацию нефтяных и газовых залежей, создав многочисленные ловушки, и оказали влияние на распределение других полезных ископаемых. Выше кунгурских отложений несогласно залегают красноцветные терригенные породы верхней перми – песчаники, алевролиты и глины, свидетельствующие об изменении условий осадконакопления на континентальные. Четвертичные и неогеновые отложения малой мощности, представленные суглинками, песками и галечниками, завершают разрез и слагают современный рельеф пологоволнистой равнины, расчлененной долиной Урала и его притоков [1, 2, 3].

Центральное место в минерально-сырьевом балансе Беляевского района традиционно занимают горючие полезные ископаемые – нефть и попутный газ. Район является составной частью нефтегазоносной области в пределах Волго-Уральской провинции. Продуктивность территории напрямую связана с развитием солянокупольных структур.

Нефтеносность установлена в карбонатных коллекторах франского яруса верхнего девона, турнейского и визейского ярусов нижнего карбона, а также в терригенных отложениях башкирского яруса среднего карбона. Залежи, как правило, пластово-сводовые, приуроченные к брахиантиклинальным складкам над соляными куполами или к их периклинальным замыканиям. Глубина залегания продуктивных горизонтов варьирует от 1800 до 2800 метров. Нефти преимущественно тяжелые (плотность 0.87-0.89 г/см<sup>3</sup>), высокосернистые (содержание серы до 3.5 %), парафинистые, что предъявляет особые требования к технологии их добычи и подготовки [1]. Разработка месторождений ведется с середины XX века, многие из них находятся на поздней стадии эксплуатации, характеризующейся высокой обводненностью продукции. Однако перспективы района далеко не исчерпаны. Они связаны с доразведкой глубокозалегающих горизонтов на крыльях и периферии известных структур, поиском залежей в подсолевых комплексах, а также с внедрением методов увеличения нефтеотдачи (методы термического, химического и газового воздействия на пласт). Сопровождающий нефть попутный газ, хотя и не образует самостоятельных крупных залежей, является ценным ресурсом для местной энергетики и химической переработки [1, 3, 4].

Второй, стратегически важной группой полезных ископаемых являются неметаллические ресурсы, связанные с кунгурской соленосной толщей. Прежде всего, это каменная соль (галит). Пласты соли мощностью от 20 до 100 метров и более, залегающие на глубинах от 500 до 1500 метров, представляют собой высококачественное сырье. Содержание NaCl в чистой соляной породе достигает 98-99 %. Соль может использоваться в пищевой промышленности, для производства каустической соды и хлора, в коммунальном хозяйстве

(противогололедные реагенты) и животноводстве. Наиболее рациональным и экологически безопасным методом добычи в условиях Беляевского района считается скважинная гидродобыча (подземное выщелачивание), при которой на поверхность извлекается не твердая порода, а готовый рассол. В галогенных формациях кунгурского возраста Южного Предуралья выявлены повышенные содержания благородных металлов (БМ) – Pt и Pd, Au, Ag. Обнаружение благородных металлов в соленосных толщах Оренбургского Предуралья имеет и прикладное значение, демонстрируя взаимосвязь повышенных концентраций металлов с процессами галогенеза и эффектами солевой тектоники [5]. В ряде месторождений Южного Предуралья также обнаружены Pt и Pd, что указывает на широкую разность литологических типов пород, участвующих в миграции БМ в недрах [6, 7, 8].

Комплексно с солью залегают гипс и ангидрит, формирующие пласты и линзы значительной мощности. Их естественные выходы часто наблюдаются по склонам речных долин, особенно Урала, где процессы эрозии вскрыли кунгурские отложения. Гипс используется для производства строительных вяжущих (строительный и формовочный гипс, гипсокартон), в качестве добавки в цемент и в сельском хозяйстве для мелиорации солонцовых почв [2, 9]. Карбонатные породы, представленные известняками и доломитами каменноугольного и пермского возраста, распространены повсеместно. Хотя их химический состав часто не соответствует высоким требованиям металлургических флюсов, они широко используются как щебень для дорожного строительства, бутовый камень, технологическое сырье для получения извести, а также для известкования кислых почв. Их запасы в районе практически неограничены. Район в высокой степени самообеспечен традиционными строительными материалами, что является важным фактором его хозяйственного развития. Наиболее ценными являются месторождения песчано-гравийных смесей (ПГС), приуроченные к аллювиальным отложениям высокой поймы и надпойменных террас реки Урал. Эти материалы составляют основу для производства бетона и асфальтобетона, используются в дорожном строительстве и для отсыпки оснований.

Кирпичные и керамзитовые глины связаны как с покровными суглинками четвертичного возраста, так и с верхнепермскими красноцветными толщами. Их качество позволяет организовать производство полнотелого и пустотелого кирпича, керамических блоков и пористого заполнителя – керамзита. Месторождения строительных песков (для растворов, силикатных изделий, дорожных работ) также имеют четвертичный и неогеновый возраст и эксплуатируются многочисленными карьерами. Помимо освоенных видов сырья, недра района содержат ресурсы, которые можно отнести к категории потенциальных или резервных. К ним, прежде всего, относятся бромсодержащие рассолы. Высокоминерализованные хлоридно-натриевые рассолы, циркулирующие в водоносных горизонтах внутри и под соляной толщей, часто характеризуются повышенными концентрациями брома (от 250 до 450 мг/л и более). При сложившемся дефиците брома на мировом рынке эти

рассолы представляют значительный интерес как попутный компонент при добыче соли или нефти.

Существует также потенциал для развития местной бальнеологии. Минеральные воды сульфатно-кальциевого типа (гипсовые), формирующиеся при инфильтрации атмосферных осадков в гипсоносные толщи, могут использоваться для наружных бальнеологических процедур. Лечебные грязи (сапропели, сульфидные илы) могут накапливаться в старичных озерах поймы Урала [9, 10].

Важной, но часто недооцениваемой составляющей природного наследия являются палеонтологические объекты. В известняках каменноугольного возраста встречаются обильные и прекрасно сохранившиеся комплексы ископаемой фауны: брахиоподы, кораллы, мшанки, морские лилии (криноидеи). Эти стратиграфические уровни имеют огромную научную и образовательную ценность и могут быть объявлены геологическими памятниками природы, став точками притяжения для специалистов и любителей геотуризма. Активное промышленное освоение недр неизбежно порождает комплекс экологических проблем, требующих постоянного внимания и инвестиций [11].

Наиболее остро стоит вопрос последствий нефтегазодобычи: риск загрязнения почв и водоносных горизонтов нефтепродуктами и высокоминерализованными пластовыми водами при авариях на трубопроводах, утилизация буровых шламов, нарушение земель кустовыми площадками. Особую, геологически обусловленную опасность представляет соляной карст и суффозия. Подземное растворение солей и гипсов как естественными водами, так и техногенными стоками может приводить к скрытому образованию обширных полостей и последующим внезапным провалам поверхности. Эти процессы угрожают устойчивости инженерных сооружений, линий электропередач, трубопроводов и автомобильных дорог, требуя проведения дорогостоящих инженерно-геологических изысканий и специальных защитных мероприятий при любом строительстве [12]. Крупные карьеры по добыче строительных материалов, хотя и имеют локальное значение, наносят ущерб ландшафтам и почвенному покрову, нуждаясь в последующей рекультивации [11].

Таким образом, минерально-сырьевой комплекс Беляевского района, сформированный уникальным геологическим строением, представляет собой прочный фундамент не только его экономики, но и всего региона и РФ в целом. Однако его будущее развитие не может заключаться в экстенсивном наращивании добычи. Стратегической задачей является переход к модели рационального, комплексного и высокотехнологичного недропользования.

Это предполагает:

- 1) Внедрение передовых методов увеличения нефтеотдачи и интенсификации добычи на старых месторождениях;
- 2) Глубокую переработку сырья (соли, гипса) с получением продукции с высокой добавленной стоимостью;

3) Попутное извлечение и использование редких компонентов (бром, йод из рассолов и, возможно, БМ из солей и других месторождений района);

4) Максимальное использование вскрышных пород и отходов производства;

5) Обязательное проведение рекультивации всех нарушенных земель и внедрение наилучших доступных технологий для минимизации экологического ущерба.

Отдельным перспективным направлением может стать использование геотермального потенциала глубинных горизонтов для энергообеспечения и развитие геологического туризма [13].

Только такой сбалансированный подход, основанный на глубоком понимании геологии территории, позволит превратить богатство недр Беляевского района в устойчивое развитие и долгосрочное процветание всего региона.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ № 25-27-00641 «Анализ факторов развития постиндустриальных ландшафтов солянокупольных месторождений России: новые пути вторичного недропользования, рекреационно-туристско-бальнеологического природопользования и перспективы экологической реабилитации».*

#### Список литературы

1. Баранов В. К., Галимов А. Г., Донцкевич И. А. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1997.- 272 с.

2. Лядский П.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. / П.В. Лядский, Л.Н. Кваснюк, А.В. Жданов, О.В. Чечулина и др. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист М-40 (Оренбург) с клапаном М-41. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. – 352 с.

3. Кантор В.И. Минералогия Оренбургской области: монография. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2001. 124 с.

4. Виссарионова В.Ю., Гараев А.К. Геология и нефтегазоносность Волго-Уральской провинции. М.: Недра, 1998. 320 с.

5. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минералогия»: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Пономарева Галина Алексеевна. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.

6. Пономарева, Г.А., Никифоров И.А. Закономерности пространственного распределения платины и палладия в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2015. - № 7. С. 28-34.

7. Пономарева, Г.А. Платиноиды золотосульфидных месторождений черносланцевых формаций Восточной части Оренбуржья. Горный журнал. – М.: 2024. – № 4. – С. 14-19. DOI: 10.17580/gzh.2024.04.01
8. Таловина, И.В. Элементы платиновой группы как геохимические индикаторы при изучении полигенеза нефти / И.В. Таловина, Р.К. Илалова, И.А. Бабенко // Записки горного института. – 2024. – Т. 269. – С. 833-847.
9. Рыбалко А.А., Кантор В.И. Донгузско-Буртинское гипсовое месторождение (геологическое строение, генезис, перспективы) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 4 (12-1). С. 167–169.
10. Петрищев В. П. Структурно-тектоническая и геоморфологическая сопряженность солянокупольных морфоструктур Оренбургского Приуралья [Текст] // Проблемы региональной экологии, 2017. - № 5. - С. 82-87.
11. Петрищев В.П., Пономарева Г.А. Техногенные ландшафтно-геохимические комплексы Блявинского медноколчеданного месторождения Оренбургской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География, геоэкология. – Воронеж, 2025. № 3. – С.13 – 19. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/3/13-19>
12. Мирчинк М.Ф., Вассоевич Н.Б., Ржонсницкая М.А. Солянокупольная тектоника и её влияние на формирование месторождений нефти и газа. М.: Госгортехиздат, 1962. 280 с.
13. Овчинников В.П., Краснов С.Г. Экологические проблемы недропользования в нефтегазоносных регионах. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2010. 215 с.

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГАЛОГЕННЫХ ФОРМАЦИЯХ ОРЕНБУРГСКОГО СЕГМЕНТА ПРЕДУРАЛЬЯ**

**Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент**

**Петрищев В.П., д-р геогр. наук, доцент**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Оренбургский государственный университет»**

По результатам изучения распределения благородных металлов и их форм нахождения в солях и отходах солей Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей в Пермском крае К.К. Золоев с коллегами (2001) отнесли Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей в Предуральском краевом прогибе (ПКП) к нетрадиционному типу платинометального оруденения – металлы платиновой группы (МПГ) в соляных отложениях [1, 2, 3, 4].

В Оренбургском государственном университете на кафедре геологии проводят многолетние исследования закономерностей распределения благородных металлов (платина, палладий, золото и серебро), в том числе и в галогенных формациях Южного Предуралья [6].

На территории Оренбургской области галогенные формации раннепермского возраста широко развиты, их мощность возрастает на юг и юго-восток. В Предуральском краевом прогибе она достигает максимальных значений [5].

Выборки изучаемых галогенных объектов формировали из образцов Илецкого месторождения соли, а также из керна скважин нефтегазовых месторождений (месторождения Графское скв 620, Аккобинское скв 171, Вершиновская скв 501, 495, Песчаное скв 24, Восточно-Песчаное скв 30, Буранная скв 1)[6].

Соляные структуры Оренбургского Предуралья сопряжены с сетью дизъюнктивных тектонических нарушений. Выборка характеризует приуроченность опробованных соленосных толщ к границам структурно-тектонических элементов 1-го порядка, а также надпорядковых структур. В Оренбургской части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции каменные соли, как правило, являются флюидоупорами в природных резервуарах углеводородов. Строение осадочных толщ территории характеризуется присутствием гипсов, ангидритов, каменных солей раннепермского возраста  $P_{1ir}$ . Толща имеет ритмичное строение, наблюдается чередование галогенных и сульфатно-галогенных солей, многократно повторяющихся в разрезе. Мощность соленосных образований имеет тенденцию увеличения в южном направлении Волго-Уральской антеклизы (ВУА). В месте сочленения надпорядковых структур Восточно-Европейской платформы – ВУА, ПКП и Прикаспийской синеклизы получил широкое развитие галокинез (валы, в том числе и меридионального простирания, диапиры и др.). Отдельные солевые

образования достигают более 5000 м [5, 7-9]. Отложения иренского горизонта перекрывают рифогенные артинские известняки и подстилают морские осадки уфимского яруса и континентальные отложения неогеновой и четвертичной систем (галечники, глины, пески) [5].

Образцы солей отбирались из толщ, служащих покрывками (региональными флюидоупорами) для пород коллекторов нефтегазовых месторождений.

Илецкое месторождение галита расположено на Соль-Илецком своде Волго-Уральской антеклизы. Месторождение представляет собой соляной купол мощностью более 1200 м [9, 10 и др.]. Образцы Илецких каменных солей отбирались из горных выработок.

В образцах каменной соли из указанных выше месторождений определяли содержание следующих БМ - Au, Ag, Pt, Pd, так как эти металлы являются промышленно значимыми.

Инструментально концентрации металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермическим атомизатором на приборе фирмы «Люмэкс» (СПб) в лаборатории физических методов исследования кафедры. Химическую подготовку проб и измерения концентраций металлов проводили по методике количественного химического анализа (ВСЕГЕИ). Дополнительно применяли патентованный способ предварительного добавочного окисления углеродсодержащей матрицы образцов (Патент РФ №2409810). Следует заметить, что авторские данные, как и результаты, представленные в работах А.Ф. Сметанникова с коллегами, отмечают наличие углеродсодержащих соединений в исследуемых пробах солей [6] и в отходах их производства [1-4]. Конечные растворы или мелкодисперсные системы анализировали и измеряли концентрации благородных металлов. Данные по содержанию благородных металлов в образцах галита различных нефтегазовых месторождений и Илецкого месторождения приведены в таблице 1 [6].

Таблица 1 – Концентрации БМ в соленосных формациях Южного Предуралья

Объекты	Pt	Pd	Au	Ag	ΣPt,Pd	ΣБМ
Месторождение Илецкое (9)	<u>43-311</u> 164	<u>3-98</u> 39	<u>20-1465</u> 416	<u>62-1545</u> 623	203	1242
Соль нефтяных площадей и месторождений (19)	<u>52-3128</u> 880	<u>3-248</u> 54	<u>5-2064</u> 537	<u>53-3079</u> 766	934	2237

В числителе указан размах содержаний, в знаменателе – средние значения, в скобках число проб. Содержания металлов даны в мг/т

Результаты, полученные при определении БМ в каменной соли, свидетельствуют о неравномерном распределении их. Самые высокие

концентрации платины (3128 мг/т) и золота (2064 мг/т) приурочены к галитам месторождения Песчаное. Максимальное содержание серебра (3079 мг/т) наблюдаются в каменной соли месторождения Вершиновское. Палладия – больше всего в солях Акобинского месторождения газа (248 мг/т). Самые низкие концентрации платины (43 мг/т) и палладия (3 мг/т) наблюдаются в образцах Илецкого месторождения каменной соли.

Размах значений концентраций золота, платины, палладия больше в солях нефтегазовых месторождений. А в образцах Илецкого месторождения каменной соли размах содержаний платины, палладия ниже на порядок. Это может свидетельствовать о наличии геохимического барьера на границе соль-нефть.

Распределение платиновых металлов в галогенных солях Оренбуржья по абсолютным значениям и соотношению платины к палладию носит ультрамафитовый характер: средние содержания платины и палладия составляют 100n мг/т и 10n мг/т соответственно, соотношение платины к палладию больше единицы, что характерно для месторождений области различной формационной принадлежности [11]. Располагая металлы в порядке уменьшения средних значений их концентраций в солях Илецкого месторождения, получаем ряд Ag, Au, Pt, Pd, демонстрирующий специализацию данного месторождения по благородным металлам. По металлам платиновой группы - палладиево-платиновая, при соотношении платины к палладию гораздо больше единицы.

Следует отметить, что в галогенных солях, сопряженных с нефтегазовыми месторождениями выявлены максимальные концентрации благородных металлов. Эти месторождения характеризуются особенностями своего положения в геолого-структурных зонах. Так, Акобинское газовое месторождение приурочено к Предуральскому краевому прогибу (западный борт). Песчаное – к зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы и Прикаспийской синеклизы. Вершиновское нефтяное месторождение расположено на стыке надпорядковых структур ВЕП: – ВУА, северного борта ПС и ПКП. Установлено [5] разломно-блоковое строение и ступенчатое погружение кристаллического фундамента Прикаспийской синеклизы в юго-западном направлении, а Предуральского прогиба - в юго-восточном. В осадочном чехле описываемой территории выявлено наличие разрывных нарушений субширотного и субмеридионального простирания [5]. Это районы повышенной проницаемости. В кунгурских осадках наблюдаются соляные купола более 4,0 км (Макарова О.И. и др., 1980).

Соли углеводородных месторождений демонстрируют специализацию по металлам – Pt, Ag, Au, Pd (металлы расположены в порядке уменьшения средних значений их концентраций). По металлам платиновой группы, также как и в солях Илецкого месторождения - палладиево-платиновая специализация, при соотношении платины к палладию гораздо больше единицы.

Использование метода ранговой корреляции позволило выявить взаимосвязи металлов (программный комплекс STATISTICA 8). В Илецкой соли и в галогенных экранах нефтегазовых месторождений платина прямо связана с золотом и серебром (коэффициенты корреляции 0,42 и 0,39 соответственно для Илецкого месторождения и для углеводородных – 0,3 и 0,44). Отсутствие корреляции между платиноидами позволяет предположить, что в галогенных формациях Южного Предуралья распределение палладия не зависит от распределения платины.

Распределение БМ в галогенных солях и в нефти нефтегазовых месторождений имеет общие черты (таблица 3). Специализация солей нефтяных залежей и сами нефти [6, 12] имеют похожее распределение БМ. По МПГ, также как и в солях - палладиево-платиновая специализация при соотношении платины к палладию также больше единицы, однако оно менее контрастное.

Таблица 3 – Благороднометальная специализация галогенных формаций и углеводородов Западного Оренбуржья

№ п/п	Месторождение	БМ специализация	Pt/Pd
1	Илецкое	Ag, Au, Pt, Pd	>>1
2	Галогенные экраны углеводородных месторождений	Pt, Ag, Au, Pd	>>1
3	Углеводородные месторождения (39)	$Pt \geq Ag, Au, Pd$	2

По результатам корреляционного анализа также наблюдается сходство взаимосвязи Pt с Au  $_{0,7}$  в нефтяных залежах с солями нефтяных месторождений с Ag  $_{0,44}$  и с Au  $_{0,3}$  и с галитом Илецким с Ag  $_{0,42}$  и Au  $_{0,42}$ .

Взаимосвязи благородных металлов в нефтегазовых месторождениях и галогенных солях также во многом сходны: в нефти наблюдается прямая значимая связь металлов за исключением платины с серебром [6, 12]. В солях, приуроченных к месторождениям углеводородов, Au, Ag и Pd имеют прямую тесную связь. А в Илецком месторождении прямо связаны между собой Au, Ag и Pt.

В нефти оренбургских месторождений в целом (в нефти Бузулукского и Соль-Илецкого нефтегазогеологических районов в том числе) и в галогенных экранах углеводородных месторождений наблюдается та же специализация по платиноидам.

Галогенные формации в составе эвапоритов пользуются широким распространением не только в Оренбургской области и сопредельных территориях, но и во всем мире. Интерес к полезным ископаемым, связанных с

соленосными толщами, не ослабевает до сих пор. Так изучается взаимосвязь соляных диапиров и стратиформных залежей сульфидов цинка и свинца (галенит, сфалерит, пирит) в баскско-кантабрийском бассейне [13, 14]. Четвертое по величине месторождение цинка в Азии Джиндинг (Jinding Zn – Pb) в провинции Юнь-Нань Китая приурочено к эвапоритовому куполу, генезис руд до конца не выявлен [15]. Взгляды зарубежных исследователей на историю развития соляно-купольных структур базируются на поэтапном развитии, причем существенную роль при этом играет соотношение скорости их формирования и экзогенная активность. При этом соли оказывают влияние и на нефтегазовые системы [16]. Вполне вероятно, что со свинцово-цинковым оруденением могут быть связаны и БМ. Общеизвестно, что сульфидные минералы являются минералами-концентраторами для золота и серебра, возможно и для платиноидов [11, 17 и др.].

Приведенные факты обнаружения благородных металлов в соленосных толщах убедительно свидетельствуют, что рудоносные структуры связаны с эффектами солевой тектоники. Это повышает вероятность обнаружения рудных месторождений в сходных геологических условиях по принципу аналогий.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ № 25-27-00641 «Анализ факторов развития постиндустриальных ландшафтов солянокупольных месторождений России: новые пути вторичного недропользования, рекреационно-туристско-бальнеологического природопользования и перспективы экологической реабилитации».*

#### Список литературы

1. Сметанников А. Ф., Кудряшов А. И. Содержание и распределение Au, Ag и Pt-металлов в сильвините Верхнекамского месторождения // Геохимия, 1995. – № 9. – С. 1348 – 1351.
2. Сметанников А. Ф., Оносов Д. В., Синегрибов В. А., Новиков П. Ю., Шанина С. Н. Благородные металлы в солях Верхнекамского месторождения и технология их извлечения // Горный журнал, 2013. - № 6.- С. 55 - 58.
3. Сметанников А. Ф., Шанина С. Н., Синегрибов В. А., Юдина Т. Б., Седых Э. М. Благородные металлы Верхнекамского месторождения солей // Горный журнал, 2006. - № 6.- С. 62 - 66.
4. Седых Э. М., Сметанников А. Ф., Банных Н. Л., Шанина С. Н. Особенности определения Au, Pt и Pd в соляных породах Верхнекамского месторождения // Геохимия, 2017. – № 4. – С. 363 – 367.
5. Баранов В. К., Галимов А. Г., Донцкевич И. А. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1997.- 272 с.
6. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»:

диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Пономарева Галина Алексеевна. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.

7. Близеев, Б. И. Строение соленосной толщи кунгура Южного Приуралья // Геология и генезис месторождений горнохимического сырья: сб. тр.. – Казань, 1971. – С. 165-171.

8. Петрищев В. П., Норейка С. Ю. Региональные особенности формирования солянокупольных морфоструктур [Электронный ресурс] // Геоморфология, 2018. - № 1. - С. 66-74.

9. Петрищев В. П. Структурно-тектоническая и геоморфологическая сопряженность солянокупольных морфоструктур Оренбургского Приуралья [Текст] // Проблемы региональной экологии. 2017. - № 5. - С. 82-87.

10. Антипова, А. С. Особенности развития соляного карста Илецкого месторождения каменной соли // Проблемы соленакопления: сб. тр. – Новосибирск: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 79 – 83.

11. Пономарева, Г.А. Платиноиды золотосульфидных месторождений черносланцевых формаций Восточной части Оренбуржья. Горный журнал. – М.: 2024. – № 4. – С. 14-19. DOI: 10.17580/gzh.2024.04.01

12. Пономарева Г.А., Никифоров И.А. Закономерности пространственного распределения платины и палладия в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2015. - № 7. С. 28-34.

13. Perona J., Canals À., Cardellach E. Zn-Pb mineralization associated with salt diapirs in the basque-cantabrian Basin, Northern Spain: Geology, geochemistry, and genetic model. - Economic Geology, 2018. 113 (5). – P. 1133–1159.

14. Rddad L., Jemmali N., Sośnicka M., Cousens B. The genesis of the salt diapir-related Mississippi Valley-type Ba-Pb-(± Zn) ore of the Słata district, Tunisia: The role of halokinesis, hydrocarbon migration, and alpine orogenesis. Economic Geology, 2019. 114. P. 1599-1620. DOI: 10,5382 / econgeo.4687

15. Leach D. L., Song Y.-C., Hou Z.-Q. The world-class Jinding Zn–Pb deposit: ore formation in an evaporite dome, Lanping Basin, Yunnan, China. Mineralium Deposita, 2017. 52. P. 281-296.

16. Jackson M. P. A., Hudec M.R. Salt Tectonics: principles and Practice. Cambridge University Press, 2016. 498 p. DOI.[org/10.1017/9781139003988](https://doi.org/10.1017/9781139003988)

17. Лазаренков, В.Г. Платиновые металлы в гипергенных никелевых месторождениях и перспективы их промышленного извлечения / В.Г. Лазаренков, И.В. Таловина, И.Н. Белоглазов, В.И. Володин. – «Недра», 2006. - 188 с.

## **РУДНЫЕ МИНЕРАЛЫ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОРЕНБУРЖЬЯ**

**Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент, Соболева Е.М.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Медноколчеданные месторождения являются одним из важнейших источников меди, цинка, серы и попутных компонентов (золото, серебро, селен, теллур) в мире и в России. Оренбургская область обладает выдающейся минерально-сырьевой базой этого типа, ключевыми звеньями которой являются всемирно известное Гайское и ряд других средних и более мелких месторождений. Изучение рудных минералов таких месторождений – фундаментальная задача для геолога, так как оно напрямую связывает теорию (условия образования, генетическую модель) с практикой (поиски, оценка, технология переработки руды). Целью данной работы является систематизация знания о минеральном составе медноколчеданных руд Оренбуржья на примере ведущих месторождений – Гайского и Блявинского.

Медноколчеданные месторождения Оренбуржья приурочены, как правило, к вулканогенным толщам палеозойского возраста (в основном, девонским и силурийским) Мугоджарской зоны и восточного склона Южного Урала. Они формировались в условиях древней островной дуги или зоны рифтогенеза в результате гидротермально-осадочной деятельности на дне морских бассейнов. Примерами медколчеданных месторождений Оренбургской области являются Гайское, Блявинское, Весеннее, Джусинское, Осенее, Летнее, Барсучий Лог и другие месторождения, в части из них на данный момент прекращена добыча руд. Гайское месторождение – эталонный и крупнейший объект не только региона, но и страны. Его открытие и освоение в середине XX века сделало Оренбургскую область крупным горнопромышленным центром. Блявинское месторождение расположено в Кувандыкском районе и является практически выработанным и в настоящее время законсервированным. Именно поэтому Блявинское месторождение является хорошо изученным, хрестоматийным. Знания о его геологическом строении, условиях образования, условиях размещения послужили основой в дальнейших поисках подобных месторождений Уральского региона. В отличие от Гайского, Блявинское месторождение характеризуется более выраженной золотоносностью, что определяет его особую экономическую ценность [1].

Минеральный состав руд сложный и разнообразный [1, 2]. Условно минералы можно разделить на группы: главные рудные минералы (определяющие промышленную ценность), второстепенные и редкие минералы (имеющие большое генетическое и технологическое значение) и минералы-спутники (индикаторы условий). Рассмотрим каждую группу отдельно.

Главные рудные минералы: халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ ) - основной медный минерал на обоих месторождениях, встречается в виде зернистых агрегатов, вкрапленности, реже прожилков; пирит ( $\text{FeS}_2$ ) - самый распространенный минерал колчеданных руд, часто составляет основную массу руды («колчедан»), а также является источником серы; сфалерит ( $\text{ZnS}$ ) - главный цинковый минерал, в гайских рудах часто имеет темно-бурую окраску (марматит), на Блявинском содержание цинка, как правило, ниже.

Второстепенные и редкие минералы раскрывают индивидуальность каждого месторождения и определяют его экономическое лицо. Здесь и кроется ключевое различие между двумя гигантами Оренбуржья. Если Гайское — это эталон медно-цинкового месторождения, где золото присутствует в основном в виде «невидимой» дисперсной примеси в кристаллической решетке пирита и халькопирита, то Блявинское имеет ярко выраженную золото-медную специализацию. Его руды характеризуются наличием видимого (свободного) золота, а также целой группой ценных минералов-спутников: теллуридами (петцит, гессит) и сульфосолями серебра.

Минералы-спутники представлены наличием теннантит-тетраэдрита, более характерного для Блявинского месторождения и связанного с его золото-серебряной специализацией [0, 2, 3].

Таким образом, общая генетическая модель наполняется разным вещественным содержанием, что является прямым следствием вариаций в химизме древних гидротермальных растворов и условий рудоотложения.

Для медноколчеданных месторождений характерна четкая пространственная зональность. Зональность Гайского месторождения изучалась многими исследователями, работы которых обобщены Э.Н. Барановым (1987). На Гайском месторождении она выражена классически: пиритовое ядро → медно-цинковая зона → барит-полиметаллическая ореол. Блявинское месторождение также демонстрирует зональность, но с более контрастным распределением золота. Наиболее богатые золотом руды часто ассоциируют с кварц-серицитовыми метасоматитами и зонами интенсивного прожилкования, содержащими пирит, халькопирит и теллуриды/сульфосоли благородных металлов.

Такая зональность – важнейший поисковый признак. При проходке горных выработок геолог по смене минеральных ассоциаций (например, появлению обильного пирротина или кварц-серицитовых изменений с сульфосолями) может прогнозировать не только положение богатых медью руд, но и, как в случае с Блявинским, участков с повышенной золотоносностью [1, 4].

Несмотря на общую принадлежность к медноколчеданному типу, Гайское и Блявинское месторождения представляют собой разные промышленные подтипы (таблица 1). Гайское – эталонное медно-цинковое, а Блявинское – золото-медное. Это различие, обусловленное вариациями в минеральном составе и геохимических условиях рудообразования, является определяющим для всех этапов геологоразведочных и горно-металлургических работ [5].

На Гайском месторождении главной технологической задачей становится разделение тонко- и мелковкрапленных сростаний халькопирита и сфалерита. Это требует тонкого измельчения руды и применения сложного коктейля селективных реагентов-собирателей и депрессоров при флотации, чтобы получить отдельно медный и цинковый концентраты. Пирит также идет в свой концентрат для производства серной кислоты.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика Гайского и Блявинского месторождений

Критерий для сравнения	Гайское месторождение	Блявинское месторождение
Географическое положение и статус	Город Гай, Восточный Оренбургский Урал. Уникальное по запасам, градообразующее предприятие.	Кувандыкский район, Мугоджарская зона. Крупное месторождение, важный сырьевой актив
Главные полезные компоненты	Медь (Cu), Цинк (Zn), Сера (S). Классическая медно-цинковая специализация.	Медь (Cu), Золото (Au), Сера (S). Золото-медная специализация. Содержание цинка незначительно.
Ведущие рудные минералы	Халькопирит (Cu), Сфалерит (Zn), Пирит (FeS <sub>2</sub> ).	Халькопирит (Cu), Пирит (FeS <sub>2</sub> ). Сфалерит – второстепенный
Форма золота	Преимущественно «невидимая» (дисперсная)	Свободное золото, теллуриды
Ключевая задача при обогащении	Селективное разделение меди и цинка	Комплексное извлечение меди и золота

На Блявинском месторождении технологический процесс заточен под извлечение золота. Стандартная флотация, эффективная для меди, может не улавливать свободное золото и теллуриды. Поэтому здесь необходима комбинированная схема, включающая, помимо флотации, гравитационные методы (отсадочные машины, центробежные концентраторы) для улавливания крупных золотин и, возможно, последующее цианирование флотационных хвостов. Такая схема сложнее и дороже, но экономически оправдана ценностью конечного продукта [6].

Имеются данные о наличии платиноидов (платины, палладия) в рудах и сульфидных минералах медноколчеданных месторождений Магнитогорского прогиба [7]. Ультрамафитовый характер распределения платиноидов отмечается не только для руд колчеданных месторождений, но и месторождений различной формационной принадлежности Оренбургской части Южного Урала [8].

Рудные минералы медноколчеданных месторождений Оренбуржья представляют собой не случайный набор, а строгую систему-индикатор, которая последовательно раскрывает историю рудообразования, определяет промышленную ценность недр и диктует технологию их освоения.

От донных морских бассейнов палеозоя до нас дошли минеральные парагенезисы, чётко фиксирующие этапы формирования месторождений. Массивные агрегаты пирита маркируют начало мощной сульфидной садки. Тесные сростания халькопирита и темного сфалерита (марматита) свидетельствуют о стадии поступления богатых медью и цинком гидротерм. А появление на Блявинском месторождении теллуридов и сульфосолей золота – это уже «автограф» заключительных, низкотемпературных растворов, обогащённых благородными металлами. Таким образом, каждый минерал – это конкретный свидетель определённых физико-химических условий (температуры, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала) в древней гидротермальной системе [9].

История более полувековой добычи и переработки руд медноколчеданных месторождений Оренбуржья способствовала накоплению карьерно-отвальных комплексов, хвостов обогащения и других отходов добывающей и перерабатывающей промышленности, которые в свою очередь, могут являться нетрадиционными дополнительными источниками ряда редких и рассеянных элементов [10].

*Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 23-27-10006 «Анализ формирования техногенных геосистем в результате разработки рудных месторождений в Оренбургской области в целях рационализации рекультивационных мероприятий».*

#### Список литературы

1. Медноколчеданные месторождения Урала: геологические условия размещения / В.А. Прокин, В.М. Нечуехин, П.Ф. Сопко и др. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 288 с.
2. Пшеничный, Г.Н. Гайское медноколчеданное месторождение Южного Урала / Г.Н. Пшеничный. М.: Наука, 1975. 187 с.
3. Месторождения металлических полезных ископаемых / Авдонин В.В., Бойцов В.Е., Григорьев В.М., Семинский Ж.В., Солодов Н.А., Старостин В.И. – 2-е изд., испр. и доп. – М: Академический Проект, Трикста, 2005. – 720 с.
4. Смирнов, В.И. Геология полезных ископаемых: учебник для вузов / В.И. Смирнов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 669 с.
5. Аникин, Е.Ю. Минералого-геохимические особенности золоторудной минерализации Блявинского месторождения (Южный Урал) / Е.Ю. Аникин, С.Г. Ковалев // Литосфера. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 710–725.
6. Прокин, В.А. Месторождения колчеданных руд Урала / В.А. Прокин. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 312 с.

7. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Пономарева Галина Алексеевна. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.

8. Пономарева, Г.А. Платиноиды золотосульфидных месторождений черносланцевых формаций Восточной части Оренбуржья. Горный журнал. – М.: 2024. – № 4. – С. 14-19. DOI: 10.17580/gzh.2024.04.01

9. Кантор, В.И. Минерагения Оренбургской области: монография. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2001. 124 с.

10. Пономарева, Г.А. Нетрадиционные типы минерально-сырьевых ресурсов (на примере Блявинского карьерно-отвального комплекса Южного Урала) / Г. А. Пономарева, В. П. Петрищев // Горный журнал. – 2025. – № 5. – С. 17-22. – DOI 10.17580/gzh.2025.05.02.

# ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ОБРАЗЕ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Попова О.В., канд. геогр. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Общественная (социально-экономическая) география изучает территориальные различия, в том числе в образе жизни населения. Образ жизни рассматривается как фактор, влияющий на качество человеческого потенциала. Он охватывает все существующие сферы деятельности людей: труд, быт, формы удовлетворения их материальных и духовных потребностей, нормы и правила поведения [1, 2, 3]. Согласно Н.А. Щитовой образ жизни – это сложившаяся в данных культурно-исторических условиях система наиболее типичных, устойчиво повторяющихся изо дня в день способов организации деятельности индивидов, направленных на удовлетворение основных человеческих потребностей (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Структура образа жизни

Методология географических исследований образа жизни населения сложна, внутренне неоднородна и может быть дифференцирована на несколько уровней:

– Общефилософский и общенаучный уровень. В рамках философского видения действительности выработана важнейшая концепция, дающая ключ к пониманию сложного явления образа жизни – концепция деятельности сущности человека. Очевидная системность предмета исследования обусловила необходимость привлечения достижений системно-структурного анализа как общенаучного метода, позволяющего получать целостное представление об объекте во всем многообразии его форм и взаимодействий.

– Общегеографический уровень. Наиболее интересными и продуктивными для исследования образа жизни является учение о геосистемах, теория регионального развития и пространственно-временной подход.

– Специально-географический уровень. Представлен теоретическими положениями, выработанными непосредственно в рамках общественной географии. Некоторые из них связаны теснейшим образом и вытекают из общегеографических концепций, конкретизируя на своих примерах более общие тезисы. Так, в представлениях о территориальных социально-экономических системах развиваются общегеографические геосистемные положения. Концепция пространственно-временного поведения человека синтезировала идеи поведенческой географии и пространственно-временного подхода к географическим исследованиям (рисунок 2) [2].



Рисунок 2 – Методологические уровни географического исследования образа жизни населения

В настоящее время для России характерна высокая дифференциация параметров жизни населения на всех уровнях организации общества, в том числе и территориальном, что определило многообразие типов образа жизни по материальному статусу, демографическому поведению, жизненным ценностям и стратегиям. Способы и стили жизни зачастую обусловлены свойствами территории и географическими условиями жизни.

В научной литературе выделяют два типа образа жизни населения: городской и сельский [2, 3, 4, 5].

Городской образ жизни характеризуется проживанием населения в местах, обладающих определённой плотностью и выполняющих преимущественно промышленные, транспортные, культурные и административно-политические функции [4].

Сельский образ жизни – это условия, формы и качественные показатели жизнедеятельности людей, проживающих в сельской местности, занятых преимущественно земледельческим трудом [5].

Сельский образ жизни во все времена привлекал населения страны. Но в последнее время всё более привлекательной и лёгкой представляется городская жизнь (таблица 1).

Таблица 1 – Преимущества и недостатки сельского образа жизни

Сельский образ жизни	
Преимущества	Недостатки
1. Здоровый образ жизни: чистый воздух, близость к реке или другому водоёму, отсутствие крупных предприятий и заводов, производящих вредные выбросы. 2. Возможность производить собственные продукты питания. 3. Спокойствие, тишина и удалённость от городской суматохи являются огромным преимуществом для многих людей в наши дни.	1. Удалённость от коммуникаций и организаций общественного значения. 2. Необходимость возить детей в школу, ездить за покупками или на работу.

Сельский образ жизни всегда оставался ведущим и преобладающим среди населения России. Исторические типы сельского расселения возникли, прежде всего, под воздействием зональных факторов – природных условий и характера сельского хозяйства, повторяя очертания природных и сельскохозяйственных зон. Но в последние десятилетия для эволюции расселения на первое место выходят азональные факторы и прежде всего – близость к крупным городам [3]

С целью изучения географических особенностей образа жизни сельского населения в условиях современной социокультурной трансформации общества были проведены полевые исследования в сёлах Сакмарского района Оренбургской области [6, 7, 8, 9, 10]. На основании вышеизложенного составлен социальный портрет «Сакмарского села»:

– 80% сельского населения – это коренные жители, давно проживающие в этих селах. Миграционный приток незначителен. Влияние мигрантов не ощущается.

– Трудовая деятельность связана с сельским хозяйством, из других отраслей наиболее стабильны образование, торговля, в меньшей степени медицина, транспорт. Основными источниками доходов являются зарплата и работа в личном подсобном хозяйстве. Основная часть выездов на работу совершается в районный центр с. Сакмара и г. Оренбург.

– Преобладают одноэтажные дома, построенные более 10 или даже 50 лет назад, новых менее 10%. Жилье имеет минимальные удобства – до 90% с газом и водопроводом, 70% с канализацией. Обычны приусадебные участки, у многих есть огороды.

– Только 50-60% населения обеспечено современными предметами бытовой техники. Телевизор и холодильник имеет основная масса населения.

– Владельцев личного транспорта не менее 30-40%. Остальные пользуются услугами частного автомобильного (маршрутная газель, такси) и железнодорожного транспорта.

– До 80% населения обеспечено личным подсобным хозяйством. Разводят крупнорогатый скот, свиней, овец, птицу. Многие занимаются пчеловодством.

– Предприятия бытового обслуживания (мастерские по ремонту обуви, парикмахерские, предприятия общественного питания, супермаркеты и др.) в основном располагаются в районном центре с. Сакмара.

– Почти все свободное время сельские жители тратят на занятия домашним хозяйством. Другими распространенными видами отдыха являются просмотры телевизионных передач, чтение газет и книг, общение с друзьями и родственниками. Отпуск чаще всего проводят дома.

– Жизненные ценности селян достаточно стандартны. Они ставят на первое место здоровье, на второе – семью и на третье – материальный достаток.

– В настоящее время много что изменилось, но вот встреча некоторых праздников с размахом русской казачьей души сохранилась и до наших дней (например, «Масленица») [10].

– Очень высока религиозность сельского населения, более 70% относят себя к истинно верующим и около 20% – скорее к верующим, чем нет. Высока доля старообрядческого населения в населении поселений района (рисунок 3) [9].

Следовательно, основная масса сельских жителей, более половины, не собираются ничего менять в своей жизни. Переехать на новое место жительства намерено около 5% селян. Основная причина является отсутствие работы. Однако большинство хотело бы остаться в своих селах.

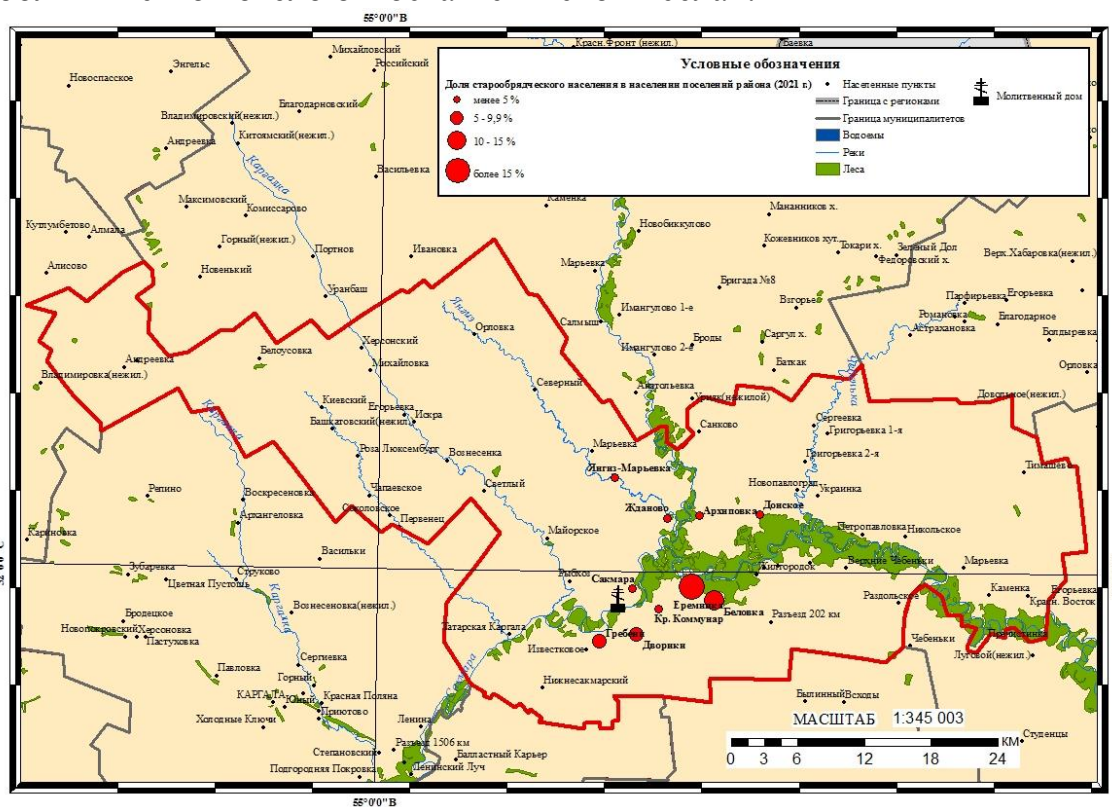


Рисунок 3 – Расселение казаков-старообрядцев в Сакмарском районе Оренбургской области (составлено автором на основе полевых исследований)

Таким образом, особенности образа жизни населения на региональном и локальном уровнях являются многосторонним предметом исследования

общественно-географических работ. Пока еще существуют огромные различия между городским и сельским типами образа жизни. Они проявляются в двух основных составляющих: организации среды жизни и структуре способов и стилей жизни.

#### Список литературы

1. Большая советская энциклопедия / глав. ред. А.М. Прохоров // Изд. 3-е. М., «Советская Энциклопедия», 1974. Т. 18 Никко–Отолиты, 1974. – С. 217-218.
2. Щитова Н.А. География образа жизни: теория и практика регионального исследования: монография / Н.А. Щитова. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. – 283 с.
3. Ковалев Е.М. Гуманитарная география России. – М.: ЛА «Варяг», 1995. – 448 с.
4. Большая советская энциклопедия / глав. ред. А.М. Прохоров // Изд. 3-е. М., «Советская Энциклопедия», 1972. Т. 7 Гоголь–Дебит, 1972. – С. 125-126.
5. Сельский образ жизни. Социология: Энциклопедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://sociology\\_encyclopedia.academic.ru/942/СЕЛЬСКИЙ\\_ОБРАЗ\\_ЖИЗНИ?ysclid=mi7atefoc7352231620](https://sociology_encyclopedia.academic.ru/942/СЕЛЬСКИЙ_ОБРАЗ_ЖИЗНИ?ysclid=mi7atefoc7352231620) (20.03.2025)
6. Герасименко Т.И. Межкультурное взаимодействие как фактор трансформации локальных этнокультурных групп (на примере старообрядцев Оренбургской области) [Электронный ресурс] / Т.И. Герасименко, О.В. Попова // Гуманитарный вектор, 2019. – Т. 14, № 2. – С. 123-133.
7. Герасименко Т.И. Факторы историко-географической трансформации локальных этнокультурных групп (на примере старообрядцев) [Электронный ресурс] / Т.И. Герасименко, О.В. Попова // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., 18-20 нояб. 2019 г., Оренбург / Оренбургский гос. ун-т, Управление Федер. службы по надзору в сфере природопользования по Оренбург. обл., Волго-Уральский науч.-исследоват. и проектный ин-т нефти и газа. - Электрон. дан. - Оренбург: ИП Востриков К «Полиарт», 2019. - С. 107-110.
8. Герасименко Т.И. Трансформация локальных этнокультурных групп: пример старообрядцев и немцев-меннонитов Оренбургской области [Электронный ресурс] / Т.И. Герасименко, О.В. Попова // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф., 25-26 нояб. 2020 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации [и др.]. - Электрон. дан. - Оренбург: Полиарт, 2020. - С. 451-457.
9. Попова О.В. Пространственно-временные аспекты формирования и трансформации локальных этнокультурных групп (на примере старообрядцев) [Электронный ресурс]: монография / О.В. Попова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ, 2023. - 1

электрон. опт. диск (CD-R). - Загл. с этикетки диска. - Системные требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10; 512 Мб; монитор, поддерживающий режим 1024x768; мышь или аналогич. устройство. - № гос. регистрации 0322302599.

10. Попова О. В. Обряды и обычаи казаков-старообрядцев Сакмарского района [Электронный ресурс] / О.В. Попова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбургский. гос. ун-т». - Электрон. дан. - Оренбург, 2015. - С. 749-756.

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ КООРДИНАТ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ КАДАСТРОВЫХ КАРТ**

**Прокопьев Т.Р., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Цифровизация землеустройства и кадастровой деятельности обусловила переход от аналоговых картографических материалов к цифровым кадастровым картам, представляющим собой пространственную основу Единого государственного реестра недвижимости [1]. Точность координат объектов недвижимости является ключевым показателем качества кадастровых данных, поскольку ошибки в координатном описании границ земельных участков могут привести к наложению границ, земельным спорам и правовым конфликтам [5].

В связи с этим особую актуальность приобретает метрологическое обеспечение измерений, направленное на достижение единства и требуемой точности координатных определений [2]. В современной кадастровой практике применяются различные методы геодезических измерений, среди которых наибольшее распространение получили GNSS-измерения, электронная тахеометрия и технологии лазерного сканирования [4].

Метрологическое обеспечение точности — это комплекс организационных, технических мер и нормативных требований, направленных на достижение, поддержание и подтверждение единства и требуемого уровня точности измерений, обеспечивающий достоверность данных для управления качеством, безопасностью и эффективностью производства. Оно включает поверку и калибровку средств измерений, разработку методик, метрологическую экспертизу документации и внедрение стандартов.

Согласно требованиям законодательства Российской Федерации, все средства измерений, используемые при выполнении кадастровых работ, подлежат обязательной поверке [2]. Несоблюдение метрологических требований может привести к недействительности результатов измерений и отказу в государственном кадастровом учёте объектов недвижимости [1].

Спутниковые навигационные системы широко применяются в кадастровых работах благодаря высокой производительности и возможности получения координат в единой геоцентрической системе. В практике используются статические, быстрые статические и кинематические методы измерений, включая режим реального времени (RTK). Основными источниками погрешностей GNSS-измерений являются неточности определения орбит и временных шкал спутников, ионосферные и тропосферные задержки радиосигналов, эффект многолучёвости, неблагоприятная геометрия спутникового созвездия, а также ошибки установки и центрирования антенны приёмника. [4]

Поверка и калибровка средств измерений являются основой метрологического обеспечения кадастровых работ и направлены на подтверждение соответствия средств измерений установленным метрологическим требованиям [2]. В кадастровой деятельности используются геодезические приборы, такие как GNSS-приёмники, электронные тахеометры и лазерные сканеры, которые подлежат обязательной поверке в соответствии с действующим законодательством.

Поверка средств измерений осуществляется с целью подтверждения их пригодности к применению и проводится в аккредитованных метрологических организациях [2, 6]. Калибровка применяется для определения фактических метрологических характеристик приборов и используется, как правило, при выполнении высокоточных измерений или в научно-исследовательских работах. Несоблюдение сроков поверки или использование неуполномоченных приборов может привести к систематическим ошибкам в определении координат и недостоверности кадастровых данных [5].

Разработка и применение методик измерений. Методики выполнения измерений определяют порядок и условия проведения геодезических работ, обеспечивающие достижение требуемой точности координат [3]. В кадастровых работах методики разрабатываются с учётом применяемых средств измерений, условий местности и нормативных требований к точности.

При выполнении GNSS-измерений методики регламентируют выбор режима наблюдений, продолжительность измерений, требования к геометрии спутникового созвездия и условия установки антенн [4]. Для тахеометрических измерений методики определяют схемы построения измерительных сетей, порядок измерения углов и расстояний, а также способы уравнивания результатов [5]. В лазерном сканировании методики включают требования к размещению станций сканирования, использованию опорных точек и обработке облаков точек [7].

Применение утверждённых методик измерений позволяет снизить влияние случайных и систематических погрешностей и обеспечить сопоставимость результатов измерений.

Метрологическая экспертиза документации является важным этапом обеспечения качества кадастровых работ и проводится с целью оценки правильности применения метрологических норм и требований в технической и кадастровой документации [2]. Экспертизе подлежат технические отчёты, схемы геодезических построений, результаты измерений и расчётов.

В процессе метрологической экспертизы проверяются обоснованность выбора средств измерений, корректность применяемых методик, полнота учёта погрешностей и соответствие результатов установленным требованиям точности [4]. Проведение метрологической экспертизы позволяет выявить ошибки на этапе подготовки документации и предотвратить внесение недостоверных сведений в государственный кадастр недвижимости [1].

Внедрение стандартов в кадастровой деятельности. Стандартизация является важнейшим элементом метрологического обеспечения и направлена

на установление единых требований к выполнению кадастровых работ и оформлению их результатов. В кадастровой деятельности применяются государственные стандарты, регламентирующие требования к средствам измерений, методам измерений и оформлению технической документации.

Внедрение стандартов обеспечивает единый подход к выполнению кадастровых работ, повышает сопоставимость и качество пространственных данных, а также способствует снижению числа ошибок и разногласий при определении границ объектов недвижимости [6]. Соблюдение требований стандартов является обязательным условием признания результатов кадастровых работ и их использования в правовом обороте [1].

Метрологическое обеспечение точности координат является необходимым условием создания качественных цифровых кадастровых карт. Анализ погрешностей GNSS-измерений, тахеометрии и лазерного сканирования показывает, что каждый метод обладает как преимуществами, так и ограничениями [4–7]. На практике наилучшие результаты достигаются при комплексном применении различных методов измерений и строгом соблюдении требований метрологии и стандартизации, что обеспечивает достоверность кадастровой информации и правовую надёжность сведений об объектах недвижимости [1, 3].

Комплексный подход к метрологическому обеспечению способствует повышению качества кадастровых работ, снижению числа ошибок и укреплению правовой надёжности сведений об объектах недвижимости.

#### Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 14.01.2026).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77904/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/) (дата обращения: 14.01.2026).
3. Корецкая Г. А. Стандартизация и сертификация в землеустройстве, кадастре и геодезии : учебное пособие. – Кемерово : КузГТУ, 2020. – 180 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152153> (дата обращения: 14.01.2026).
4. Лобанов А. Н. Спутниковая геодезия : учебное пособие для вузов. – М. : Недра, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-sputnikovaya-geodeziya.pdf> (дата обращения: 14.01.2026).

5. Маркузе Ю. И. Геодезия : учебник для вузов. – М. : Академия, 2018. – 432 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/markuze-geodeziya> (дата обращения: 14.01.2026).
6. ГОСТ Р 53340–2009. Приборы геодезические. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071521> (дата обращения: 14.01.2026).
7. Кузнецов В. И. Лазерное сканирование в инженерной геодезии. – М. : МИИГАиК, 2021. – 210 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/lazernoe-skanirovanie-v-inzhenernoy-geodezii> (дата обращения: 14.01.2026).

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Рагозина А.А., Чекмарева О.В., канд. техн. наук, доцент**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

На сегодняшний день Новосергиевский район является одним из крупнейших районов Оренбургской области по добычи и транспортировки нефти и газа. Новосергиевский район расположен на территории Оренбургской области в западной части центральной зоны. Рельеф района состоит из холмисто – увалистых междуречий реки Большой Уран. Границы Новосергиевского района проходят с такими районами, как Ташлинский, Илекский, Переволоцкий, а также Сорочинский.

Для условий климата Новосергиевского района характерна особо хорошо выраженная резкая континентальность климата: жаркое лето (+37,9 °С) и очень холодная зима ( до – 37,8 °С).

Одной из сфер деятельности Новосергиевского района является добыча полезных ископаемых, в частности добыча нефти. Разработка и добыча нефти на территории района ведется на 22 месторождениях: Кодяковском, Екатерининском, Юртаевском, Боголюбовском, Рашкинском, Черноярском, Красном, Смоляном, Рыбкинском, Землянском, Новомалаховском, Волостновском, Алисовском, Ясногорском, Новозаринском, Кувайском, Царичанском, Ротомском, Лебяжинском, Капитоновском, Загорском, а также Балейкинском. Наиболее крупными месторождениями на территории района являются такие месторождения, как Царичанское, Капитоновское и Балейкинское [1, 2].

В таблице 1 представлена характеристика крупных месторождений, находящихся на территории Новосергиевского района.

Таблица 1 – Характеристика самых крупных объектов нефтедобычи на территории Новосергиевского района [3, 4 ]

Название месторождения	Срок действия	Местоположение месторождения	Метод добычи нефти
Царичанское	2005 год – по сегодняшний день	Южная часть Новосергиевского района	Добыча производится механизированным способом с помощью электроцентробежных насосов, производится бурение горизонтальных скважин с проведением многостадийного гидроразрыва пласта
Капитоновское	1994 – по сегодняшний день	Северо - Восточная часть Новосергиевского района, 30 км от	Нефтедобыча производится с помощью газлифтного способа, заключающегося в компрессорах, позволяющих нефти подняться на

		Царичанского месторождения	поверхность, а также кислотный многостадийный гидроразрыв пласта, для извлечения трудноизвлекаемых запасов сырья
Балейкинское	2005 – по сегодняшний день	Западная часть Новосергиевского района	Добыча сырья производится дожимной насосной станцией

Источники загрязнения от эксплуатации установки электроцентробежного насоса (УЭЦН) оказывают комплексное негативное воздействие на окружающую среду, в первую очередь это связано с аварийными разливами нефти, которые приводят к долговременной деградации почв и загрязнению водоносных горизонтов. Выбросы попутного нефтяного газа и испарения углеводородов ухудшают качество атмосферного воздуха, способствуя фотохимическому смогу и глобальному изменению климата. Шум и вибрация также приводят к негативному воздействию на животный и растительный мир.

Для минимизации воздействия применяется комплекс методов:

- внедрение систем герметичного сбора и подготовки продукции с утилизацией попутного нефтяного газа (закачка в пласт, генерация электроэнергии);
- установка оборудования с улучшенными уплотнениями и системами телеметрии для раннего обнаружения утечек;
- использование шумопоглощающих кожухов;
- переход на энергоэффективные двигатели установки электроцентробежных насосов [6, 7].

Газлифтный метод в сочетании с многостадийным кислотным гидроразрывом пласта (ГРП) формирует специфические экологические риски. Ключевыми источниками воздействия на окружающую среду при данном методе добычи нефти являются: выбросы легких углеводородов и попутного газа при работе компрессоров, загрязнение подземных вод химическими компонентами расклинивающего проппанта и кислоты, а также миграция пластовых флюидов через трещины. Это ведёт к токсическому загрязнению гидросферы, деградации почв и эмиссии парниковых газов.

Методы снижения негативного воздействия от данного метода добычи нефти включают:

- внедрение систем замкнутого цикла для возврата газа и кислотных растворов;
- использование экологичных биополимеров и низкотоксичных реагентов для ГРП;
- обязательный гидрогеологический мониторинг для контроля целостности изоляции пластов;
- оснащение компрессорных станций эффективными системами улавливания летучих соединений.

Приоритетом является предварительное геологическое моделирование для минимизации числа скважин и объёма реагентов [6, 8].

Дожимная насосная станция (ДНС) также является узлом концентрации выбросов и сбросов. Основными воздействиями на окружающую среду при работе дожимной насосной станции являются: шумовое и вибрационное загрязнение от работы мощных центробежных насосов, испарения углеводородов из резервуаров-сепараторов и ремонтных продувок, утечки нефти и пластовой воды из-за коррозии трубопроводов и сальниковых уплотнений, сжигание попутного газа на факеле при отсутствии инфраструктуры для его утилизации. Это приводит к локальному ухудшению качества атмосферного воздуха, риску загрязнения почв и грунтовых вод, а также хроническому стрессу для экосистем.

Методами снижения негативного воздействия на окружающую среду при работе дожимной насосной станции являются:

- герметизация систем (бессальниковые насосы);
- утилизация ПНГ вместо сжигания, установка шумопоглощающих кожухов, системы автоматического контроля утечек и обвалование технологических ёмкостей [6, 8].

Развитие нефтедобывающей промышленности на территории Новосергиевского района способствует развитию экономических аспектов района, созданию рабочих мест и увеличению доходов бюджетов, однако объекты нефтедобычи оказывают влияние на окружающую среду. Разработка месторождений может привести к экологическим проблемам, загрязнение почв, разрушение плодородного слоя почвы, загрязнение поверхностных и подземных вод, уничтожению растительного и животного мира. Поэтому необходимо внедрять мероприятия по снижению негативного воздействия при добычи нефти, а также соблюдать природоохранное законодательство и определенные принципы работы, которые помогут уменьшить негативные последствия.

#### Список литературы

1. СпаркИнтерфакс. Информационная группа. Новосергиевский район [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://park-interfax.ru/orenburgskaya-oblast-novosergievski-raion/ooo-uralskie-opory>.

2. Доклад главы муниципального образования Новосергиевского район Оренбургской области о достигнутых значениях показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления за 2020 год и их планируемых значениях на 3-х летний период. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mo-ns.orb.ru/upload/uf/97a/PZ-k-dokladu-Novosergievskiy-rayon2020.pdf?ysclid=mhyrdih4gi457909218>

3. Оренбург Медиа. Царичанское месторождение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orenburg.media/?p=143432>

4. НефтьГазИнформ. Месторождение Капитоновское. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://oilgasinform.ru/science/fields/kapitonovskoe/?ysclid=mibtpuf36137059301>

5. Иванова Т. Н. Экологические проблемы нефтедобычи : материалы VII Международной конференции с элементами научной школы для молодёжи / Т. Н. Иванова. — Уфа : Нефтегазовое дело, 2018. — С. 40.

6. Кудинов, В. И. Основы технологии и техники добычи нефти : учебник для вузов / В. И. Кудинов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Инфра-Инженерия, 2020. — 640 с. : ил. — ISBN 978-5-9729-0412-0. — Глава 8. Эксплуатация скважин установками электроцентробежных насосов и экологические аспекты, с. 415–455.

7. Щуров, В. И. Технология и техника добычи нефти : учебник для вузов / В. И. Щуров, А. Н. Астахов, А. В. Багманов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Недра, 2018. — 743 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-8365-0741-9. — Глава 12. Газлифтный способ эксплуатации скважин, с. 480–520; Глава 15. Методы увеличения нефтеотдачи пластов. Гидравлический разрыв пласта, с. 610–655.

8. Муслимов, Р. Х. Технология и техника добычи нефти : учебник / Р. Х. Муслимов, В. М. Ефимов, Г. Г. Вахитов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Недра-Бизнесцентр, 2019. — 711 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-8365-0756-3. — Глава 8. Сбор и подготовка скважинной продукции. Параграф 8.3. Дожимные насосные станции, с. 345–380.

# **СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЗОН ВОЗМОЖНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ И АНАЛИЗ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Решетов С.Ю., канд. техн. наук, доцент, Тимошенко Д.С.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Спутниковый мониторинг зон затопления и анализ рисков ЧС является ключевым инструментом современной системы обеспечения безопасности. Он обеспечивает широкий охват территорий, раннее выявление очагов затопления и их динамику, а также интеграцию данных в ГИС для оценки риска и планирования мероприятий по защите населения и инфраструктуры. В условиях изменений климата и возрастания антропогенной нагрузки такая система позволяет оперативно адаптировать планы эвакуации, оценивать ущерб и минимизировать последствия ЧС на региональном уровне.

## **1. Мониторинг паводковой обстановки через спутники**

Спутниковый мониторинг зон возможного затопления и анализ рисков чрезвычайных ситуаций (ЧС) является критически важным направлением в современной системе обеспечения безопасности населения и территорий. Актуальность этого направления обусловлена рядом факторов, связанных с изменением климата, ростом антропогенной нагрузки на природные системы и необходимостью повышения эффективности управления в кризисных ситуациях.

Актуальность спутникового мониторинга влечет изменение в климате приводит к более частым и сильным экстремальным погодным явлениям, включая проливные дожди и быстрое таяние снега. Это напрямую увеличивает риск возникновения масштабных наводнений, которые наносят колоссальный экономический ущерб и приводят к человеческим жертвам.

Роскосмос постоянно следит за российскими территориями, которые могут затопить, с помощью пяти спутников: «Канопус-В», три «Метеора-М», один «Кондор-ФКА» и «Ресурс-П». Эти спутники не только мониторят наводнения, но и помогают оценивать урожай, расследовать аварии и находить нелегальные спиртзаводы.

Аппараты российской спутниковой группировки дистанционного зондирования Земли играют важную роль в мониторинге различных аспектов окружающей среды и хозяйственной деятельности. Они способны:

- наблюдать за паводковой обстановкой;
- обнаруживать пожары;
- следить за хозяйственным использованием земель;
- оценивать состояние атмосферы, водных объектов, растительного покрова, почв и других характеристик обширных территорий.

Российская спутниковая группировка включает в себя аппараты, такие как «Канопус-В», «Метеор-М», «Кондор-ФКА» и «Ресурс-П», которые обеспечивают мониторинг в глобальных и локальных масштабах[1].

Одной из первых задач спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), запускаемых с 1970-х годов в рамках американской программы LANDSAT, была оценка урожайности сельскохозяйственных культур в глобальном масштабе. Это было крайне важно для работы с товарными рынками, так как позволяло прогнозировать объемы производства и регулировать цены.

Кроме того, спутниковые данные играют ключевую роль в мониторинге территорий, пострадавших от природных или техногенных катастроф. Они помогают оперативно оценивать масштабы разрушений, планировать спасательные операции и восстанавливать инфраструктуру. Современные космические аппараты не только проводят регулярную съемку поверхности Земли, но и активно участвуют в управлении сельскохозяйственными процессами. Они отслеживают состояние озимых и яровых культур, выявляют ослабленные участки полей, где требуется полив или внесение удобрений. Эти технологии, известные как «точное земледелие», позволяют значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

Кроме того, спутниковые данные играют ключевую роль в мониторинге территорий, пострадавших от природных или техногенных катастроф. Они помогают оперативно оценивать масштабы разрушений, планировать спасательные операции и восстанавливать инфраструктуру[2].



Рисунок 1- Снимок из программы LANDSAT.

## 2. Сбор данных о рельефе со спутника

Пример: Оренбургская область (2024).

В контексте наводнения в Оренбурге картирование рисков могло бы быть использовано следующим образом.

Подготовка: сбор данных о рельефе со спутника в Орске и Оренбурге, сбор данных с гидрологических постов на Урале и Сакмаре, информации о дамбах и других сооружениях.

Оценка опасности: моделирование разлива воды в случае паводка, анализ возможных сценариев прорыва дамбы.

Оценка уязвимости: наложение карты затопления на данные о расположении жилых домов, мостов, больниц, промышленных предприятий.

Карта рисков: создание карты, показывающей районы с высоким риском затопления, вероятную глубину воды и потенциальный ущерб.

Применение: использование карты для планирования эвакуации, организации спасательных работ и оценки долгосрочных последствий [2].

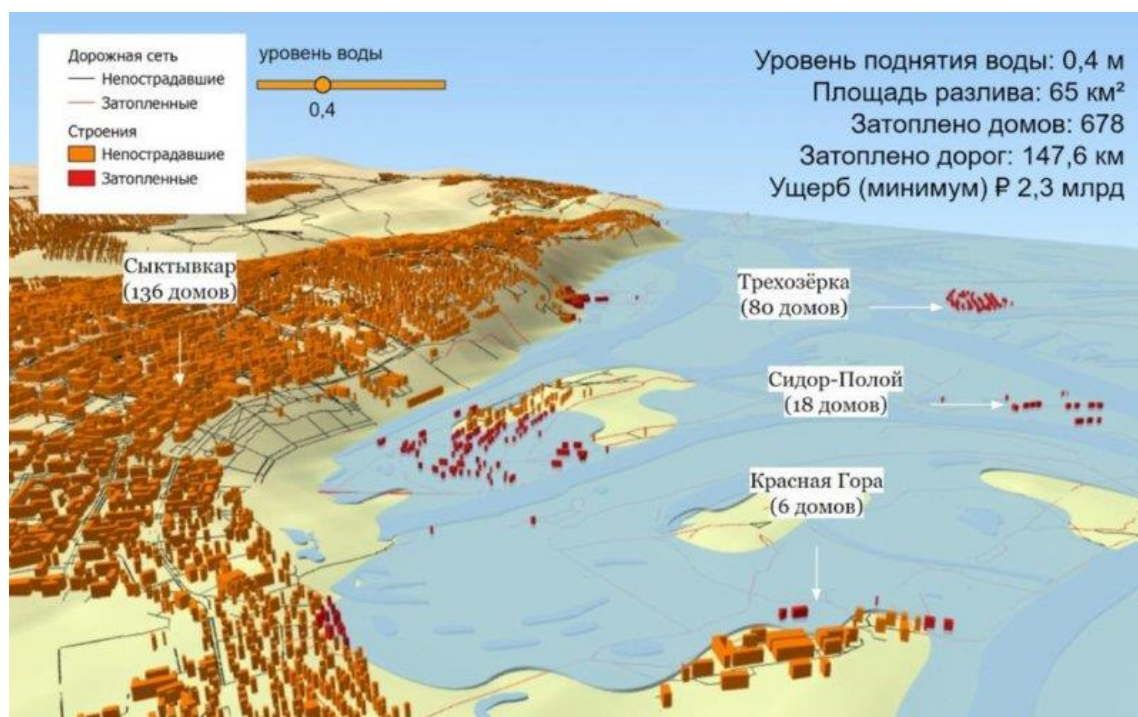


Рисунок 2 - Прогноз наводнения и оценка ущерба

Таким образом, картирование рисков наводнения позволяет перейти от общего прогноза «в этом районе может быть наводнение» к конкретному:

- «при текущих погодных условиях этот квартал будет затоплен на глубину 1 метр в течение 24 часов»;

- «из-за таяния снега в этой местности возможно наводнение, которое повредит около 500 жилых домов и нарушит работу водоснабжения».

Это позволяет принимать более эффективные решения:

- правительство и экстренные службы могут заранее организовать эвакуацию, подготовить ресурсы и обеспечить защиту критически важной инфраструктуры;

местные жители могут подготовиться, защитить имущество и при необходимости эвакуироваться, что снижает риски для жизни и здоровья

Как видно из рис. 2, в первые минуты после прорыва формируется волна высотой 7–10 м в виде гидравлического скачка, распространяющаяся сначала со скоростью порядка 70 км/ч по руслу, а затем из-за наличия уклона рельефа в сторону поймы, а также особенностей русла происходит смещение направления основного потока в волне прорыва.

Следует отметить, что данная территория наиболее плотно застроена и заселена. После выхода волны затопления на территорию поймы ее скорость заметно снижается и в среднем составляет 10–15 км/ч, а толщина слоя воды на затопленных участках в среднем равна 5 м.

В рамках данной работы было проведено моделирование опасной экологической ситуации, вызванной наводнением, что позволило оценить её потенциальные риски и последствия для населённого пункта. Полученные результаты подтверждают, что моделирование является незаменимым инструментом для управления рисками и принятия обоснованных решений в области экологической безопасности. Визуализация и картирование. Карты рисков, полученные в результате моделирования со спутников, являются наиболее наглядным и эффективным способом донести информацию до лиц, принимающих решения, и до общественности. Визуализация зон затопления, уязвимой инфраструктуры и потенциальных экологических угроз делает риски понятными и позволяет планировать превентивные меры.

Снижение ущерба как главная цель. Главная задача моделирования — минимизация ущерба. С помощью модели можно не только оценить последствия, но и определить наиболее эффективные меры по снижению риска, включая планирование эвакуации, строительство защитных сооружений и разработку планов экстренного реагирования.

Информационная поддержка. Результаты моделирования служат надёжной информационной основой для органов власти, экстренных служб, страховых компаний и населения. Это позволяет принимать стратегические и оперативные решения на основе данных, а не догадок.

Рекомендации для органов власти: регулярное обновление карт рисков, учёт данных моделирования при градостроительном планировании и разработке нормативных актов.

Рекомендации для экстренных служб: разработка на основе карт рисков детальных планов реагирования и обучение персонала на основе прогнозируемых сценариев [4].

Рекомендации для населения: информирование о рисках и распространение рекомендаций по подготовке к наводнениям.

3D-моделирование: вместо традиционных двухмерных карт, которые показывают лишь площадь затопления, теперь создают динамические 3D-модели, которые визуализируют движение воды в трёхмерном пространстве. Такие модели более точно отображают поведение паводковых вод и их взаимодействие с реальным ландшафтом, позволяя увидеть, как вода будет двигаться вокруг и внутри зданий[3].

Дроны для сбора данных: беспилотные летательные аппараты (дроны) играют всё более важную роль в сборе высокоточных данных для моделирования. Они позволяют оперативно и безопасно обследовать труднодоступные районы во время наводнения. Данные, собранные дронами, используются для точной оценки ущерба и страховых выплат.

Эти факты подчёркивают, что моделирование экологических рисков — это постоянно развивающаяся область, которая интегрирует передовые технологии для создания более точных и полезных инструментов для обеспечения безопасности. [5].

#### Список литературы

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 463 с.
2. Комплексный анализ и управление рисками / под ред. И. В. Рыжова. – М.: НИИГС, 2011. –280 с.
3. Моделирование затоплений населенных пунктов в период весеннего паводка / [авторы] // КиберЛенинка. –2019
4. Корнилов, К. В. Применение беспилотных летательных аппаратов на службе МЧС России / К. В. Корнилов, А. Н. Бочкарев // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2020. – № 1(5). – С. 335-337.
5. Моделирование зон затопления на основе прогнозирования временных рядов и ГИС-технологий / Е. В. Пальчевский, В. В. Антонов, Л. Е. Родионова [и др.] // КиберЛенинка. –2021.

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Романова А.С., Глуховская М.Ю., канд. техн. наук, доцент,  
Тимахович Н.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Плата за негативное воздействие на компоненты окружающей среды (НВОС), представляет собой форму компенсации ущерба, наносимого природной среде в процессе хозяйственной деятельности, и базируется на общепризнанном международном принципе «загрязнитель платит». В Российской Федерации правовые основы взимания данных платежей заложены Федеральным законом «Об охране окружающей среды», который определяет плату как обязательный фискальный сбор, направленный на финансирование природоохранных мероприятий и стимулирование предприятий к снижению антропогенной нагрузки.

Система платы за НВОС охватывает несколько ключевых направлений воздействия, среди которых наиболее значимыми являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и размещение отходов производства и потребления. Экономический механизм расчета данных платежей строится на основе установленных нормативов и ставок, которые дифференцируются в зависимости от класса опасности загрязняющих веществ. Важным элементом системы является применение корректирующих коэффициентов, которые позволяют учитывать превышение установленных нормативов и лимитов, а также способствуют стимулированию предприятий к соблюдению экологических стандартов.

Одним из важных параметров влияющих на размер платы, наряду с фактической массой (выброса, сброса и отхода) является ставка платы ( $H_6$ , руб/т), которая утверждается Правительством РФ: постановление Правительства РФ № 913 от 13.09.2016 (утратило силу в 2025 году), распоряжение Правительства РФ № 1852-р от 10.07.2025 (утратило силу 1.01.2026 года) и распоряжение Правительства РФ № 2409-р от 01.09.2025 (действующее). Актуализация ставок платы на текущий период осуществляется с помощью коэффициента индексации ( $K_{инд}$ ). В таблицах 1-3 представлено изменение ставок платы по отдельным веществам по годам. Перечень основных веществ, определяемых в атмосферном воздухе в поверхностных водах суши на территории Оренбургской области взят из **государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области за 2024 год.**

Таблица 1 – Изменение ставок платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Наименование вещества	Коп	Годы			Изменение размера ставок платы, %		
		2018	2025	2026	в2025г. к2018г.	в2026г. к2025г.	в2026г. к2018г.
		Ставки платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, руб/т					
Ксилол	3	9,9	45,15	49,1	356,06	8,75	395,96
Диоксид серы	3	45,4	68,55	196,6	50,99	186,80	333,04
Бензол	2	56,1	84,71	163,8	51,00	93,37	191,98
Серная кислота	2	45,4	68,55	98,3	50,99	43,40	116,52
Оксид углерода	4	1,6	2,42	3,3	51,25	36,36	106,25
Хлор	2	181,6	274,22	327,7	51,00	19,50	80,45
Бенз(а)пирен	1	5472968,7	8264182,74	9829531,5	51,00	18,94	79,60
Фторид водорода	2	547,4	826,57	983	51,00	18,93	79,58
Сероводород	3	686,2	1036,16	1228,7	51,00	18,58	79,06
Взвешенные вещества	3	36,6	55,27	65,5	51,01	18,51	78,96
Этилбензол	3	275	415,25	491,5	51,00	18,36	78,73
Толуол	3	9,9	14,95	16,4	51,01	9,70	65,66
Фенол	2	1823,6	2753,64	2877,6	51,00	4,50	57,80
Формальдегид	2	1823,6	2753,64	2877,6	51,00	4,50	57,80
Диоксид азота	2	138,8	209,59	219,0	51,00	4,49	57,78
Аммиак	4	138,8	209,59	219,0	51,00	4,49	57,78
Оксид азота	3	93,5	141,19	147,5	51,01	4,47	57,75
Сажа	3	204,04	209,59	219,0	2,72	4,49	7,33

Примечание Коп - Класс опасности вещества

В 2025 году по сравнению с 2018 г. (за 7 лет) на 356,06% увеличилась стоимость ксилола, стоимость остальных веществ изменилась примерно на 51%, и всего лишь на 2,72% изменилась стоимость сажи. За последний год существенно выросла стоимость диоксида серы (на 186,8%) и бензола (на 93,37%), менее чем на 50% выросла стоимость серной кислоты (43,43 %) и оксида углерода (36,36%), примерно на 20% подорожали такие вещества как хлор, бенз(а)пирен, сероводород, взвешенные вещества и этилбензол. При этом на 9,7% и на 8,75% подорожали толуол и ксилол, стоимость остальных веществ выросла менее чем на 5%. За 8 лет (в 2026 г. по сравнению с 2018 г.) сильно выросли в цене ксилол и диоксид серы – на 395,95% и 333,04% соответственно, более чем на 100 % подорожали бензол (на 191%), серная кислота (на 116%) и оксид углерода (106%). Примерно на 80% выросли в цене хлор, бенз(а)пирен, фторид водорода, сероводород, взвешенные вещества и этилбензол. С 2018 года стоимость сажи выросла всего лишь на 7,33%. Остальные вещества, такие как оксид азота, диоксид азота и аммиак подорожали более чем на 57%.

Таблица 2 - Изменение ставок платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

Наименование вещества	Коп	Годы			Изменение размера ставок платы, %		
		2018	2025	2026	в2025г. к2018г.	в2026г. к2025г.	в2026г. к2018г.
		Ставки платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, руб/т					
Железо	4	5950,8	8985,71	13196342,5	51,00	146759,21	221657,45
Фторид-анион	3	982,6	1483,73	26392,7	51,00	1678,81	2586,01
АСПАВ	-	1192,3	1800,37	13196,3	51,00	632,98	1006,79
Фосфаты	4	3679,3	5555,74	26392,7	51,00	375,05	617,33
Сухой остаток	-	0,5	0,76	1,3	52,00	71,05	160,00
Кальций	4	3,2	4,83	7,3	50,94	51,14	128,13
Хром (VI)	3	29751,8	44925,22	65981,7	51,00	46,87	121,77
Хром (III)	3	8499,6	12834,4	18851,9	51,00	46,89	121,80
Сульфиды	3	119007,4	179701,17	263926,9	51,00	46,87	121,77
Магний	4	14,9	22,5	33	51,01	46,67	121,48
Сульфаты	4	6,0	9,06	13,2	51,00	45,70	120,00
БПКполн.	-	243	366,93	439,9	51,00	19,89	81,03
Хлориды	4	2,4	3,62	4,4	50,83	21,55	83,33
Никель	4	73553,2	111065,33	132096,5	51,00	18,94	79,59
Марганец	4	73553,2	111065,33	131963,4	51,00	18,82	79,41
Медь	3	735534,3	1110656,7	1319634,3	51,00	18,82	79,41
Мышьяк	1	14711,7	22214,67	26392,7	51,00	18,81	79,40
Нефтепродукты	3	14711,7	22214,67	26392,7	51,00	18,81	79,40
Цинк	3	73553,2	111065,33	131963,4	51,00	18,82	79,41
Фенолы	3	735534,3	1110656,7	1319634,3	51,00	18,82	79,41
Взвешенные вещества	4	977,2	1475,57	1542,0	51,00	4,50	57,80

Примечание Коп - Класс опасности вещества

С 2018 г. по 2025 г. стоимость всех веществ, сбрасываемых в водные объекты, выросла в среднем на 51 %. За последний год существенно выросли в цене железо (на 146759,21 %), фторид-анионы (на 1678,81 %), АСПАВ (на 632,98 %) и фосфаты (632,98 %). Сухой остаток (минерализация) подорожал на 71 %, а кальций, хром, сульфиды, магний и сульфаты – примерно на 50 %. На 21 % выросли в цене хлориды, а менее чем на 20 % марганец, медь, мышьяк, нефтепродукты, цинк, фенолы и никель. Всего лишь на 4,5 % выросли в стоимость взвешенные вещества. За последние 8 лет сильно подорожали железо (на 221657,45%), фторид-анионы (на 2586,01%), АСПАВ (на 1006,79%) и фосфаты (617,33%). Более чем на 100 % выросла цена на сухой остаток,

кальций, хром, сульфиды, магний и сульфаты, на 83 % подорожали хлорида и на 81 % БПК полный, стоимость остальных веществ изменила на 79 %. Взвешенные вещества подорожали на 57,8 %.

Таблица 3 - Изменение размера ставок платы при размещении отходов

Класс опасности отхода	Годы			Изменение размера ставок платы, %		
	2018	2025	2026	в2025г. к2018г.	в2026г. к2025г.	в2026г. к2018г.
	Ставки платы при размещении отходов, руб/т					
I (чрезвычайно опасные)	4643,7	7011,99	7620,6	51,00	8,68	64,11
II (высокоопасные)	1990,2	3005,2	3266	51,00	8,68	64,10
III (умеренно опасные)	1327	2003,77	2177,7	51,00	8,68	64,11
IV (малоопасные) (за исключением ТКО)	663,2	1001,43	1088,3	51,00	8,67	64,10
V (практически неопасные):						
добывающей промышленности	1,1	1,66	1,8	50,91	8,43	63,64
перерабатывающей промышленности	40,1	60,55	65,8	51,00	8,67	64,09
прочие	17,3	26,12	28,4	50,98	8,73	64,16
IV (малоопасные) ТКО	-	-	190	-		

Такая же ситуация наблюдается и по отходам. За последние 8 лет стоимость по всем классам опасности отходов выросла примерно на 64 %, а с 2018 г. по 2025 г. - на 51 %. При этом за последний год стоимость изменилась всего на 8 %. и 2026 году добавилась отдельная плата за твердые коммунальные отходы.

Изменения ставок платы для загрязняющих веществ, не приводит к соответствующему увеличению размера платы за НВОС. В таблице 4 приведен пример расчета платы за выбросы наиболее распространенных загрязняющих веществ в атмосферный воздух, поступающих от стационарных источников.

Таблица 4 - Образец расчета платы, с учетом коэффициента индексации

Наименование вещества	Размер платы за 1 т загрязняющего вещества			Изменение, %	
	По ценам, действующим до 10.07.2025г.	По ценам, действующим после 10.07.2025г.	По ценам, действующим с 01.09.2025г.	ставки платы	размера платы
Сажа	269,33	219,02	228,85	7,33	-15,02
Диоксид серы	59,92	71,63	205,44	333,04	242,82
Диоксид азота	183,21	219,02	228,85	57,78	24,90
Оксид углерода	2,11	2,52	3,44	106,25	63,28

За последние 8 лет при увеличении ставки платы за выбросы диоксида серы в 4,3 раза, плата увеличилась только в 3,4 раза. Стоимость одной тонны диоксида азота изменилась в 1,57, а размер платы в 1,25, а у сажи плата, наоборот, уменьшилась на 15,02 % при увеличении стоимости. Это связано, в том числе, с ежегодными изменениями  $K_{инд}$ .

В целом можно сделать вывод, что за последние 8 лет ставки платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и при размещении отходов существенно выросли.

#### Список литературы

1 Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=305370#h71>

2 Распоряжение Правительства РФ от 10.07.2025 № 1852 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501575>

3 Распоряжение от 1 сентября 2025 г. № 2409-р [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501541#h419>

4 [Постановление Правительства РФ от 31.05.2023 № 881 «Об утверждении Правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»](#) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_448455/aed3a10937b9f8c79b9b9b5bdc08a8a31296c43d/#dst100093](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_448455/aed3a10937b9f8c79b9b9b5bdc08a8a31296c43d/#dst100093)

5 Государственный доклада о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области за 2024 год. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mpr.orb.ru/activity/624/>

# ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРЕНБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Савилова Е.Б., канд. геол.-минерал. наук,  
Мязина Н.Г., канд. геол.-минерал. наук,  
Дынник Д.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Согласно схеме нефтегазогеологического районирования Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ) располагается в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, входит в Соль-Илецкую нефтегазоносную область. (рисунок 1) [3, 6].

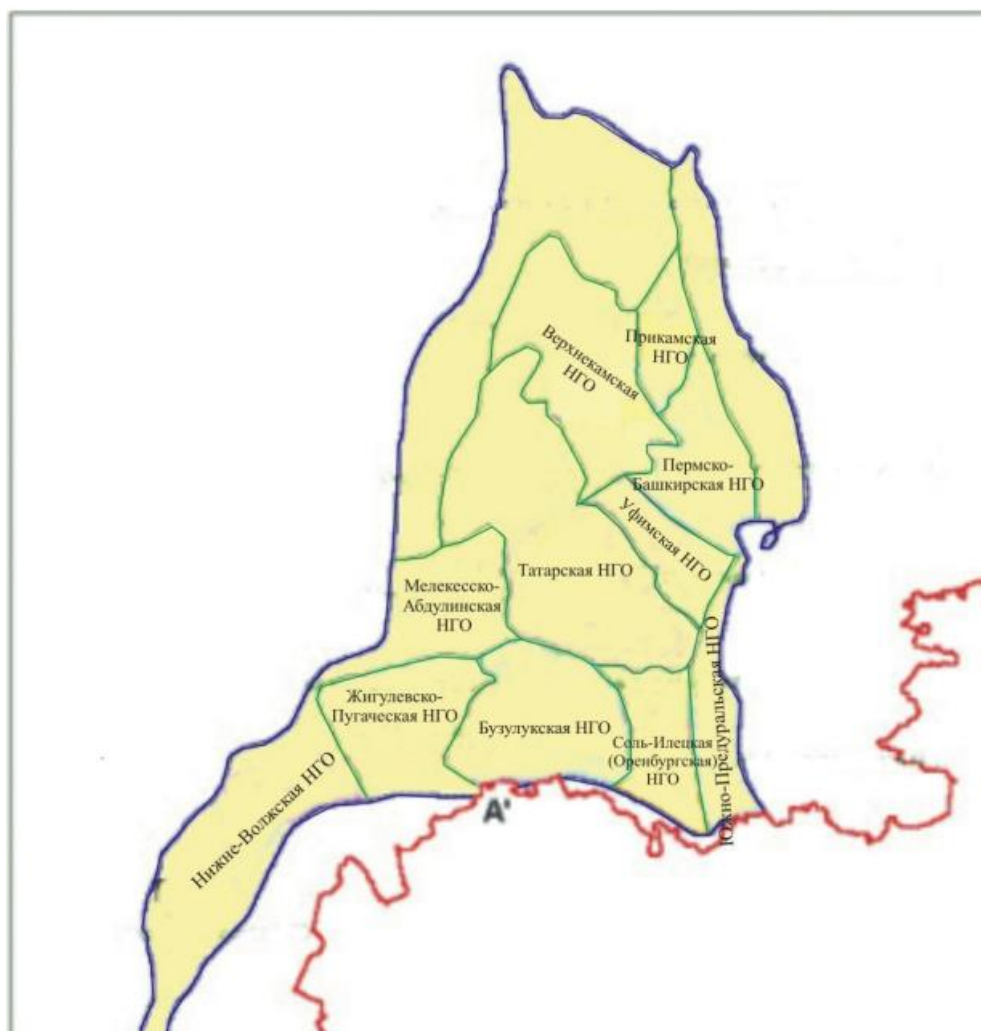


Рисунок 1 – Нефтегазоносные области Волго-Уральской провинции

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ) – уникальный по запасам и сложности строения объект, играющий ключевую роль в топливно-энергетическом комплексе России. Его разработка, начатая в

1974 году, потребовала детального изучения не только нефтегазоносных пластов, но и гидрогеологических условий. Последние оказывают прямое влияние на формирование залежей, методы добычи и даже на возможность получения попутного гидроминерального сырья [1,7].

В разрезе, вскрытом буровыми скважинами на площади ОНГКМ выделяются два гидрогеологических этажа: надсолевой и подсолевой, отделенные один от другого кунгурскими галогенными образованиями.

#### *Надсолевой гидрогеологический этаж*

Этаж содержит мезо-кайнозойский и верхнепермский водоносные комплексы, в составе которых выделяются несколько водоносных горизонтов.

Самый верхний из них, связанный с четвертичными (аллювиальными) образованиями, является основным источником водоснабжения населения. Воды его – гидрокарбонатные или хлор-магниевые, с минерализацией до 1,5 г/л. Дебиты вод – до 5 м<sup>3</sup>/ч.

Водоносные горизонты мезозойской и верхнепермской толщ связаны с песками, галечниками или глинисто-песчаными породами. Горизонты иногда имеют линзообразное залегание. Воды горизонтов – гидрокарбонатно-сульфатные, гидрокарбонатно-натриевые и кальциево-натриевые; минерализация их до 2 – 4 г/л. Дебиты – до 3 – 5 м<sup>3</sup>/ч. Воды представляют практический интерес с точки зрения использования их для питьевых и технических целей [2, 4].

#### *Подсолевой гидрогеологический этаж*

В составе этажа выделено несколько водоносных комплексов: московско-филипповский, визейско-башкирский и др.

*Московско-филипповский комплекс* охватывает толщу осадков примерно в 500 м. Достаточно полно изучен в процессе поисков, разведки и эксплуатации месторождения. На западном куполе он был охарактеризован, в частности, при изучении среднекаменноугольной газонефтяной залежи (скважины 6, 36, 39, давшие воду, и скважины 39, 60, 312, в которых получена нефть с водой). Указанные скважины опробовались в пределах абсолютных глубин от 1750 до 1810 м. Дебиты вод невысокие - от 0,6 до 15,8 м<sup>3</sup>/сут. На других участках ОНГКМ с более глубоких интервалов рассматриваемого комплекса были получены более высокие дебиты воды - до 100 м<sup>3</sup>/сут и более.

*Визейско-башкирский комплекс* охватывает толщу осадков до 700 м. Опробовался на площади ОНГКМ в интервале абсолютных глубин минус 1900-2800 м. В отличие от рассмотренного выше, данный комплекс является более водообильным.

По скважине 302, пробуренной на крайнем западе ОНГКМ, дебит воды из окских отложений достигал более 300 м<sup>3</sup>/сут. По скважинам Г-1, Г-2, Г-3 и другим, пробуренным для целей изучения поглощающих объектов и имеющим открытые стволы, дебиты достигали 800 м<sup>3</sup>/сут и даже более 1000 м<sup>3</sup>/сут после СКО.

Коэффициент водопроницаемости комплекса - 194 м<sup>3</sup>/сут, коэффициент пьезопроводности – до 4,5x10<sup>5</sup> м<sup>3</sup>/сут.

*Пластовые воды нижнего карбона и девона* в пределах ОНГКМ исследованы в интервале глубин 2560-3650 м. Дебиты вод, в основном, невысокие – 1,5 – 9 м<sup>3</sup>/сут. Пьезометрический уровень вод до разработки месторождения устанавливался на абсолютных глубинах от плюс 94 до минус 14 м. Пластовое давление на глубинах 2617-3650 м достигало 29,7-39,9 МПа.

*Воды ордовикских отложений* исследовались в скважине 2-Ордовикской, которая была испытана с помощью ИПТ в интервале глубин 3763-3792 м. При депрессии 15,8 МПа был получен приток пластовой воды с небольшим содержанием горючего газа. Пластовое давление при этом было определено равным 45,2 МПа.

Имеющиеся сведения о темпах падения пластового давления по отдельным скважинам показывают, что режим залежи характеризуется преимущественно как режим газовой шапки.

Однако повсеместное обводнение эксплуатационных скважин основной залежи месторождения может служить основанием для того, чтобы ожидать усиления воздействия водонапорной системы в дальнейшем.

Газоконденсатная залежь приурочена к известнякам подсолевого комплекса на глубине 1300–1800 м, её размеры достигают 125×25 км, а толщина – 520 м. Непосредственно под залежью залегает мощная (1000–1500 м) водонапорная система, а роль региональной покрышки выполняют кунгурские соленосные породы [4, 5].

Водонапорная система ОНГКМ является частью обширного артезианского бассейна. Пластовые воды находятся под значительным давлением, что подтверждается данными о самоизливе рассолов из кунгурских отложений с устьевыми давлениями от 0,8 до 6,0 МПа. Гидродинамические исследования показывают, что в подсолевых палеозойских отложениях (нижняя пермь, карбон, девон) существуют как инфильтрационные, так и элизионные потоки пластовых вод, которые участвовали в миграции и аккумуляции углеводородов.

Несмотря на активную разработку, гидрогеологическая изученность глубоких подсолевых горизонтов в регионе остаётся недостаточной, что затрудняет поиск новых залежей.

Водонапорная система ОНГКМ содержит воды высокой минерализации, которые по химическому составу относятся к хлоридным натриево-кальциевым рассолам. Их плотность варьирует в пределах 1,194–1,280 г/см<sup>3</sup>. Особый интерес представляют рассолы (рапа) кунгурских соленосных отложений, которые залегают в виде изолированных линз на глубинах 425–1301 м. Эти рассолы, а также пластовые воды продуктивного комплекса, характеризуются аномально высокими концентрациями ценных элементов:

- Йод – до 18 мг/дм<sup>3</sup> и более;
- Бром – до 250 мг/дм<sup>3</sup> и более;
- Также присутствуют калий, бор, стронций, литий, рубидий и цезий.

Такие содержания соответствуют промышленным кондициям для организации йодо-бромного производства.

Гидрогеологические факторы оказывают многопластовое воздействие на освоение Оренбургского месторождения:

Мощная водонапорная система способствует поддержанию энергии пласта в процессе добычи.

При наличии активных водонапорных систем существует опасность прорыва вод в эксплуатационные скважины, что требует тщательного мониторинга.

Высокоминерализованные рассолы, содержащие сероводород и другие агрессивные компоненты, способствуют коррозии оборудования.

Наличие ценных компонентов в пластовых водах открывает перспективу их попутного извлечения, что может улучшить экономику разработки [2, 4, 6].

Интенсивная разработка месторождения создаёт риски загрязнения подземных и поверхностных вод. Основные источники опасности – возможные утечки высокоминерализованных рассолов и пластовых вод, а также техногенные жидкости, используемые при бурении и добыче. Поэтому мониторинг гидрогеохимического фона и соблюдение природоохранных норм являются обязательными условиями эксплуатации Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения.

#### Список литературы

1. Захарова Е.Е. Геолого-гидрогеологические предпосылки образования скоплений углеводородов в подсолевых палеозойских отложениях на юге Оренбургской области // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т.5. – №4. – С. 1–4.
2. Захарова Е.Е. Перспективы использования подземных вод Оренбургского НГКМ в качестве источника гидроминерального сырья // КиберЛенинка. – 2023.
3. Мязина, Н. Г. Основы гидрогеологии нефтегазоносных провинций / Н. Г. Мязина, Е. Б. Савилова. - Оренбург : ОГУ, 2021. - 109 с
4. Харин, В. А. Перспективы нефтегазоносности додевонских отложений Оренбургской области / В. А. Харин, Е. Б. Савилова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - Оренбург : ОГУ, 2022.
5. Зозуленко, И. А. Нетрадиционные резервуары Оренбургской области доманиковой свиты / И. А. Зозуленко, И. Э. Гасанова, Е. Б. Савилова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - Оренбург : ОГУ, 2022. - С. 2045-2047.
6. Нефтегазоносность восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения / Е. Б. Савилова, А. К. Феденко, Д. Р. Нигматулина, Д. С. Сафарянц // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - Оренбург : ОГУ, 2024. - С. 2702-2705.
7. Гидрохимические особенности месторождений Ухтинского района Тимано-Печорской провинции / Н. Г. Мязина, Е. Б. Савилова, Д. Р.

Нигматулина, А. К. Феденко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - Оренбург : ОГУ, 2024. - С. 2538-2541.

# ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Савилова Е.Б., канд. геол.-минерал. наук,

Мязина Н.Г., канд. геол.-минерал. наук,

Росси́к А. О.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция (НГП) является одним из старейших и наиболее изученных нефтегазодобывающих регионов России. Несмотря на высокую степень разведанности, потенциал её глубокозалегающих комплексов, особенно додевонских (рифейско-вендских) и палеозойских отложений, остаётся значительным. Гидрогеологические исследования играют ключевую роль в оценке перспектив нефтегазоносности, так как состав, динамика и термодинамика пластовых вод напрямую влияют на формирование, миграцию и сохранение залежей углеводородов (УВ).

Волго-Уральская НГП расположена в пределах Восточно-Европейской платформы и включает ряд крупных тектонических элементов: антеклизы, своды, впадины и авлакогены. В гидрогеологическом отношении разрез разделён на два основных этажа: надсолевой (пермско-мезозойский) и подсолевой (палеозойско-протерозойский), разделённый кунгурской соленосной толщей.

В подсолевом этаже выделяются:

1. Додевонские (рифейско-вендские) отложения – изучены в пределах Камско-Бельского авлакогена. Представлены терригенными и карбонатными породами с развитой трещиноватостью. Гидрогеологический режим относится к зоне весьма затруднённого водообмена.

2. Палеозойские отложения (девонско-каменноугольно-нижнепермские) – включают несколько продуктивных комплексов: эйфельско-нижнефранский, визейский, верейско-мелекесский и среднекаменноугольно-нижнепермский.

В надсолевом этаже распространены преимущественно пресные и слабосоленоватые воды зоны активного водообмена, которые не рассматриваются в контексте нефтегазоносности.

Пластовые воды рифейско-вендского комплекса представляют собой высокоминерализованные (до 322 г/дм<sup>3</sup>) хлоридно-кальциево-натриевые рассолы с повышенным содержанием брома (до 2000 мг/кг), йода и гелия. Коэффициент метаморфизации ( $r_{Na/rCl}$ ) составляет 0,4–0,7, что указывает на высокую степень преобразования вод. Установлено сходство химического состава вод рифейско-вендского комплекса и терригенного девона в пределах Камско-Бельского авлакогена, что свидетельствует о единой гидрогеохимической системе и возможной вертикальной миграции флюидов.

Для всех палеозойских комплексов характерны хлоридно-кальциевые рассолы с минерализацией от 160 до 324 г/дм<sup>3</sup>. Степень метаморфизации вод возрастает с глубиной и в направлении к центральным частям бассейнов. Наблюдается чёткая корреляция между коэффициентом метаморфизации (Км) и физико-химическими свойствами нефтей:

1. При  $K_m = 0,85-1,0$  распространены тяжёлые нефти с высоким содержанием серы и парафинов.

2. При  $K_m = 0,6-0,85$  преобладают лёгкие и средние нефти, газоконденсатные залежи. Газонасыщенность пластовых вод увеличивается в южном и юго-восточном направлениях, достигая 1500 см<sup>3</sup>/л в девонских отложениях.

Гидрогеодинамический режим подсолевых комплексов характеризуется крайне низкими скоростями фильтрации ( $n \times 10^{-1} - n \times 10^{-2}$  см/год), что соответствует зоне затруднённого водообмена. Направление потока пластовых вод – с севера и северо-востока (области питания на Южно-Татарском своде) на юг и юго-запад. Локальные пьезоминимумы и пьезомаксимумы связаны с зонами внутрислоевых перетоков и тектоническими нарушениями.

Эйфельско-нижнефранский и визейский комплексы отличаются минимальными перепадами напоров (до 50–100 м), что создаёт благоприятные условия для сохранения залежей УВ.

Среднекаменноугольно-нижнепермский комплекс характеризуется более активной динамикой (перепады напоров до 350 м), особенно на участках отсутствия или малой мощности соленосных толщ, что снижает сохранность залежей.

Геотермический градиент в изученных комплексах составляет 1.44–2,05°С/100 м. Температуры в рифейско-вендских отложениях на глубинах до 2600 м не превышают 56°С. В палеозойских отложениях температура возрастает с глубиной, достигая 120°С в эйфельско-нижнефранском комплексе на юге Бузулукской впадины. Установлена связь между температурным режимом и фазовым состоянием УВ: нефтяные залежи преобладают при температурах до 90–100°С, а газоконденсатные – при более высоких температурах.

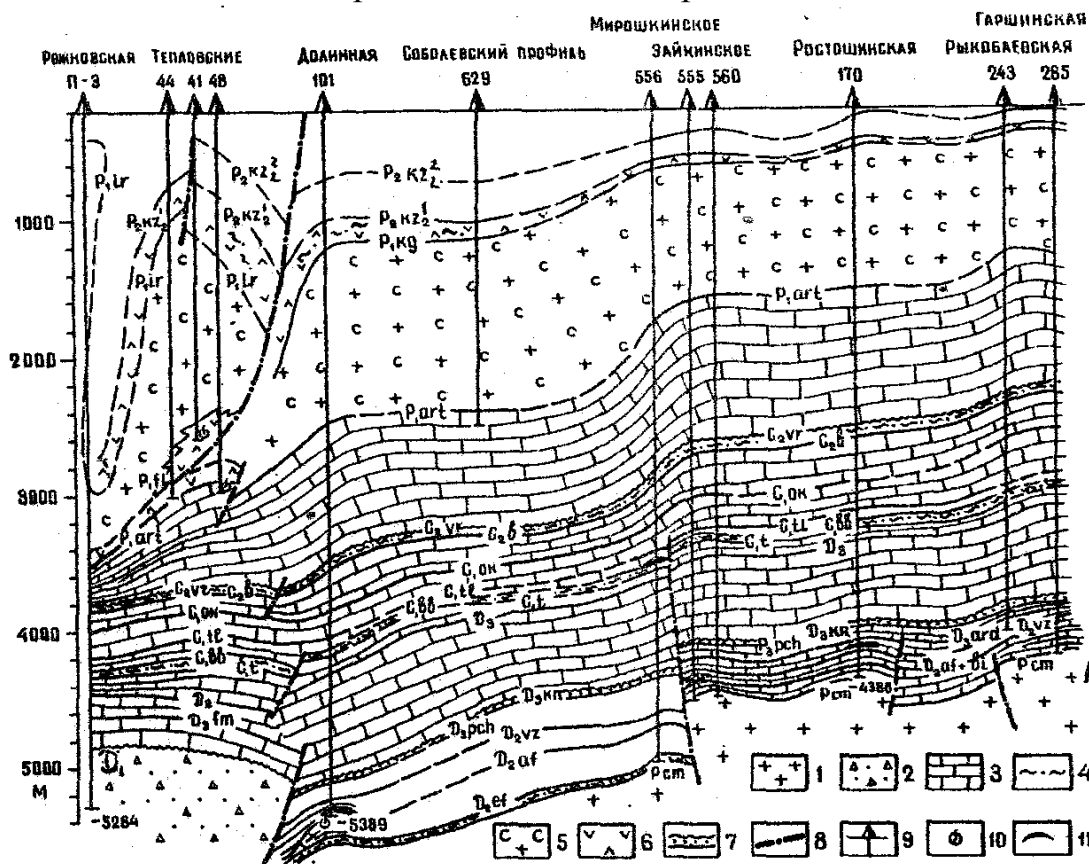
Проведённый анализ позволяет выделить следующие ключевые закономерности:

1. Единство гидрогеохимической системы в пределах Камско-Бельского авлакогена, где воды рифейско-вендских и девонских отложений имеют сходный состав, указывает на возможность вертикальной миграции УВ.

2. Зона затруднённого водообмена является основным фактором сохранения залежей. Низкие скорости фильтрации, высокая минерализация и метаморфизация вод способствуют консервации УВ.

3. Гидрогеохимические и геотермические показатели могут использоваться для отдельного прогноза нефтегазоносности и оценки качества флюидов.

4. Наибольший потенциал для обнаружения новых залежей имеют рифейско-вендские отложения и глубокозалегающие палеозойские комплексы в зонах с высокой степенью гидрогеологической закрытости.



1 – породы кристаллического фундамента; 2 – красноцветы; 3 – карбонаты; 4 – терригенные породы; 5 – галогены; 6 – сульфаты, соль; 7 – поверхность размыва; 8 – разломы; 9 – скважины; 10 – газопроявления; 11 – месторождения нефти

Рисунок 1 – Геолого – гидрогеологический разрез юго – востока Волго – Уральской НГП

Гидрогеологические условия Волго-Уральской НГП характеризуются сложной вертикальной и латеральной зональностью, определяющей распределение и сохранность залежей углеводородов. Комплексный анализ гидрогеохимических, гидрогеодинамических и геотермических данных позволяет выявить перспективные зоны для поисково-разведочных работ. Наиболее благоприятными являются комплексы с высокой степенью метаморфизации вод, низкими скоростями фильтрации и устойчивым термобарическим режимом. Дальнейшие исследования должны быть направлены на детализацию гидрогеологических моделей глубокозалегающих отложений и интеграцию гидрогеологических данных в процесс геологического моделирования.

## Список литературы

1. Яковлев, Ю.А. Гидрогеологические условия додевонских отложений северо-восточной части Волго-Уральской НГП / Ю.А. Яковлев, С.Е. Башкова // КамНИИКИТС, 2023 – С. 11 – 16.
2. Логинова, М.П. Гидрогеологические и геотермические закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений юго-восточной части Волго-Уральской антеклизы / М.П. Логинова : Автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. // Саратов, 2007. – 34 с.
3. Логинова, М.П. Гидрогеодинамические условия основных нефтегазоводоносных комплексов юго-востока Русской плиты / М.П. Логинова, К.А. Маврин // СГУ, 2007 – 201 с.
4. Мязина, Н. Г. Основы гидрогеологии нефтегазоносных провинций / Н. Г. Мязина, Е. Б. Савилова. – Оренбург : ОГУ, 2021. – 109 с.
5. Харин, В. А. Перспективы нефтегазоносности додевонских отложений Оренбургской области / В. А. Харин, Е. Б. Савилова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – Оренбург : ОГУ, 2022.
6. Зозуленко, И. А. Нетрадиционные резервуары Оренбургской области доманиковой свиты / И. А. Зозуленко, И. Э. Гасанова, Е. Б. Савилова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – Оренбург : ОГУ, 2022. – С. 2045 – 2047.
7. Нефтегазоносность восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения / Е. Б. Савилова, А. К. Феденко, Д. Р. Нигматулина, Д. С. Сафарянц // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – Оренбург : ОГУ, 2024. – С. 2702 – 2705.
8. Гидрохимические особенности месторождений Ухтинского района Тимано-Печорской провинции / Н. Г. Мязина, Е. Б. Савилова, Д. Р. Нигматулина, А. К. Феденко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - Оренбург : ОГУ, 2024. - С. 2538-2541.

# **ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ РЕГИОНА**

**Савченкова Е.Э., Якименко Д. С.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

В условиях продолжающегося роста промышленного производства одной из наиболее острых проблем регионального развития становится обеспечение приемлемого уровня техносферной безопасности и снижение техногенной нагрузки на окружающую среду. Нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия относятся к числу наиболее значимых источников антропогенного воздействия, формируя выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы загрязнённых сточных вод и образование крупных объёмов опасных отходов. Устойчивое развитие территорий с развитым топливно-энергетическим комплексом невозможно без системного учёта этих факторов и внедрения современных технологий экологически ориентированного управления производством. [1]

Особую актуальность вопросы техносферной безопасности приобретают для регионов, где сочетаются высокая концентрация промышленных объектов и уязвимость природных экосистем. В таких условиях локальные нарушения природного равновесия могут приводить к долгосрочным негативным социально-экономическим последствиям. Важной задачей становится разработка и реализация комплекса мер, позволяющих одновременно поддерживать конкурентоспособность нефтеперерабатывающих предприятий и снижать риск неблагоприятного воздействия на здоровье населения и природную среду.

Целью настоящей работы является обоснование перспективных направлений снижения техногенной нагрузки нефтеперерабатывающих предприятий на компоненты окружающей среды в региональном масштабе на основе актуальных статистических данных. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать основные источники негативного воздействия нефте- и газопереработки на атмосферный воздух, водные объекты и почвенный покров; охарактеризовать ключевые экологические и техносферные риски, связанные с функционированием таких предприятий; обозначить технологические, организационные и информационно-аналитические меры, реализация которых способствует повышению уровня техносферной безопасности и устойчивого развития региона. [2][3]

Объектом исследования выступает техногенная нагрузка нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий на окружающую среду. Предмет исследования составляют технологические и

организационно-управленческие решения, направленные на снижение негативного воздействия и интеграцию принципов устойчивого развития в практику промышленной эксплуатации. Рассматриваемые положения носят научно-практический характер и могут быть применены при модернизации действующих производств, разработке программ экологического развития региона и совершенствовании системы подготовки инженерных кадров в области техносферной безопасности.[4]

### Снижение выбросов в атмосферу (2021-2022)

Сокращение на 23.7% за год в Оренбургской области

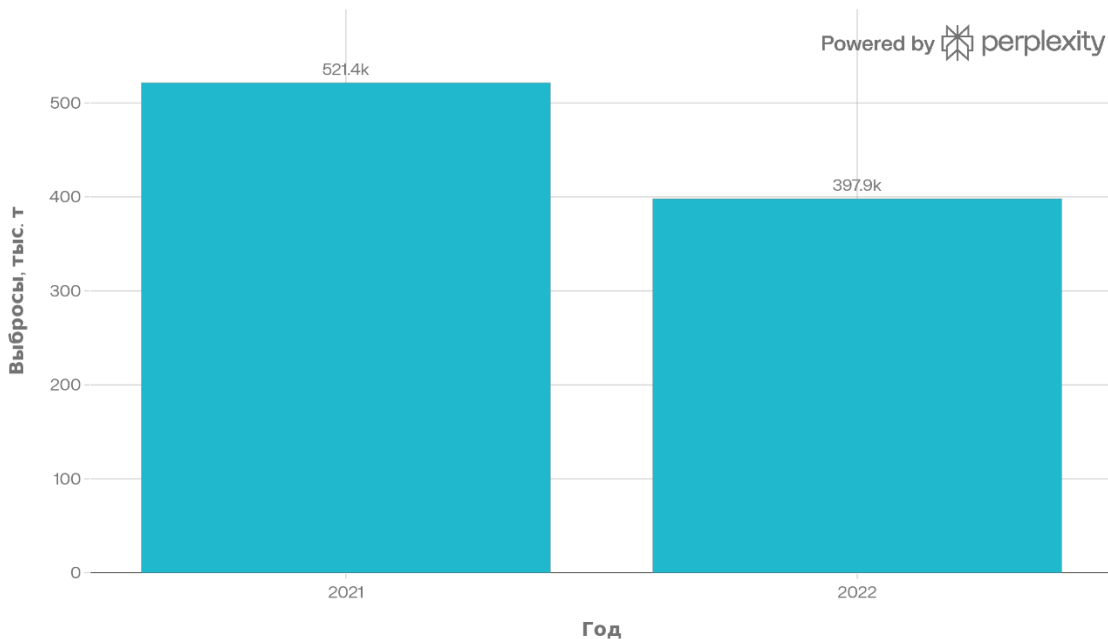


Рисунок 1 - Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в Оренбургской области в 2021-2022 гг. (по данным Росстата и FinExpertiza)

По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2022 году предприятия Российской Федерации выбросили в атмосферу от стационарных источников 17,2 млн тонн загрязняющих веществ, что на 0,2 процента меньше, чем годом ранее. Оренбургская область, являясь одним из крупнейших регионов топливно-энергетического комплекса страны, в 2022 году заняла девятое место в рейтинге регионов с максимальными промышленными выбросами, при этом местные предприятия выбросили 397,9 тысяч тонн загрязняющих веществ, что на 8,2 процента меньше показателя 2021 года (521,4 тысяч тонн).[5][6][7]

## Показатели нефтепереработки в Российской Федерации

Объем переработки достиг пика в 2022-2023 гг

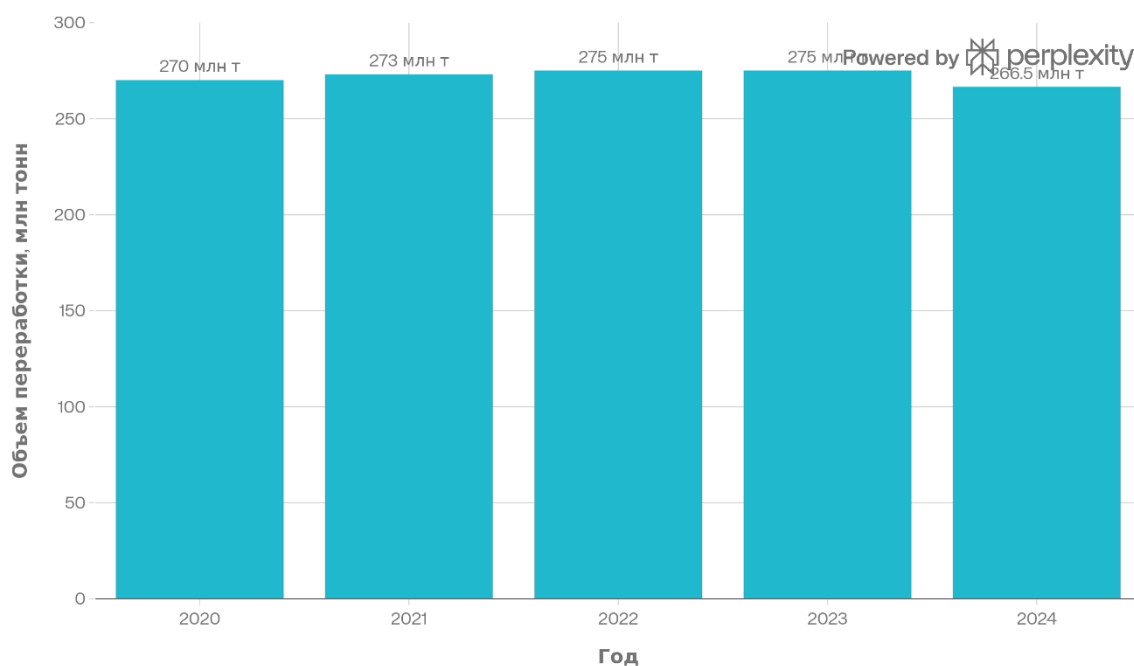


Рисунок 2 - Объемы переработки нефти и глубина переработки на НПЗ Российской Федерации в 2020-2024 гг. (по данным Росстата и Минэнерго РФ)

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в регионе выступают предприятия добычи и переработки углеводородного сырья. К числу крупнейших загрязнителей относятся Оренбургский газоперерабатывающий завод и Орский нефтеперерабатывающий завод мощностью 5,76 миллионов тонн в год. По итогам 2022 года объем переработки на Орском НПЗ превысил 4,4 миллиона тонн. В масштабах страны нефтепереработка остаётся одной из ключевых отраслей промышленности. По данным Минэнерго РФ, в 2023 году на российских заводах было переработано 275 миллионов тонн нефти, глубина переработки составила 84 процента. В 2024 году переработка снизилась до 266,5 миллионов тонн, однако глубина переработки продолжила расти, достигнув 84,5 процента.[8]

Нефтеперерабатывающий комплекс формирует широкий спектр газообразных, жидких и твёрдых потоков, способных оказывать многокомпонентное и длительное по времени воздействие на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, а также на почвенно-грунтовый слой. К основным организованным источникам атмосферных выбросов относятся топливосжигающие и технологические печи, котельные установки, факельные системы сжигания газов, дымовые и вентиляционные трубы различных агрегатов. Значительную долю неорганизованных выбросов формируют дыхание резервуаров различного объёма и назначения, утечки через фланцевые соединения, арматуру и уплотнения насосов и компрессоров, а также испарения при проведении погрузочно-разгрузочных операций.

Процесс хранения нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках сопровождается так называемыми «малыми» и «большими» дыханиями, обусловленными изменением температуры окружающего воздуха и уровня продукта в резервуаре. При повышении температуры в дневное время происходит нагрев корпуса резервуара, возрастание давления парогазовой смеси и срабатывание дыхательной арматуры, что приводит к выбросу углеводородных паров в окружающую среду. При заполнении резервуара происходит вытеснение паровоздушной смеси наружу, а при откачке продукта – подсос атмосферного воздуха внутрь, что формирует переменные потоки испарений, вносящие значимый вклад в суммарные потери и загрязнение воздуха в зоне нефтебазы или НПЗ.

В составе газообразных выбросов нефтеперерабатывающих предприятий, как правило, присутствует широкий набор загрязняющих веществ: оксиды серы и азота, оксид углерода, сероводород, летучие алифатические и ароматические углеводороды, пары органических растворителей, аэрозоли кислот и щелочей, а также продукты неполного сгорания в виде сажи и высокомолекулярных смолистых соединений. Суммарный объём эмиссии крупных предприятий переработки нефти может исчисляться десятками и сотнями тысяч тонн в год.

Существенный вклад в загрязнение окружающей среды вносит сброс производственных сточных вод, формирующихся во множестве технологических узлов НПЗ. Типичный состав сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий включает нефтепродукты, взвешенные вещества, фенолы, поверхностно-активные вещества, аммонийный азот, соли тяжёлых металлов, сульфаты и сульфиды. По данным производственных организаций, концентрация нефтепродуктов в неочищенных стоках может достигать сотен миллиграммов на литр, что свидетельствует о высокой потенциальной нагрузке на системы биологической очистки и водные экосистемы.[9]

Отдельную категорию отходов составляют нефтешламы – сложные многокомпонентные системы, образующиеся при очистке резервуаров, трубопроводов и технологического оборудования. Согласно статистическим данным, в Российской Федерации ежегодно образуется около трёх миллионов тонн нефтешламов, а накопленные объёмы превышают 100 миллионов тонн. На нефтеперерабатывающих заводах образование нефтешламов составляет от 1,5 до 5 тысяч тонн на один миллион тонн перерабатываемой нефти. Нефтешламы требуют специальных методов обезвреживания и утилизации.

Для уменьшения негативного воздействия нефтеперерабатывающих предприятий на окружающую среду в современной практике применяется комплекс технологических и организационных решений, соответствующих концепции наилучших доступных технологий. Одним из наиболее эффективных направлений является внедрение систем улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов, которые позволяют сократить потери углеводородов при хранении и перевалке продукции, а также снизить выбросы

летучих органических соединений в атмосферу. Адсорбционные установки обеспечивают высокую степень очистки паровоздушной смеси (до 99 процентов).[10]

Важнейшим направлением модернизации нефтеперерабатывающих предприятий является техническое перевооружение очистных сооружений с применением современных технологий глубокой очистки сточных вод. Мембранные биореакторы позволяют повысить эффективность очистки сточных вод до 99 процентов и обеспечить получение высокоочищенной воды для повторного использования в технологическом цикле. В результате внедрения таких систем достигается снижение водопотребления в 2,5 раза.

Для снижения выбросов загрязняющих веществ от процессов сжигания топлива на технологических печах применяются методы оптимизации режимов горения, установки систем рециркуляции дымовых газов, внедрение низкоэмиссионных горелок. Модернизация факельных систем с установкой современных горелочных устройств позволяет обеспечить полноту сгорания газовых потоков и снизить образование сажи и продуктов неполного сгорания. Перспективным направлением является также внедрение технологий обезвреживания и утилизации нефтешламов с получением товарных продуктов.

Таким образом, нефтеперерабатывающие предприятия формируют сложный комплекс загрязняющих потоков. Анализ актуальных статистических данных показывает, что в Оренбургской области, как и в целом по Российской Федерации, наблюдается тенденция к снижению валовых выбросов загрязняющих веществ при одновременном повышении глубины переработки нефтяного сырья. Глубокое понимание структуры загрязняющих потоков является необходимой предпосылкой для разработки эффективных систем очистки и управления рисками в целях обеспечения техносферной безопасности и устойчивого развития регионов. Внедрение наилучших доступных технологий позволяет существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить соответствие деятельности предприятий современным экологическим стандартам.

#### Список литературы

- 1 Ганин, В.И. Техносферная безопасность: учебник для вузов / В.И. Ганин, А.Б. Левин. – Москва: Академия, 2019. – 352 с.
- 2 Гольф, Р.В. Экологические основы нефтегазового комплекса: учебное пособие / Р.В. Гольф. – Санкт-Петербург: Недра, 2018. – 296 с.
- 3 Дмитриев, А.В. Нефтепереработка и охрана окружающей среды: монография / А.В. Дмитриев, П.Н. Киселёв. – Москва: Химия, 2020. – 412 с.
- 4 Селиванов, А.А. Оценка экологического риска при эксплуатации опасных производственных объектов / А.А. Селиванов, С.Г. Пономарёв // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 5. – С. 15–22.
- 5 ГОСТ 17.2.3.02–2014. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. – Введ. 2015-07-01.

6 Рябчиков, Б.Е. Очистка промышленных выбросов и сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий: учебное пособие / Б.Е. Рябчиков, В.Г. Кузнецов. – Москва: Инфра-Инженерия, 2017. – 280 с.

7 Мартынов, А.С. Комплексная переработка отходов нефтеперерабатывающей промышленности / А.С. Мартынов, Н.В. Жукова // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24. – № 3. – С. 34–41.

8 Трофимова, И.А. Экологический мониторинг в нефтегазовом секторе: учебное пособие / И.А. Трофимова, Ю.П. Кондратьев. – Казань: Казанский университет, 2019. – 210 с.

9 Баранов, П.В. Развитие систем экологического менеджмента на предприятиях топливно-энергетического комплекса / П.В. Баранов, Т.С. Егорова // Нефть и газ. – 2021. – № 6. – С. 27–33.

10 ГОСТ 12.1.007–76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введ. 1977-01-01.

# МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ

**Садыкбаева А.Б., Чекмарева О.В., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Основной ландшафт Оренбургской области это – степная зона, которая играет огромную роль для климата. В городе Оренбурге выраженный континентальный климат это связано с тем, что Оренбургская область находится центре Евразии и удалена от океана. Зима в Оренбурге холодная, с устойчивым снежным покровом, максимальное количество осадков 339 мм/год. Особенностью континентального климата является быстрое и сильное нагревание материка летом, а также быстрое и сильное охлаждение зимой. Самая высокая летняя температура + 43 °С, а самая низкая зимняя температура – 45 °С, в среднем разность температуры составляет 36-37 °С. В зимние месяцы в Оренбургской области часто повторяются антициклоны, имеющие сибирское происхождение, а вот летние антициклоны имеют западное происхождение. Высокая амплитуда годовой температуры связана с малым количеством осадков и отсутствием высокогорных хребтов. Характерной чертой климата Оренбуржья является его засушливость. Дефицит влаги в теплый период года зависит не только от малого количества выпадающих осадков и малой относительной влажности воздуха, но и от характера выпадения осадков, их быстрого стока. Летние осадки, как правило, имеют ливневый характер. Нередко в течение одного дня выпадает от 30 % до 50 % всей нормы вегетационного периода. Выпавшие осадки не успевают впитаться в почву. С одной стороны, этому способствует расчлененный рельеф большей части области, с другой - высокие температуры воздуха, способствующие их быстрому испарению [1].

Повторяемость и длительность периодов с засухой и суховеями в Оренбуржье бывает различной. За последнее столетие в северо-западных районах области сильные и средние засухи наблюдались один раз в 3-4 года, а в южных районах - один раз в 2 - 3 года. Среднегодовые данные о наблюдении представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднегодовые данные о наблюдении.

Среднегодовые данные	Многолетние 2013-2022 гг	2023 г.	2024 г.
осадки, число дней	202	190	138
повторяемость приземных инверсий температуры, %	37	38,9	37
повторяемость застоев воздуха, %	7	6	7
повторяемость ветров со скоростью 0–1 м/с, %	39	33	28

Среднегодовые данные	Многолетние 2013-2022 гг	2023 г.	2024 г.
повторяемость туманов, %	0,3	0,3	0,3
влажность воздуха, %	70	71	68

Метеорологические параметры влияют на распространение примести. В городе Оренбурге наблюдения проводятся на 3-х стационарных пунктах государственной наблюдательной сети мониторинга за состоянием и загрязнением окружающей среды (пунктах наблюдения за загрязнением – ПНЗ) [2]. Ответственным за сеть является Оренбургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Сеть работает в соответствии с требованиями РД 52.04.186-89 [3]:

1) ПНЗ№6 располагается в жилых районах, измеряет «городские фоновые» загрязнения;

2) ПНЗ№2 располагается вблизи предприятий и измеряет «промышленные» загрязнения;

3) ПНЗ№5 расположен рядом с автомагистралью в месте с интенсивным движением автотранспорта.

На данных постах наблюдения проводились замеры по 13 загрязняющим веществам за 2024 год. Был произведён отбор 24600 проб атмосферного воздуха.

Для определения общего уровня загрязнения рассчитывается стандартный индекс (далее – СИ). Он рассчитывается как наибольшая разовая концентрация загрязняющего вещества, деленая на ПДК<sub>м.р.</sub>

Уровень загрязнения атмосферы города Оренбурга оценивается как - низкий [4].

Значения среднегодовых концентраций загрязняющих веществ [5] представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ

Вещество	Кратность превышении ПДК
Взвешенные вещества	0,6 ПДК
Сера диоксид	0,1 ПДК
Углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,4 ПДК
Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)	0,6 ПДК
Азот (II) оксид (азот монооксид)	0,1 ПДК
Дигидросульфид (водород сернистый, дигидросульфид, гидросульфид)	0,1 ПДК
Формальдегид (муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	1 ПДК
Бенз/а/пирен	0,16 ПДК
Бензол (циклогексатриен; фенилгидрид)	0,1 ПДК
Диметилбензол (смесь о-, м-, п- изомеров) (метилтолуол)	0,01 ПДК

## Продолжение таблицы 2

Вещество	Кратность превышении ПДК
Метилбензол (фенилметан)	0,0003 ПДК
Этилбензол (фенилэтан)	0,01 ПДК
Предельные углеводороды C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	менее 0,1 ПДК

Из данных представленных в таблице 2 можно сделать вывод, что среднегодовые значения концентраций загрязняющих веществ находятся в пределах нормы (т.е. не превышают ПДК). Следует отметить, что максимальные концентрации наблюдаются по взвешенным веществам, азоту диоксида (двуокись азота; пероксид азота) и составляют 0,6 ПДК, а также по формальдегиду (муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид) 1 ПДК, что соответствует нормам, но может вызвать негативное влияние на организм при повышении их концентраций [6].

В таблице 3 представлены значения максимально разовых концентрации по основным веществам.

Таблица 3 – Максимально разовые концентрации загрязняющих веществ

Вещество	Кратность превышении ПДК
Взвешенные вещества	0,2 ПДК
Сера диоксид	0,1 ПДК
Углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	1,2 ПДК
Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)	2,7 ПДК
Азот (II) оксид (азот монооксид)	0,1 ПДК
Дигидросульфид (водород сернистый, дигидросульфид, гидросульфид)	0,4 ПДК
Формальдегид (муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0,5 ПДК
Бенз/а/пирен	0,6 ПДК
Этилбензол (фенилэтан)	0,5 ПДК
Диметилбензол (смесь о-, м-, п- изомеров) (метилтолуол)	0,5 ПДК
Метилбензол (фенилметан),	0,2 ПДК
Бензол (циклогексатриен; фенилгидрид)	0,3 ПДК
Предельные углеводороды C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	0,01 ПДК

Из таблицы 3 можно сделать вывод, что случаев высокого и экстремально высокого загрязнения не было, т.е. превышения в 5 ПДК обнаружено не было. Наибольшие значения максимально разовых концентраций были у азота диоксида (двуокись азота; пероксид азота) (2,7 ПДК) и углерода оксида (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ) (1,2 ПДК). Максимальная

концентрация азота диоксида (диоксид азота; пероксид азота) была выявлена в пункте ПНЗ№2 в апреле и составляла - 0,544 мг/м<sup>3</sup>.

При превышении расчетной концентрации загрязняющего вещества более одного ПДК в расчетных точках на границе санитарно-защитной зоны предприятия обязаны разрабатывать план мероприятий по уменьшению выбросов при НМУ (при неблагоприятных метеорологических условий). Если же концентрации не превышают 1 ПДК, то разработка плана не требуется, но факт отсутствия превышений нужно подтвердить и согласовать с органами Минприроды.

#### Список литературы

1. Общие климатические особенности Оренбургской области. ИС УрО РАН. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orensteppe.org/content/obshchie-klimaticheskie-osobennosti-orenburgskoy-oblasti>;

2. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ФГБУ «ГГО». Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2023 г». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://voeikovmgo.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=40:perechen-materialov-izdannikh-ggo&catid=41&Itemid=24&lang=ru](http://voeikovmgo.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=40:perechen-materialov-izdannikh-ggo&catid=41&Itemid=24&lang=ru);

3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989) (ред. от 11.02.2016, с изм. от 24.07.2025);

4. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2024 год. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/88f/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D0%B7%D0%B0%202024%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4\\_300625.pdf](https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/88f/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D0%B7%D0%B0%202024%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4_300625.pdf);

5. Распоряжение Правительства РФ от 20.10.2023 N 2909-р (ред. от 05.06.2024) «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды и признании утратившими силу некоторых Постановлений Правительства РФ»;

6. Приказ Минприроды России от 28.11.2019 N 811 "Об утверждении требований к мероприятиям по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2019 N 56960).

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДИК МОНИТОРИНГА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

**Сарбулатова Р.С., Воробьев А.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Деградация почв – одна из наиболее острых глобальных экологических проблем XXI века, напрямую угрожающая продовольственной безопасности, биоразнообразию и климатической стабильности. Под деградацией понимается снижение плодородия и продуктивности земель в результате различных процессов: эрозии, засоления, загрязнения, потери органического вещества, опустынивания и др. Однако эффективная борьба с этим явлением невозможна без его точной количественной и качественной оценки. Сегодня мировая практика сталкивается с серьезным вызовом: разрозненность и несопоставимость методов диагностики деградации. В этой связи стандартизация методик мониторинга становится не технической задачей, а стратегической необходимостью. Ключевую роль в формировании единого методического подхода играют национальные и международные стандарты, в частности ГОСТ 17.4.3.01-2017 и ГОСТ Р ИСО 14688, которые регламентируют отбор проб, описанию и классификацию почв. Их использование позволяет повысить достоверность результатов мониторинга и обеспечить их применение в управлении земельными ресурсами.

ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб» распространяется на отбор проб почвы в местах организованных и неорганизованных выбросов и сбросов, в том числе в случаях возникновения аварийных и чрезвычайных ситуациях при определении содержания в почве химических веществ, при контроле загрязнений почв патогенными организмами и вирусами.

Настоящий стандарт устанавливает единые требования к отбору почв при общих и локальных загрязнениях в районах воздействия промышленных, сельскохозяйственных, хозяйственно-бытовых и транспортных источников загрязнения, при оценке качественного состояния почв и сельскохозяйственных угодий.

Положения настоящего стандарта могут быть использованы испытательными лабораториями различных форм собственности, в том числе ведомственными, а также научно-исследовательскими и учебными организациями.

Стандарт регламентирует:

1. Принципы выбора пробных площадок с учетом природных условий, типа почв и характера землепользования.

2. Пространственную схему отбора проб, включая сеточный метод для фоновых исследований и концентрические или профильные схемы для локальных нарушений.

3. Глубину и послойность отбора, что особенно важно при анализе вертикального распространения деградационных процессов.

4. Формирование точечных и объединенных проб, обеспечивающих статистическую надежность данных.

5. Требования к хранению и транспортировке проб, предотвращение изменения их свойств.

В контексте мониторинга деградации почв ГОСТ 17.4.3.01-2017 обеспечивает методическую базу для оценки изменений физико-химических характеристик почв и позволяет проводить сопоставимые наблюдения в рамках долгосрочных программ. [1]

ГОСТ Р ИСО 14688 – это серия российских национальных стандартов (включая ГОСТ Р ИСО 14688-1-2017 и ГОСТ Р ИСО 14688-2-2017), гармонизированных с международным ISO 14688, которые устанавливают единые методы идентификации и классификации грунтов для геотехнических исследований и испытаний, разделяя их на части.

ГОСТ Р ИСО 14688-1-2017 «Грунты. Идентификация и классификация. Часть 1. Идентификация и описание» совместно со стандартом ИСО 14688-2 устанавливает основные принципы идентификации и классификации грунтов на основе их вещественного состава и характеристик, которые наиболее широко используются для описания грунтов в инженерных целях. Данные характеристики могут изменяться, в связи с чем для конкретных проектов и материалов может потребоваться большая степень детализации классификационных и описательных терминов.

Общая идентификация и описание грунтов основаны на системе, предназначенной для использования непосредственно в полевых условиях опытным персоналом и включающей в себя вещественный состав грунта и наиболее широко используемые характеристики, получаемые визуальным и ручным способами.

В стандарте приводятся подробные сведения об отдельных характеристиках для идентификации грунтов и терминах, включая относящиеся к результатам полевых испытаний.

Данный стандарт применяется к естественным грунтам на месте залегания, аналогичным техногенно измененным грунтам на месте залегания, и грунтам, техногенно перемещенным человеком. Идентификация и классификация грунтов для целей почвоведения, а также при мероприятиях, применяемых в целях защиты и восстановления загрязненных зон, рассматривается в ИСО 11259.

В документе регламентируются:

1. Стандартизированные термины и определения.
2. Правила визуальной и полевой идентификации почв.
3. Описание физических признаков, такие как цвет, структура, консистенция, влажность и степень нарушенности.
4. Требования и фиксации результатов наблюдений.

Для мониторинга деградации почв данный стандарт позволяет

объективно фиксировать морфологические и физические изменения, связанные с уплотнением, разрушением структуры и снижением пористости. [2]

ГОСТ Р ИСО 14688-2-2017 «Геотехнические исследования и испытания. Идентификация и классификация грунтов. Часть 2. Классификация» устанавливает основные принципы идентификации и классификации грунтов на основе их вещественного состава и характеристик, которые наиболее широко используются для грунтов в инженерных целях. Соответствующие характеристики могут изменяться, поэтому для конкретных проектов или материалов может потребоваться более подробная детализация классификационных и описательных терминов.

Вопросы идентификации и описания грунта рассматриваются в ИСО 14688-1.

Принципы классификации, установленные в настоящем стандарте, позволяют группировать грунты в классы сходного состава и геотехнических свойств, а также по их пригодности к решению геотехнических инженерных задач, например грунтовые основания, мелиорация грунта, дороги, насыпи, дамбы, дренажные системы.

Данный стандарт распространяется на естественные грунты и аналогичные искусственные материалы местного производства, а также перемещенные и снова уложенные.

Идентификация и описание скальных грунтов содержатся в ГОСТ Р ИСО 14689-1-2017 [4].

Стандарт устанавливает:

1. Классификацию почв по гранулометрическому составу.
2. Критерии выделения основных типов и разновидностей почв.
3. Унифицированные обозначения и индексы.

В мониторинге деградации почв классификация по ГОСТ Р ИСО 14688-2-2017 позволяет выделять изменения текстуры, связанные с эрозией, дефляцией или антропогенным воздействием и обеспечивает сопоставимость данных различных исследований. [3]

Стандартизация методик мониторинга деградации почв является необходимым условием для объективной оценки состояния почвенного покрова и эффективного управления земельными ресурсами. ГОСТ 17.4.3.01-2017 обеспечивает единые требования к отбору проб, а стандарты серии ГОСТ Р ИСО 14688 формируют унифицированные подходы к описанию и классификации почв. Их комплексное применение повышает качество мониторинговых исследований и способствует устойчивому использованию почвенных ресурсов.

#### Список литературы

1. ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». [Электронный ресурс] URL: <https://meganorm.ru/Data2/>.

2. ГОСТ Р ИСО 14688-1-2017 «Грунты. Идентификация и классификация. Часть 1. Идентификация и описание» [Электронный ресурс] URL: <https://meganorm.ru/Data/659/65908.pdf>.

3. ГОСТ Р ИСО 14688-2-2017 «Геотехнические исследования и испытания. Идентификация и классификация грунтов. Часть 2. Классификация» [Электронный ресурс] URL: <https://meganorm.ru/Data/659/65911.pdf> .

4. ГОСТ Р ИСО 14689-1-2017 «Идентификация и классификация скальных грунтов. Часть 1. Идентификация и описание» [Электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/660/66042.pdf>

# **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОРИЛЬСКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Сафарова А.Р., Пономарева Г.А. канд. геол. – минерал. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Норильский промышленный район – один из крупнейших в мире центров по добычи и переработки медно-никелевых руд, обладающий уникальным сочетанием геологических, экономических и технологических характеристик. Месторождения Норильского промышленного района (НПР) обеспечивают существенную долю мирового производства никеля, палладия и платины, наряду с медноколчеданными и некоторыми золотосульфидными месторождениями [8, 9], играя ключевую роль в экономике России и глобальной минерально-сырьевой системе.

Месторождения полезных ископаемых, находящиеся в северо-западной части Сибирской платформы, располагаются в пределах Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа Красноярского края. Эти месторождения образовались в результате траппового магматизма, который произошел в позднепермский – раннетриасовый период, примерно 252-248 миллионов лет назад. Формирование связано с активностью супервулканов, что привело к образованию ключевых структурных элементов, таких как Норильско-Хараелахский разлом, который является главным рудоконтролирующим разрывом, а также интрузивные тела расслоенных ультрабазит-базитовых комплексов и вулканогенно-осадочные толщины тунгусской серии [2].

Рудные тела в этих месторождениях приурочены к нижним частям интрузий, где происходила ликвация сульфидного расплава. Вертикальная зональность интрузий показывает последовательную кристаллизацию минералов: от ультраосновных, таких как оливин и пироксен, в нижних горизонтах до габброидов в верхних. Основные рудные минералы включают пентландит, являющийся главным источником никеля с содержанием до 42 % Ni, халькопирит – основной медный минерал с содержанием меди до 34 %, а также пирротин и кубанит как дополнительные источники меди. Кроме того, месторождения характеризуются благороднометальной минерализацией, включая минералы платины (фрудит, поликсен), палладиевые соединения (палладит, станнопалладинит) и золото-серебряные сплавы (кюстелит, электрум). Геохимические особенности руд включают высокие концентрации платиноидов, с содержанием палладия до 20 г/т и платины до 8 г/т, а также присутствие кобальта и аномальные содержания селена и теллура.

Среди основных месторождений региона выделяются Норильск-1, Талнахское и Октябрьское. Норильск-1 был открыт в 1919-1920 годах в ходе экспедиций Н. Н. Урванцева и представляет собой пластообразные рудные тела

мощностью от 5 до 50 метров, залегающие на глубине от 100 до 600 метров. Основными типами руд здесь являются медистые и вкрапленные. Талнахское месторождение было открыто в 1960 году и является крупнейшим по запасам никеля. Его морфология представлена мощными линзообразными залежами глубиной от 800 до 2000 метров и высоким содержанием платиноидов. Октябрьское месторождение начало исследоваться в 1962 году и характеризуется жиллообразными или линзовидными телами с значительными запасами платиноидов и никеля [6].

История освоения этих месторождений началась с геологических экспедиций Н. Н. Урванцева в 1919-1926 годах, когда были сделаны первые описания рудных выходов. В 1935 году началось промышленное освоение и строительство Норильского комбината. В 1940-1950-е годы добыча значительно расширилась благодаря использованию труда заключенных ГУЛАГа. В 1960-х годах были открыты Талнахское и Октябрьское месторождения, что способствовало росту добычи. В 1990-х годах произошла приватизация и создание ГМК «Норильский никель», а в 2000-х – модернизация производства и внедрение новых технологий.

Современные методы добычи включают подземную разработку шахт, таких как «Скалистая» и «Маяковская», а также комбинированную отработку с использованием карьеров и подземных работ. Для предотвращения проседаний используется закладка выработанного пространства, а буровзрывные работы выполняются с применением современных эмульсионных взрывчатых веществ.

Процесс переработки руд включает дробление и измельчение до крупности 0,074 мм, а также флотацию для разделения медных и никелевых сульфидов. Существует коллективная медно-никелевая флотация и селективная флотация с получением медного и никелевого концентратов. Полученные концентраты затем проходят гидрометаллургическую переработку, включая автоклавное выщелачивание никеля и аммиачно-карбонатное выщелачивание меди. Аффинаж платиноидов осуществляется на специализированных заводах [1].

Однако освоение месторождений также связано с экологическими проблемами. В 1980-х годах выбросы сернистого газа достигали до 2 миллионов тонн в год, что привело к накоплению хвостохранилищ более одного миллиарда тонн отходов и загрязнению почвы тяжёлыми металлами. Деградация мерзлоты из-за техногенного прогрева также стала серьёзной проблемой. В ответ на эти вызовы принимаются меры по утилизации сернистого газа в серную кислоту и рециклингу хвостов обогащения, что направлено на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Экологические проблемы, с которыми сталкивается современное общество, становятся всё более актуальными, особенно в контексте интенсивного промышленного производства [7, 10]. Одним из ярких примеров таких проблем являются выбросы сернистого газа ( $\text{SO}_2$ ) в атмосферу, что приводит к образованию кислотных дождей и негативно сказывается на экосистемах. Кроме того, накопление хвостохранилищ, превышающее один

миллиард тонн отходов, создаёт серьёзные угрозы для окружающей среды. Загрязнение почв тяжёлыми металлами также представляет собой значительную проблему, которая требует незамедлительного решения. Таяние мерзлоты, вызванное техногенным прогревом, усугубляет ситуацию, влияя на климатические условия и экосистемы региона [4].

В ответ на эти вызовы принимаются различные меры, направленные на улучшение экологической ситуации. Например, реализуется серная программа, которая включает в себя утилизацию сернистого газа с целью его переработки в серную кислоту. Также проводятся работы по рекультивации земель, что способствует восстановлению экосистемы и улучшению состояния почв. Важным аспектом является мониторинг криолитозоны, что позволяет отслеживать изменения в состоянии мерзлоты и принимать необходимые меры для её защиты. Внедрение «зелёных» технологий обогащения также играет ключевую роль в снижении негативного воздействия на окружающую среду [5].

Экономическое и стратегическое значение Норильских месторождений трудно переоценить. Они обеспечивают около 40 % мирового производства палладия, 10 % никеля и 5 % платины, что делает их важнейшим сырьевым ресурсом не только для России, но и для всего мира. Экспортная выручка от этих месторождений превышает 10 миллиардов долларов в год, что существенно влияет на экономику страны. Кроме того, они обеспечивают занятость более 50 тысяч человек и способствуют развитию инфраструктуры в Заполярье.

Перспективы освоения Норильских месторождений выглядят многообещающе. Ожидается освоение глубоких горизонтов до 2500 метров, что откроет новые возможности для добычи полезных ископаемых. Также планируется вовлечение бедных руд с использованием новых технологий, что позволит увеличить извлечение платиноидов и повысить общую эффективность добычи [3].

Таким образом, Норильские медно-никелевые месторождения представляют собой уникальный геологический объект и важнейший сырьевой ресурс для России. Однако их освоение требует комплексного подхода, включающего дальнейшее изучение генетических моделей рудообразования, внедрение энергоэффективных технологий добычи и решение актуальных экологических проблем региона. Сохранение и развитие Норильского промышленного района является стратегической задачей, которая обеспечит технологическую независимость страны в сфере редких и благородных металлов, а также позволит гармонично сочетать экономическое развитие с охраной окружающей среды.

#### Список литературы

1. Додин Д. А. Металлогения Таймыро-Норильского региона. – СПб.: Наука, 2002. – С. 882.

2. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. – СПб.: СПбГУ, 2003. – С. 487.
3. Сорохтин О. Г., Старостин В. И., Сорохтин Н. О. Эволюция Земли и происхождение полезных ископаемых // Изв. секции наук о Земле РАЕН. – 2001. – № 6. – С. 5–27.
4. Дюжиков О. А. Норильско-Талнахский PGE–Cu–Ni гигант: геологическая позиция, глубинное строение, петролого-геодинамическая модель формирования // Изв. секции наук о Земле РАЕН. – 2010. – С. 62–78.
5. Лихачёв А. П. Платино-медно-никелевые и платиновые месторождения. – М.: Эслан, 2006. – С. 496.
6. Мусатов Д. И., Гусев Г. С., Сорохтин О. Г., Тарновецкий Л. Л. Предварительная геодинамическая модель образования медно-никелевых месторождений Норильского района // Геология медно-никелевых месторождений СССР. – Л.: Наука, 1990. – С. 114–122.
7. Петрищев В.П., Пономарева Г.А. Ландшафтно-геохимические особенности техногеосистемы Гайского месторождения // Экология урбанизированных территорий. – 2023. – № 4. – С. 6-9. DOI: [10.24412/1816-1863-2023-4-6-9](https://doi.org/10.24412/1816-1863-2023-4-6-9)
8. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Пономарева Галина Алексеевна. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.
9. Пономарева Г.А. Платиноиды золотосульфидных месторождений черносланцевых формаций Восточной части Оренбуржья. Горный журнал. – М.: 2024. – № 4. – С. 14-19. DOI: [10.17580/gzh.2024.04.01](https://doi.org/10.17580/gzh.2024.04.01)
10. Пономарева, Г. А. Нетрадиционные типы минерально-сырьевых ресурсов (на примере Блявинского карьерно-отвального комплекса Южного Урала) / Г. А. Пономарева, В. П. Петрищев // Горный журнал. – 2025. – № 5. – С. 17-22. – DOI [10.17580/gzh.2025.05.02](https://doi.org/10.17580/gzh.2025.05.02).

## **«СНИЖЕНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АТМОСФЕРУ»: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СЕРНОЙ ПРОГРАММЫ В АРКТИКЕ**

**Сафарова А.Р., Артамонова С.В., доцент, канд. геогр. наук; Черных Н.В.**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Оренбургский государственный университет»**

Экологическая обстановка в арктических широтах России неизменно остается вопросом первостепенной важности – как с точки зрения национальной стратегии, так и в контексте глобальной экологии. Сначала XX века освоение природных богатств Русской Арктики шло нарастающими темпами: развернулась масштабная добыча полезных ископаемых, которая одновременно открывала экономические перспективы и несла серьезные риски для хрупких северных экосистем.

Ярким свидетельством этих противоречий стал Норильск город на севере Красноярского края, долгие годы удерживающий первоначальный статус одного из самых загрязнённых населённых пунктов не только России, но и всего мира. Его история наглядно показывала, к каким последствиям способна привести безудержная эксплуатация природных ресурсов без должного внимания к экологическим последствиям. Однако к 2024 году ситуация начала меняться: Норильск вышел из перечня городов с предельно высоким уровнем загрязнения атмосферы.

Интерес к Енисейскому северу формировался веками. Уже в 1860 году появилась первая научная публикация о норильских углях, подготовленная А. Ф. Миддендорфом. Помимо угля, внимание исследователей привлекал графит – материал, имевший в ту эпоху особую ценность из-за германской монополии на производства карандашей.

Возможность разработки графитовых залежей на Таймыре сулила немалые выгоды тем, кто сумел бы наладить их добычу. Важным этапом в изучении региона стала Туруханская экспедиция 1866 года, в ходе которой горный инженер И. Лопатин впервые провёл детальное исследование геологического строения местности и обосновал перспективность Норильского медно-никелевого месторождения [2].

Новый виток освоения северных территорий начался в 1915 году, когда томский геолог и атаман А. Сотников возглавил экспедицию в северные районы края. Перед исследователями стояла задача изучить месторождения каменного угля, медной руды и графита. Результаты оказались впечатляющими: были обнаружены многочисленные медно-кобальтовые залежи, а в районе будущего Норильска установлены заявочные столбы. Собранную геологическую коллекцию Сотников передал для анализа Н. Урванцеву, которого впоследствии признали первооткрывателем норильских месторождений и фактическим основателем города [5].

Официальный статус рабочего посёлка Норильск получил в 1939 году, а городом он стал в 1953 году. Сегодня это из крупнейших в мире центров добычи цветной металлургии, где ведётся добыча никеля, меди, платины, кобальта, палладия и ряда других редкоземельных металлов. При этом с 2010 по 2024 год город неизменно входил в число самых экологически неблагополучных населённых пунктов России.

Переломный момент наступил в октябре 2025 года, когда состоялась встреча президента Российской Федерации В. Путина с гендиректором компании «НОРНИКЕЛЬ» В. Потаниным. В ход с переговоров обсуждались перспективы развития Русской Арктики, а особое внимание было уделено социальному проекту «Серная программа». Глава государства поинтересовался, удалось ли снизить объёмы выбросов благодаря внедрению современных технологий.

Данные за 2024 год подтвердили положительную динамику: в Красноярском крае выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сократились на 332,5 тыс. т, а в Норильском промышленном районе – до 401, 3 тыс. т. Ключевую роль в достижении этих показателей сыграла именно «Серная программа», стартовавшая в 2023 году на Надеждинском металлургическом заводе.

Это масштабная экологическая инициатива «Норникеля» нацелена на то, чтобы вывести улавливание серы на уровень лучших мировых практик на ключевых производственных площадках компании [3].

Впервые технология была опробована в Кольском дивизионе «Норникеля», где к 2015 году удалось добиться сокращения выбросов на 90%. Однако норильский проект имел свои особенности: если на Кольском п-ове решали вопрос с помощью закрытия устаревших производств, то в Норильске потребовалось построить новое предприятие по улавливанию диоксида серы [4].

Современное производство расположилось напротив Надеждинского завода. Его «входом» служит трубопровод, по которому газы от металлургических печей поступают в систему тонкой очистки. Здесь с помощью мокрых электрофильтров происходит удаление примесей, после чего следуют этапы окисления и абсорбции – в результате образуется серная кислота. Хотя этот продукт имеет высокую промышленную ценность и широко применяется в химических процессах, транспортировка его из Норильска в значительных объёмах практически невозможна. В связи с этим компания приняла решение о нейтрализации кислоты с получением гипса. Процесс нейтрализации осуществляется с использованием «известнякового молока» – смеси измельчённого известняка (добываемого на Мокулаевском месторождении) с водой. В результате химической реакции образуется нейтрализованный гипс, который сначала складывается на специальном хранилище в шести километрах от завода, а затем может быть использован в производстве строительных материалов для нужд города.

Реализация «Серной программы» позволила кардинально изменить ситуацию: теперь большая часть диоксида серы улавливается газоочистным оборудованием и перерабатывается в полезную продукцию. Вместе с тем перед наукой, бизнесом и органами власти встаёт новая задача – довести качество получаемого гипса до уровня, обеспечивающего его востребованность на рынке.

Путь к запуску программы оказался непростым. На начальном этапе пришлось столкнуться с целым рядом трудностей: пандемия и связанные с ней карантинные меры, логистические сбои, дефицит строительных материалов и нехватка квалифицированных кадров. В начале 2022 года многие поставщики отказались от выполнения договорных обязательств, что потребовало поиска альтернативных технических решений. Тем не менее все возникшие препятствия были успешно преодолены, и сегодня «Серная программа» функционирует в полном объёме – поясняет вице-президент С. Дубовицкий [1].

С конца 2024 года в регионе действует система экологического мониторинга, позволяющая в режиме реального времени отслеживать состояние атмосферного воздуха. Все данные открыты и доступны на официальном сайте города Норильска. Согласно плану, к 2025 году объём утилизации вредных выбросов в рамках программы должен достичь около 734,5 тыс. т, что станет ещё одним важным шагом на пути к оздоровлению экологической обстановки в регионе [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что экологическая обстановка в Арктической зоне, на данный момент времени, претерпела значительных изменений. Существенный вклад в достижении этого результата внесла экологическая инициатива компании «Норникель» Серная программа, которая в свою очередь переписала историю и доказала всему миру, что все возможно изменить и улучшить. И ярким примером этому служит город Норильск, который более десяти лет являлся одним из самых загрязнённых городов планеты.

#### Список литературы

1. Вознесенский А. Чистый воздух с севера: чем объясняются экологические успехи Красноярского края // А. Вознесенский. – Красноярск: ДК.ru, 2025. – № 237225735. – С. 1-2.
2. Денисов В., Стрючков С., Стрючкова Л. История Норильска. – Норильск: 2013. – 140 с.
3. Норникель. Серная программа // Норникель. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://nornickel.ru/sustainability/projects/sulphur/> (дата обращения: 31.10.2023).
4. Савельев П. В «масштабе жизни»: как устроена норильская Серная программа // П. Савельев. – Красноярск: ДК.ru, 2023. – № 237192794. – С. 1-3.
5. Сафарова А. Читаем Таймыр. Сборник исследовательских работ. – Норильск: 2023. – С. 173-174.
6. Сторожко Е. Новости северный город // Е. Сторожко. – Норильск: 2025. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://news.sgnorilsk.ru/2025/07/17/v-2026-m-flagmanskaya-ekologicheskaya-sernaya-programma-zarabotaet-na-polnuyu-moshhnost> (дата обращения: 17.07.2025)

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕПРОВОДОВ

Степанова И. А., канд. биол. наук, Гнездилова Ю. А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Согласно данным справочной библиотечной ассоциации «Проект Worldometer» на декабрь 2025 года мировая добыча нефти (включая сырую нефть и конденсат) находилась на уровне 100 миллионов баррелей в сутки, в среднем за год. Россия входит в тройку лидеров по добыче нефти, уступая США и Саудовской Аравии. Примерно 35 % мировой добытой нефти транспортируются по нефтепроводу планеты.

Общая длина действующих нефтепроводов составляет около 400 тысяч километров (данные аналитической платформы GlobalData). Причем Россия по длине нефтепровода занимает второе место в мире, уступая Соединенным Штатам Америки.

Природные воздействия, ошибки эксплуатации, нарушения работы запорной арматуры, разрывы и механические повреждения третьими лицами на нефтепроводах могут приводить к локальным загрязнениям и региональным катастрофам, влияющим на качество окружающей среды.

Множественные одновременные утечки, гигантские разливы в водоемы, пожары и взрывы – не полный перечень тяжелых сценариев неправильной эксплуатации трубопроводов с катастрофическими последствиями. Проведение научных исследований по данной теме затрудняется отсутствием точных глобальных официальных статистических данных по количеству аварий и незаконных врезок на данных объектах в мире. Географический факультет Московского государственного университета имени Ломоносова в России изучал факторы, провоцирующие аварии по всему миру, и выявил, что природные катаклизмы различного происхождения затрагивают нефтепроводы, нефтехранилища, танкеры и другие технологические системы и инфраструктуру нефтяного комплекса и провоцируют данные аварии [1].

Трубопроводный транспорт сегодня - это протяженная, непрерывно действующая и территориально-распределенная техногенная система критической инфраструктуры. При строительстве трубопровода наблюдается вырубка лесов, нарушение почвенного покрова, активизация эрозии, нарушение мест обитания редких и охраняемых видов. Исследование экологических воздействий эксплуатируемых нефтетрубопроводов, оценка рисков и поиск эффективных мер минимизации негативного влияния становятся важной научной и практической задачей.

Изучая экологические риски, исследователи уделяют внимание поведению субстанции разлитой нефти в различных условиях. При проведении совместных исследований Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук, Пермского государственного

университета, Шотландской сети экологических технологий (SETN) Университета Стратклайда в Великобритании и Университета Луисвилла в США выявлено существенное различие между морскими и наземными разливами в скорости движения и распространения нефти. Нефть, разлитая на воде, переносится ветром и течением, иногда на большие расстояния. Часть нефти испаряется (примерно 5 % по массе), а около 10 % образует поверхностное пятно, такая же доля растворяется или рассеивается в толще воды, и почти треть погружается в глубокие устойчивые шлейфы и накапливается на отложениях. Атмосферные и водные условия (например, температура, ветер, течение, соленость, волны) могут значительно увеличить скорость переноса и выветривания нефти. Следовательно, поведение и воздействие разливов на окружающую среду в море тяжело предсказуемы. Напротив, нефть, разлитая на суше, движется гораздо медленнее и обычно стекает вниз, накапливаясь в углублениях. Скорость движения зависит от вязкости нефти, температуры воздуха и грунта, крутизны склона и состояния поверхности (шероховатость, проницаемость почвы и растительность). Поскольку прогнозирование путей переноса нефти на суше может быть более точным, легче разработать соответствующую стратегию реагирования на разливы на суше. Однако проникновение нефти в почву, ее сорбция почвенным веществом, а также физическое и биологическое выветривание — сложные процессы, которые в значительной степени зависят от условий окружающей среды [2].

Для минимизации рисков аварий разработаны нормативы качества нефтетрубопроводов. К основным стандартам относят: американские API 5L (стандарт качества стальных труб, используемых в трубопроводном транспорте нефти), ASME B31.4 (стандарт с требованиями к проектированию, материалам, строительству, монтажу, испытаниям, эксплуатации и техническому обслуживанию трубопроводов для транспортировки нефти), API 579-1/ASME FFS-1 (методики для оценки пригодности к эксплуатации трубопровода, работающего под давлением), API RP 1160 (руководство операторам по созданию комплексных систем управления целостностью для безопасной эксплуатации трубопроводов, по оценке рисков и внедрению систем управления рисками для обеспечения безопасной работы трубопроводных систем); международные ISO 3183 (стандарт надежности труб для нефти), ISO 13623 (по проектированию и вводу в эксплуатацию системы трубопроводов) и ISO 20815 (системный менеджмент для минимизации простоев и рисков отказов), совместный проект HOIS-RP-103 (2020) (стандарт по неинтрузивной инспекции сосудов под давлением, с количественным риск-ориентированным процессом для замены внутреннего осмотра внешними NDT-методами для минимизации простоев и рисков в нефтегазовой отрасли, особенно оффшор); добровольный стандарт API RP 1173 (по системе управления безопасностью трубопроводов, основанный на системном подходе, охватывающем организацию, культуру безопасности, лидерство, вовлечение, обучение, управление изменениями и непрерывное улучшение); Российское руководство

по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов» № 478. В данных стандартах отражен комплексный многоуровневый подход, в них отражены требования к материалам и качеству труб, к проектированию и строительству, к сварке, к эксплуатации, инспекции, оценке дефектов, управлению целостностью, к системной безопасности и количественному риск-анализу. Однако стандарты требуют дополнений по киберугрозам, по безопасности надводных трубопроводов в районах шельфовых платформ, по климатическим и водородным рискам и более тесной интеграции для полной защиты в современных условиях [3].

В России разлив нефти (или нефтепродуктов) от магистральных нефтепроводов регулируется несколькими уровнями нормативных документов — от федеральных законов до отраслевых федеральных норм и правил и руководств по безопасности Ростехнадзора. Основные нормативы касаются предупреждения и ликвидации (Постановления Правительства РФ № 613 и № 2451 и Федеральные нормативные правила № 517, Инструкция № 135), классификации (Постановление № 613), промышленной безопасности (Федеральные нормативные правила № 517 и 529), риск-анализа и расследования (Федеральный закон № 116).

Несмотря на наличие нормативов качества, на нефтетрубопроводах регулярно совершаются аварии и разливы. Данные Shell о разливах нефти выявляют тревожные подробности. В среднем за период 2011–2020 годов в корпорации Shell Petroleum Development Company of Nigeria Limited (дочерней компании Shell в Нигерии) ежегодно происходило от 73 до 190 разливов. Подавляющее большинство разливов (1269 из 1519, или 83,5%) были вызваны саботажем и кражей. Средний объем нефти, разлитой в результате саботажа или кражи составлял в среднем 130 баррелей, что почти вдвое превышает объем разливов, связанных с производственными операциями (67 баррелей).

Иногда эти аварии бывают масштабными. Крупнейшая катастрофа произошла в октябре 1998 года, когда в общине Джесси в штате Дельта Нигерии погибли 1082 человека. Жители пытались украсть топливо из нефтепровода и не смогли должным образом перекрыть утечку, что привело к крупному разливу топлива на обширной территории, включая сельскохозяйственные угодья и реку Эфиопе. Утром люди, направлявшиеся на свои фермы, заметили разлив и бросились собирать как можно больше топлива, что привело к смертельному пожару [4].

На нефтетрубопроводах России также фиксируются аварии и разливы. Так, в 2010-м году в Якутии на нефтепроводе «Восточная Сибирь - Тихий океан» (ВСТО) в 30 километрах от Ленска между Талаканом и Олекминском из-за разрыва трубы в грунт вытекло, по различным оценкам, от 300 до 500 кубометров нефти. МЧС зафиксировало загрязнение снега и почвы на площади 20 тысяч квадратных метров. Чрезвычайное происшествие произошло во время ремонтных работ на одном из участков нефтепровода.

По данным независимых исследований, основанных на информации Управления по безопасности трубопроводов и опасных материалов Министерства транспорта США (PHMSA) выявлено, что 85 % продукта, выброшенного после аварий на нефтетрубопроводах, не собирается, 53 % аварий привели к загрязнению почвы, 41 % аварий затронул экологически чувствительные районы, а 92 % трубопроводов, пересекающих воду и участвовавших в авариях, не были защищены от обрушения [5].

Аварии и разливы всегда оказывают воздействие на окружающую среду.

Кафедра гражданского строительства и охраны окружающей среды Университета Конкордия в Канаде изучала экологические последствия и проблемы, связанные с разливами нефти на береговых линиях. Отмечено, что разливы нефти в районе берегов могут нанести значительный ущерб среде обитания и представлять серьезную угрозу для всех живых организмов, обитающих в пределах данных береговых линий. Потенциальное воздействие нефтяного загрязнения на биоту может различаться от вида к виду. Воздействие данной разлитой нефти может оказывать воздействие на организмы наружно через кожу или внутренне путем прямого вдыхания и проглатывания. Наиболее подвержены воздействию нефти птицы и морские млекопитающие (например, морские выдры и тюлени) [6].

Институт микробных технологий, Чандигарх, Индия, изучал особенности загрязнений окружающей среды углеводородами. Отмечено, что углеводороды нефти могут быстро мигрировать из места загрязнения и оказывать негативное воздействие на наземные и водные экосистемы, а также на человека. Сырая нефть содержит полярные органические соединения, содержащие атомы азота, серы и кислорода в различных функциональных группах. Химические свойства этих соединений, особенно их растворимость и токсичность, вызывают экологическую озабоченность. Документально подтверждено, что в местах разливов нефти часть полярных органических соединений, присутствующих в нефти, переходит в грунтовые воды, что приводит к высокой концентрации общих углеводородов нефти в источниках питьевой воды. Следовательно, источники питьевой воды становятся небезопасными для населения, а также для водных животных, водных растений и микроорганизмов [7].

Однако нефть специфично влияет на почвенную биоту. Некоторые группы микроорганизмов – бактерии (например *Pseudomonas*, *Rhodococcus*), грибы (*Aspergillus*, *Fusarium*) и дрожжи (*Candida*, *Rhodotorula*) и их консорциумы могут расщеплять фракции сырой нефти на нетоксичные компоненты. Существует большое количество исследований по микробной деградации сырой нефти или углеводородов [8].

Институт экологической политики имени Николаса в Северной Каролине совместно со Школой лесного хозяйства и изучения окружающей среды Йельского университета, США, изучали риски разливов нефти. Сбор актуальных данных о типе, объеме, местоположении, времени и причинах разливов поможет понимать, когда и где наиболее вероятно возникновение сбросов, а также их основные причины. Это предоставит регулирующим

органам и лицам, принимающим решения в отрасли, важную информацию о том, куда следует направить усилия по обнаружению и предотвращению будущих разливов [9].

Оценка и управление рисками разливов нефти на трубопроводном транспорте минимизируют воздействия нефтепродуктов на окружающую среду. Важно знать методы мониторинга, которые могут предоставлять данные в режиме реального времени для аварийных участков. Визуальное обнаружение разлива нефти сопряжено со многими трудностями, поскольку: внешний вид нефти может меняться со временем, нефть можно спутать с другими поверхностями, такими как темные прибрежные водоросли, нефть невозможно наблюдать в туманную погоду и в темноте. Дистанционное зондирование — одна из технологий, которая может использоваться для наблюдения за разливами нефти с помощью бортовых и космических датчиков, установленных на спутниках. Примерами устройств дистанционного зондирования, способных обнаруживать разливы нефти, являются оптические камеры видимого диапазона, Ик- и УФ-сенсоры радары SAR, пассивные микроволновые радиометры и лазерные флуоресцентные лидары. Патрулирование трассы, применение систем обнаружения утечек по запаху/газу (VOC-сенсоры) и акустических датчиков утечек, использование системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) для мониторинга и контроля изменения давления на входе и выходе трубопровода также снижают риски разливов нефтепродуктов на нефтетрубопроводах [6].

В России на Балтийском трубопроводе и на магистральных Транснефти внедрена волоконно-оптическая система OMEGA, с технологией оптоволоконного зондирования изменений температуры (DTS) и вибрационно-акустических событий (DVS). Данная система фиксирует малые утечки или предотвращённые инциденты (врезки, попытки повреждения).

В последние годы были разработаны новые методы контроля для обнаружения повреждений трубопроводов. Ультразвуковой контроль (УЗК), а именно внутритрубная инспекция (ILI — In-Line Inspection) и внешний контроль используются для профилактической диагностики состояния нефтепроводов и выявления дефектов до их перехода в аварию. Модели на основе искусственных нейронных сетей (ANN) и многомерная (мультиномиальная) логистическая регрессия (MNL) также применяются для прогнозирования аварий на нефтепроводах. Они помогают предсказывать вероятность отказов, типы аварий (коррозию, внешнее воздействие, механические дефекты) или остаточный ресурс на основе исторических данных и параметров труб (возраста, диаметра, давления, типа грунта, близости к населению) [10].

Проблема экологических воздействий нефтепроводов в Оренбургской области также актуальна. Оренбургская область — один из регионов с высокой плотностью нефтедобычи и трубопроводов в Приволжском ФО, важный узел для добычи и транспортировки нефти. В области проходит несколько магистральных нефтепроводов и связанных объектов трубопроводного

транспорта: нефтепровод Атырау — Орск (Казахстан — Россия), несколько магистральных нефтепроводов Транснефти, напорный нефтепровод «Новый поток» (ННК), а также внутренние сборные и промысловые нефтепроводы. Общая длина нефте-, газо- и продуктопроводов в области превышает 6600 километров. Примерно треть составляют нефтепроводы.

Проблемы с авариями на нефтепроводах в Оренбургской области носят систематический характер. Случаются периодические аварии (прорывы, врезки), разливы нефти (например, в Бугурусланском, Пономаревском, Матвеевском районах в 2023–2025 гг.), пожары (в сентябрь 2024 года на подземном нефтепроводе). Аварии объясняются старением инфраструктуры (многие промысловые и напорные линии построены в 1970–1990-е годы), высокой плотностью добычи, незаконными врезками, нарушениями при ремонте и эксплуатации, а также внешними воздействиями (влиянием сельхозтехники и строительными работами).

Несмотря на то, что на магистральных нефтепроводах внедряются современные системы мониторинга (включая волоконно-оптические комплексы OMEGA), именно промысловые и напорные линии, принадлежащие добывающим компаниям, остаются наиболее проблемными звеньями цепочки. Экологическая ситуация в регионе требует комплексного подхода: ускоренной замены наиболее изношенных участков, усиления борьбы с незаконными врезками (в том числе с помощью технических и правовых мер), повышения прозрачности расследования аварий и неотвратимости ответственности, внедрения независимого экологического мониторинга в наиболее пострадавших районах.

Без системных мер по модернизации инфраструктуры и ужесточению контроля за безопасностью текущая частота инцидентов будет сохраняться, продолжая наносить ущерб почвам, биоразнообразию и здоровью жителей Оренбургской области.

#### Список литературы

1. Petrova E. G. Accidents with Oil Spills Triggered by Natural Hazards //IDRiM Journal. – 2023. – Т. 13. – №. 2. – С. 129-141.
2. Ivshina I. B. et al. Oil spill problems and sustainable response strategies through new technologies //Environmental Science: Processes & Impacts. – 2015. – Т. 17. – №. 7. – С. 1201-1219.
3. Keprate A., Ratnayake R. M. C. Enhancing offshore process safety by selecting fatigue critical piping locations for inspection using Fuzzy-AHP based approach //Process Safety and Environmental Protection. – 2016. – Т. 102. – С. 71-84.
4. Romsom E. Global oil theft: impact and policy responses //UNU-WIDER Working Paper. – 2022. – Т. 16. – С. 147-1.
5. Belvederesi C., Thompson M. S., Komers P. E. Statistical analysis of environmental consequences of hazardous liquid pipeline accidents //Heliyon. – 2018. – Т. 4. – №. 11.

6. Asif Z. et al. Environmental impacts and challenges associated with oil spills on shorelines //Journal of Marine Science and Engineering. – 2022. – Т. 10. – №. 6. – С. 762.

7. Abha S., Singh C. S. Hydrocarbon pollution: effects on living organisms, remediation of contaminated environments, and effects of heavy metals co-contamination on bioremediation //Introduction to enhanced oil recovery (EOR) processes and bioremediation of oil-contaminated sites. – 2012. – Т. 318.

8. Исакова Е. А. Особенности воздействия нефти и нефтепродуктов на почвенную биоту //Colloquium-journal. – Голопристанський міськрайонний центр зайнятості, 2019. – №. 12 (36). – С. 7-10.

9. Patterson L. A. et al. Unconventional oil and gas spills: risks, mitigation priorities, and state reporting requirements //Environmental science & technology. – 2017. – Т. 51. – №. 5. – С. 2563-2573.

10. Zakikhani K. et al. Modeling failure of oil pipelines //Journal of Performance of Constructed Facilities. – 2020. – Т. 34. – №. 1. – С. 04019088.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

**Степанова И. А, канд. биол. наук, Яфаров И. М.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Оренбургский государственный университет»**

Автомобильный транспорт сегодня обеспечивает мобильность населения, грузовые перевозки и экономическую связность территории. Согласно последним отчетам Международной организации производителей автомобилей на начало 2026 года в мире насчитывается примерно 1,6 миллиарда зарегистрированных автомобилей. Автомобильный транспорт вносит значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха. По данным International Road Federation World Bank на начало 2026 года глобальная сеть автомобильных дорог составила примерно 65 миллионов километров - это динамичная, постоянно растущая инфраструктура. Дороги сегодня выступают не просто как инфраструктура, а как фактор увеличения экологической нагрузки. При строительстве дорог вырубаются леса, фрагментируются экосистемы, происходит эрозия почв. Исследование экологических воздействий автомобильного транспорта и дорог, оценка рисков и поиск эффективных мер минимизации негативного влияния становятся важной научной и практической задачей.

Рассмотрим теоретические основы экологических последствий эксплуатируемого автомобильного транспорта и транспортных сетей. Сегодня разработана терминология по транспортным системам, по загрязнениям от них, а также по экологическим рискам.

Изучается влияние транспорта на климат и здоровье населения. Движущиеся транспортные средства выбрасывают выбросы от двигателей и систем выпуска (различные оксиды и мелкодисперсные частицы размером менее 10 мкм PM<sub>2.5</sub> и PM<sub>10</sub>, выбросы от износа тормозов (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> и тяжелые металлы), от износа шин (резина, сажа, металлы, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> и микропластик), испарения топлива и испарителей (бензол и летучие органические соединения). Также при движении транспорта образуются выбросы от износа дорожного покрытия (асфальто-бетонная пыль и крошка). Загрязняющие вещества распространяются воздушными массами и осаждаются на поверхности земли. Мелкие частицы PM<sub>2.5</sub> проникают глубоко в дыхательную систему и вызывают серьезные проблемы со здоровьем, такие как хронические заболевания дыхательных путей и сердечно-сосудистые патологии. Ещё одна значительная угроза, исходящая от транспорта — это шумовое загрязнение. Всемирная организация здравоохранения называет шум вторым крупнейшим фактором риска для здоровья после плохого качества воздуха. Автомобили создают постоянный фоновый шум, отрицательно сказывающийся на самочувствии людей. Повышенный уровень шума,

превышающий санитарные нормы, ведёт к стрессу, нарушению сна и заболеваниям нервной системы. Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова отмечает, что наибольшее число заболевших наблюдается среди людей, живущих рядом с крупными магистралями, железнодорожными линиями и аэропортами. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации подтверждает, что постоянное воздействие шума повышает риски сердечных болезней, нервных расстройств и потери слуха [1].

По данным Высшего технического института, Лиссабон, Португалия, в странах Европейского Союза автомобильный сектор ответственен примерно за три четверти общих выбросов CO<sub>2</sub>. Даже небольшие города сталкиваются с проблемами, связанными с количеством выбросов от транспортных потоков. Концентрация загрязняющих веществ обычно достигает максимума в зонах, расположенных ближе всего к крупным дорогам, особенно в первые 300 метров от магистралей. Именно там образуются очаги повышенного риска для здоровья. Предлагается создание специальных зон, исключаящих или ограничивающих доступ личного транспорта в центральных частях города, что могло бы послужить решением в рамках концепции устойчивого городского развития [2].

Меры экономического характера (транспортные налоги, зависящие от экологических характеристик автомобилей; налоговая политика, направленная на поддержку внедрения экологических инициатив и предоставление финансовых преимуществ владельцам низкоэмиссионных транспортных средств; введение дополнительных мер регулирования, таких как плата за въезд в центр города) могут изменить потребительские предпочтения и создать условия для выбора более экологичного транспорта [3].

Существует множество международных и Российских стандартов, регулирующих выбросы загрязняющих веществ от автомобильного транспорта. Директива Европейского парламента и Совета 2008/50/ЕС о качестве атмосферного воздуха для Европы устанавливает минимальные уровни веществ (оксидов серы, азота, углероды, бензол и свинец) и мелких частиц PM10 и PM2.5, ниже которых государства-члены ЕС обязаны удерживать показатели качества воздуха. Стандарты Евро 6/ВЭ № 715/2007 и Евро 7/ 2024/1257 сегодня регулируют выбросы от автомобилей. Законодательство ЕС охватывает широкий спектр действий, направленных на охрану воздушной среды и регулирование транспортных и промышленных выбросов, что отражает долгосрочную приверженность ЕС защите здоровья населения и природы. В Объединенном исследовательском центре (JRC) при Европейской комиссии в Италии также ведутся исследования по созданию более прочных, экологических и безопасных шин с низкой токсичностью. Дополнительные меры по снижению воздействий включают улучшение асфальтового покрытия, организацию движения и установку специальных фильтров на колёсах [4].

В США регулирование выбросов загрязняющих веществ от транспорта осуществляется на федеральном уровне через стандарт TIER 3

(устанавливающий критериальные загрязнители), а также через более строгие стандарты Калифорнии CARB, принятые также 17-ю штатами и округом Колумбия (например стандарт LEV III по критериальным загрязнителям, и стандарт ZEV по обязательным продажам электромобилей/гибридов). Агентство по охране окружающей среды США также выявляет влияние износа транспортных средств на воздействия их на окружающую среду. Грамотно организованное техническое обслуживание способно существенно продлить срок службы транспортных средств и сохранить высокую степень их полезности и безопасности.

На сегодняшний день проблема загрязнений транспортом в России также является актуальной, так как в последние годы наблюдается высокий темп урбанизации страны. На конец 2025 года по данным «Автостата» автопарк страны составляет 56 миллионов единиц, из них 47 миллионов – легковые автомобили. Несмотря на спад продаж новых автомобилей, наблюдается стабильный прирост автопарка на 1,28 процентов. Источниками загрязнения в рамках транспортной системы городов являются вылетные магистрали и дороги районного значения. По ним проходит основной транспортный трафик, так как они создают межрайонные связи в городе, а также связь с другими городами и субъектами страны. Причиной массовости такого рода транспортной инфраструктуры внутри городов России можно считать процесс «расползания городов». Среднестатистический горожанин проживает в одной части города, а его работа или учеба находится в другой части. В России Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011, Технический регламент о требованиях к выбросам автомобильной техникой вредных загрязняющих веществ, ГОСТ 3 41.83 и ГОСТ 3 41.49 регулируют выбросы загрязняющих веществ от транспорта.

При наличии различных стандартов автомобильный транспорт и дороги сегодня продолжают являться источником экологических воздействий.

Загрязнение атмосферы осуществляется за счёт выделения токсичных газов, образующихся в процессе сгорания топлива в двигателях автомобилей. Основные опасные вещества и токсичные газы, выделяемые двигателями автомобилей, включают углеводороды (УВ); оксид углерода (СО); оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ); диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ); и азотистые соединения, а также частицы мелкодисперсной пыли и аэрозолей, размером от 10 мкм до 2,5 мкм - PM10 и PM2,5 (это смесь сульфат-ионов, нитрат-ионов, хлорид-ионов, ионов аммиака, натрия, калия, кальция, магния, органического и элементарного углерода, минералов земной коры, связанных частиц воды, металлов (в том числе ванадия, кадмия, меди, никеля и цинка) и полициклических ароматических углеводородов ПАУ).

Норвежский институт исследований воздуха, Чешский гидрометеорологический институт (CHMI), Национальный институт окружающей среды, промышленности и рисков (INERIS) и Автономный университет Барселоны (UAB) совместно с Европейским агентством по окружающей среде и Европейским тематическим центром по загрязнению

воздуха, транспорту, шуму и промышленному загрязнению проводили многолетний обзор оценок выбросов от транспорта выявили тенденцию снижения выбросов твердых частиц из выхлопных газов в течение последних 20-30 лет. Однако наблюдается рост валовых выбросов от транспорта. Особенно остро проблема загрязнения воздуха транспортом проявляется зимой и весной, когда наблюдается застой воздуха и активное использование топлива в холодных двигателях. Дополнительные источники загрязнения автомобилей с ДВС включают случайные утечки топливных жидкостей, поломки механизмов и износ механических частей, таких как тормоза, покрышки и подвеска. Постоянное взаимодействие автомобильных шин с поверхностью дороги приводит к образованию мельчайших частиц дорожного покрытия, которые попадают в дорожную пыль. Важнейшие компоненты шин – это каучук, сажа, кремниевая кислота, сера и оксид цинка. Инерционный износ автомобильных шин и дорожного покрытия усиливается по мере увеличения интенсивности дорожного движения. Особенностью этого процесса является постоянное образование мелких фрагментов, оседающих в воздухе и атмосфере, известных как PM2.5 и PM10 [5].

По данным Проекта Our World in Data некоммерческой исследовательской организации Соединенного Королевства в сфере образования Global Change Data Lab транспортный сектор в целом дает около 20 процентов глобальных антропогенных выбросов парниковых газов. Причем максимальные абсолютные выбросы CO<sub>2</sub> транспортом в млн т CO<sub>2</sub> е/год (на примере 2023 года) приходятся на США, Китай, Индию, Европейский союз, Россию, Бразилию и Японию с Южной Корей, и составляют соответственно ~1700–1740, ~1000–1200, ~400–500, ~800–900, ~300–400, ~200–300 и ~150–250. Как видно из приведенной статистики, транспорт многих странах является существенным источником загрязнения атмосферы по объему выбросов.

По данным ежегодного глобального отчета швейцарской компании IQAir World Air Quality Report, а также по данным ведущего новостного сайта об окружающей среде Earth.Org в Гонконге одним из самых загрязненных городов мира является Дели. Основной вклад в загрязнение города вносят мелкодисперсные частицы размером менее 2,5 мкм (PM2.5), и мелкодисперсные частицы размером менее 10 мкм (PM10). Их содержание в воздухе города составляет 350 мг/м<sup>3</sup> и 500 мг/м<sup>3</sup> соответственно, что во много раз превышает мировые и индийские стандарты. В воздушную среду города выбрасывается ежегодно примерно 22 тысячи тонн PM2.5, 50 тысяч тонн PM10, 160 тысяч тонн оксидов азота, 6 тысяч тонн оксидов серы и 180 тысяч тонн летучих органических соединений. Центр общественной медицины Всеиндийского института медицинских наук в Индии изучал влияние транспорта на загрязнение воздуха в Дели. Прирост количества автомобилей в Дели примерно в 20 раз за последние 40 лет (с 0,8 млн до 15 млн транспортных единиц) является одним из самых больших среди мегаполисов мира, что влияет на качество жизни горожан. В исследованиях выявлена зависимость смерти и продолжительности жизни от загрязнения воздуха автотранспортом [6].

Юго-западный университет науки и технологий в Мянъян, Китай, проводил исследование по регулированию загрязнений в Дакке, Бангладеш. Внедрение системы управления дорожным движением поможет разгрузить избыточные транспортные потоки в Дакке, что в итоге уменьшит экологические воздействия автомобильного транспорта [7].

Рост автотранспортных единиц на планете и влияние их на загрязнение атмосферного воздуха обеспечивают важность работ по оценке и управлению экологическими последствиями автомобильного транспорта.

Современные системы мониторинга транспортных средств интегрируют новейшие технологии и компьютерные системы. Применение инновационных технологий - датчиков и системы управления автомобилем направлено на снижение издержек и охрану окружающей среды. Например, GPS технологии позволяют собирать информацию о пробках на дорогах, что позволяет оптимизировать транспортные потоки, что приведет к уменьшению выбросов. Использование интеллектуальной сенсорной сети позволит оптимизировать скорость движения, снизит объем загрязнений. Получение уведомлений о зонах повышенного загрязнения через мобильные приложения поможет контролировать уровень эмиссий [8].

Проблема экологических воздействий автомобильного транспорта и дорог в Оренбургской области также актуальна. Автотранспорт области играет ключевую роль в транспортной системе региона. По данным аналитического агентства Автостат на конец 2025 года в регионе присутствует автопарк в количестве 1,1 млн. единиц транспортных средств. Из них около 800 тысяч – это легковые автомобили. Причем значительная доля автомобилей имеет возраст более 10 лет.

По данным портала правительства Оренбургской области в регионе дороги простираются на 26500 километров. Область занимает 7-е место в России по протяженности дорожных сетей. Дорожная сеть способствует фрагментации ландшафтов и эрозии почв. По качеству на 2025 год около 54 % дорог соответствуют нормативам, что также создает дополнительный фактор в загрязнение окружающей среды региона. Национальный проект «Безопасные качественные дороги» улучшает качество дорог. Однако транспортные коммуникации признаны важным источником экологических рисков по масштабам распространения. Дороги и транспорт в целом влияют на экологическую обстановку области. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики валовые ежегодные выбросы от автотранспорта составляют примерно 200 тысяч тонн, что вносит значительный вклад в экологическую нагрузку региона.

Регулирование нагрузки на транспортную систему и рисков возникновения пробок, популяризация новейших технологий будут способствовать минимизации выбросов в окружающую среду, охране воздушной среды и улучшению экологической обстановки. Успешное решение транспортных проблем региона должно опираться на интегрированную стратегию, объединяющую технический прогресс, экономический подход и

организационно-правовые меры. Оптимизация дорожной инфраструктуры, продуманная логистика, поддержка экологических решений и осознание роли каждого участника процесса будут залогом формирования здоровой и безопасной среды.

#### Список литературы

1 Nikolaeva O. V. Road Transport as the Key Source of Environmental Pollution in Cities, and the Associated Human Health Risks // Urban Research and Practices. - 2018. - Vol. 3. - No. 3. - P. 25-35.

2 Vieira J., Moura F., Viegas J. M. Transport policy and environmental impacts: The importance of multi-instrumentality in policy integration //Transport Policy. – 2007. – Т. 14. – №. 5. – С. 421-432.

3 Mavrin V. et al. Reduction of environmental impact from road transport using analysis and simulation methods //Transportation Research Procedia. – 2020. – Т. 50. – С. 451-457.

4 Giechaskiel B. et al. Environmental and Health Benefits of Reducing Tyre Wear Emissions in Preparation for the New Euro 7 Standard //Sustainability (2071-1050). – 2024. – №. 24.

5 Vanherle K. et al. Transport Non-exhaust PM-emissions //An overview of emission estimates, relevance, trends and policies, ETC/ATNI Report. – 2020. – Т. 5.

6 Rizwan S. A., Nongkynrih B., Gupta S. K. Air pollution in Delhi: its magnitude and effects on health //Indian Journal of Community Medicine. – 2013. – Т. 38. – №. 1. – С. 4-8.

7 Sarkar M. R., Hossain M. A., Ahamed S. M. S. Possible causes and solutions of the traffic jam in dhaka, bangladesh //European Journal of Social Sciences Studies. – 2024. – Т. 9. – №. 6.

8 Tonhauser M., Ristvej J. Implementation of new technologies to improve safety of road transport //Transportation research procedia. – 2021. – Т. 55. – С. 1599-1604.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ И ИХ ВКЛАДА В ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

**Тарасова Т.Ф., канд. техн. наук, доцент**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Оренбургский государственный университет»**

Актуальность изучения экологического состояния промышленных городов в современных условиях не вызывает сомнений. Экологическая безопасность является одним из ключевых факторов, влияющих на качество жизни населения, экономическое развитие и устойчивость природных систем.

Город Оренбург, как крупный административный и промышленный центр, подвержен значительному антропогенному воздействию, что обуславливает необходимость комплексной оценки его экологического состояния, которая предполагает прежде всего идентифицировать основные источники загрязнений в населенном пункте, оценить уровень и характер загрязнения окружающей среды и разработать меры для контроля и снижения выбросов вредных веществ предприятиями, расположенными на территории города [1].

Промышленность Оренбурга в основном представлена газодобывающей и газоперерабатывающей отраслями. Также развиты предприятия химической, пищевой и лёгкой отраслей промышленности, машиностроения и металлообработки, которые являются источниками загрязнения объектов окружающей среды на территории города, влияющими на его экологическое состояние

К числу крупных предприятий города относятся:

- ОАО "Оренбургнефтегазпром", занимающееся добычей нефти и газа и играющее ключевую роль в развитии нефтегазовой отрасли региона;
- ООО "Оренбургский крупяной комбинат", один из крупнейших производителей круп и муки в регионе;
- ООО "Оренбургский маслозавод", специализирующееся на производстве растительных масел и жиров;
- ОАО "Оренбургстроймаш", крупное машиностроительное предприятие, производящее строительное и дорожное оборудование;
- ОАО "Оренбургский химический завод", занимающееся производством удобрений, химических реагентов и синтетических материалов.

Весомый вклад в экономику города вносят промышленные предприятия нефтедобывающей, газодобывающей и газоперерабатывающей отраслей промышленности, ОАО «Нефтемаслозавод», ЗАО «Уралнефтегазпром», ОАО «Завод «Инвертор», ОАО «Гидропресс», ОАО ПО «Стрела», ОАО «Завод бурового оборудования» и другие предприятия.

Но в тоже время промышленные предприятия являются одними из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в городе. Как показывает динамика выбросов загрязняющих веществ предприятиями города Оренбурга их масса с 2015 года выросла почти в 10 раз [1].

Для того, чтобы снизить негативное воздействие их выбросов, необходимы организация и проведение производственного экологического контроля и мониторинга объектов окружающей среды, расположенных в зонах антропогенного воздействия. В сложившихся условиях важное значение приобретает вопрос исследования источников выбросов загрязняющих веществ, их влияния на состояние объектов окружающей среды на урбанизированной территории и борьба с загрязнением атмосферного воздуха.

Нами были проведены исследования, направленные на выявление источников загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Оренбурга, расположенных в разных частях города, анализ и оценку качественного и количественного составов их выбросов. В качестве объектов наблюдения выступили 13 предприятий, находящихся в черте города, относящиеся к различным категориям опасности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ранжирование источников загрязнения атмосферного воздуха в г. Оренбурге по массе выбросов загрязняющих веществ

Проведенные исследования показали, что среди выявленных источников загрязнения атмосферного воздуха в городе Оренбург к числу приоритетных по массе выбросов относятся «Желдорремаш» - 90,37 тонн в год, далее следует ОАО «Оренбургский станкозавод» - 85,10 тонн в год, цех ООО «А7 Агро-Оренбургский Молочный Комбинат» - 24,16 тонн в год, промплощадка ООО «Крафт» - 23,70 тонн в год, выбросы остальных предприятий не превышают 20 тонн в год [2].

Проведенные исследования качественного и количественного составов выбросов позволили установить, что стационарные источники выбрасывают в воздух главным образом сернистый газ, оксиды азота, а также некоторое количество угарного газа, фенолов, серной кислоты и других загрязняющих веществ.

Так, к числу приоритетных примесей в составе выбросов предприятий относятся оксид углерода, масса выбросов которого составляет около 162,8 тонн в год, диоксид азота - 35,19557592 тонн в год, ксилол 6,0637697 тонн в год, алканы C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> - 5,9809724, уайт-спирит – 5,745992 тонн год (рисунок 2).

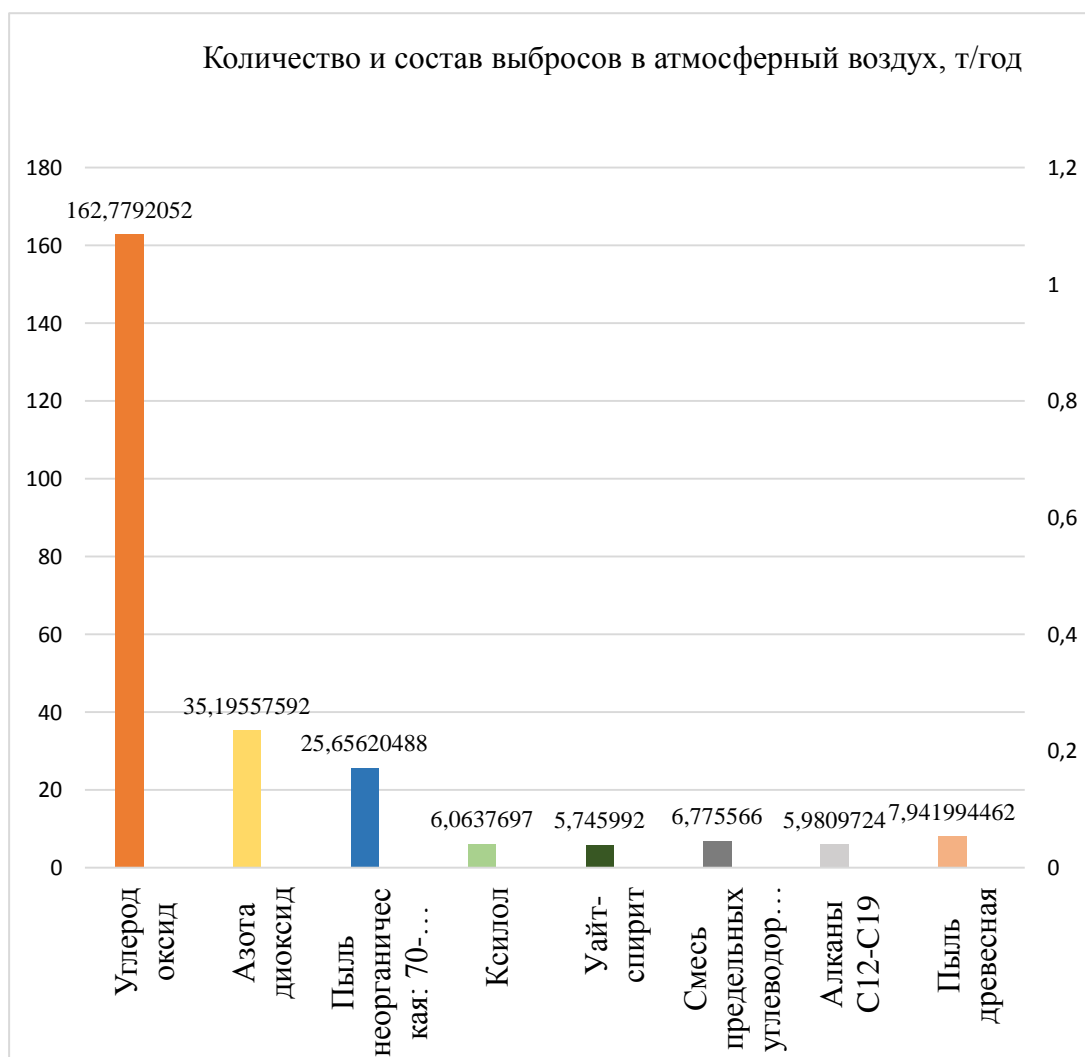


Рисунок 2 - Качественный и количественный составы выбросов

Также проведен анализ данных по степени опасности веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ведь как известно, накопление веществ 1 класса опасности (чрезвычайно опасные) постепенно приводит к необратимому разрушению структурных элементов экосистем урбанизированных территорий, которое невозможно исправить [3].

Степень воздействия на окружающую среду выбросов веществ 2 класса опасности обозначается как высокая. Эта группа веществ сильно воздействует на экосистему, срок восстановления которой составляет более 30 лет после устранения воздействия разрушающего фактора.

Вещества 3 класса опасности относятся к умеренно опасным. Уровень разрушения оценивается как средний, а период восстановления внешней среды может длиться не менее 10 лет.

Вещества 4 класса опасности считаются малоопасными. Степень воздействия на природную среду характеризуется как низкая, для восстановления экологического баланса понадобится не менее 3 лет после устранения вредного фактора [4].

Как показали исследования, в выбросах предприятий города присутствуют чрезвычайно опасные вещества, такие как свинец, бензапирен, а также вещества 2 класса опасности, а именно: серная кислота, фенол, фториды газообразные, а также вещества умеренно опасные и малоопасные (рисунок 3).

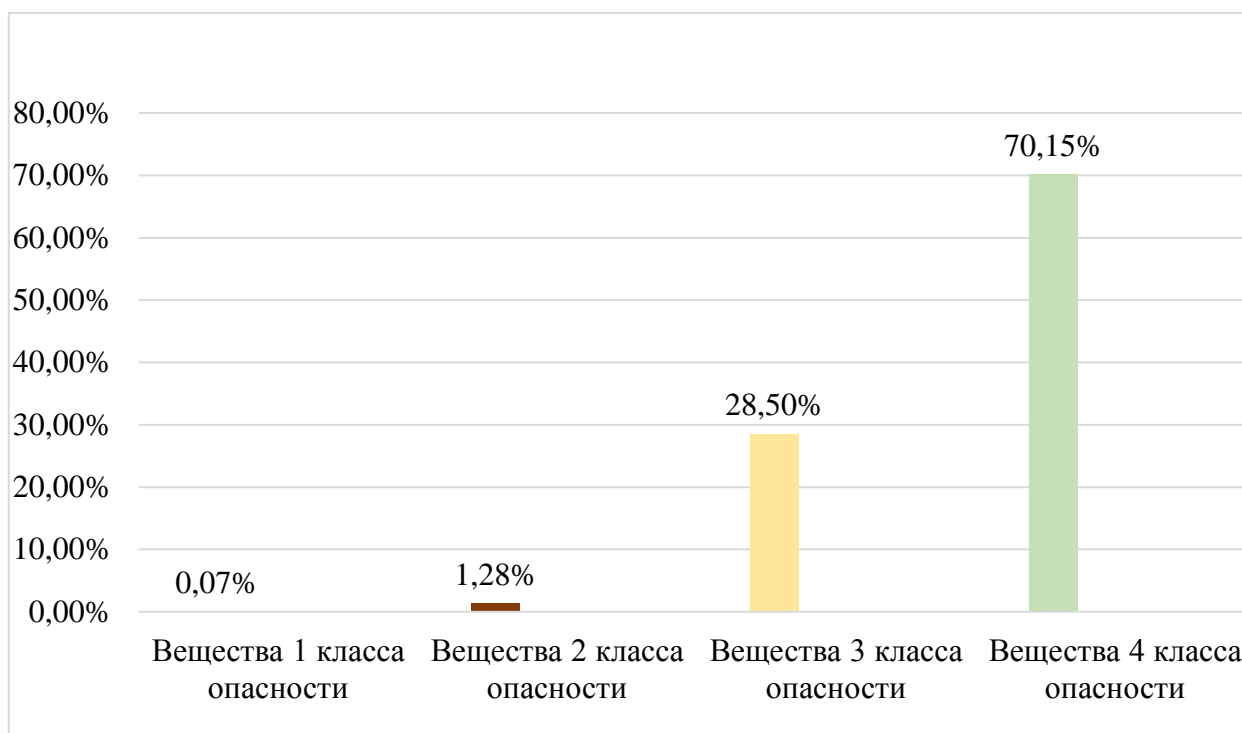


Рисунок 3 – Ранжирование загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах, по степени их опасности

Проведенное ранжирование загрязняющих веществ по степени опасности показывает, что наибольшее количество выбросов в атмосферу в г. Оренбурге

приходится на вещества 4 класса опасности (70,15%), среди которых доля оксида углерода составляет 58,2 %.

Таким образом, в ходе проведенных исследований выявлены приоритетные источники выбросов загрязняющих веществ на территории города и приоритетные загрязняющие вещества, которые вносят основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха в г. Оренбурге, и которые будут определять его экологическое состояние. Поэтому результаты исследований могут быть использованы для разработки мероприятий по снижению негативного воздействия антропогенных факторов на окружающую среду и улучшению экологической обстановки в городе.

#### Список литературы

1 Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области на 2023 год [Электронный ресурс]. : Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области — Режим доступа : <https://mpr.orb.ru/activity/624/> - дата обращения 04.09.23

2 Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс]. : Федеральная служба по надзору в сфере природопользования — Режим доступа : [https://onvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/onv\\_registry](https://onvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/onv_registry) - 12.10.23

3 Николаева, Т.А., Сидоров, А.М. Оценка воздействия промышленных выбросов на окружающую среду. - Самара: Самарский государственный университет, 2017. - 276 с.

4 Кучеренко, Л.И., Смирнова, О.В. Экологическая оценка урбанизированных территорий. - Казань: Казанский университет, 2018. - 254 с.

# **ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ**

**Тарасова Т.Ф., канд. техн. наук, доцент**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Оренбургский государственный университет»**

Промышленные города часто являются источниками значительного количества загрязнителей химической природы, таких как тяжелые металлы, органические соединения, кислотообразующие примеси и другие вредные вещества. Поэтому экологическая оценка состояния объектов окружающей среды в промышленных городах является критически важным инструментом для обеспечения устойчивого развития, улучшения качества жизни населения и сохранения природных ресурсов. Большая роль при оценке экологического состояния окружающей среды в населенных пунктах отводится организации систем мониторинга объектов окружающей среды.

Так, мониторинг качества атмосферного воздуха в России имеет целью выявление и оценку источников загрязнения, определение содержания вредных веществ в атмосфере, выявление зон с наибольшим риском для здоровья человека и окружающей среды.

В России функционируют несколько программ мониторинга атмосферного воздуха, включая:

- Государственную систему мониторинга состояния окружающей среды (ГОСМОНИТОРИНГ).

- Федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

- Программу мониторинга качества атмосферного воздуха в городах России («Чистый город»).

В рамках этих программ используются современные методы мониторинга, включая автоматические станции и дистанционное зондирование атмосферы, что позволяет получать достоверную информацию о состоянии атмосферного воздуха на всей территории России.

Для контроля качества воздуха в населенных пунктах используются различные типы постов наблюдений в соответствии с ГОСТом 17.2.3.01-86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов".

Существует три основных категории таких постов: стационарные, маршрутные и подфакельные посты наблюдения.

Стационарные посты предназначены для непрерывного контроля за уровнем загрязнения или для регулярного сбора проб воздуха для последующего анализа. В районах населенных пунктов устанавливаются

специальные павильоны, оборудованные для проведения наблюдений за состоянием загрязнений атмосферного воздуха.

Маршрутные посты используются для проведения наблюдений на маршрутах с помощью специализированных автомобилей, оборудованных для этой цели.

Подфакельные (передвижные) посты используются для отбора проб воздуха под дымовым факелом для определения зон его воздействия. Такие посты перемещаются в соответствии с направлением факела выбросов [1].

При выборе места для размещения поста важно определить, какую информацию требуется получить: общий уровень загрязнения воздуха в данном районе или концентрацию примесей в конкретной точке, подверженной воздействию конкретного источника выбросов. Это позволяет оптимально разместить посты для эффективного контроля качества воздуха.

Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с не пылящим покрытием: на асфальте, твердом грунте, газоне. Если пост разместить на закрытом участке (вблизи высоких зданий, на узкой улице, под кронами деревьев или вблизи низкого источника выбросов), то он будет характеризовать уровень загрязнения, создаваемый в конкретном месте, и будет или занижать реальный уровень загрязнения из-за поглощения газов густой зеленью, или завышать из-за застоя воздуха и скопления вредных веществ вблизи строений [2].

Одним из факторов, определяющих количество стационарных постов наблюдения, является численность жителей населенного пункта (таблица 1).

Таблица 1 – Количество стационарных постов в зависимости от численности населения

Количество стационарных постов	Число жителей
1 пост	до 50 тыс. жителей
2 поста	50-100 тыс. жителей
2-3 поста	100-200 тыс. жителей
3-5 постов	200-500 тыс. жителей
5-10 постов	более 500 тыс. жителей
10-20 постов	более 1 млн. жителей

В условиях сложного рельефа местности, большого количества источников загрязнения, а также наличия объектов, где качество воздуха имеет особое значение, таких как уникальные парки, исторические сооружения, количество постов наблюдения в населенном пункте может быть увеличено.

Одной из важных задач системы мониторинга атмосферного воздуха является оценка воздействия загрязнения на здоровье населения. Полученные данные позволяют проводить эпидемиологические исследования, выявлять взаимосвязь между загрязнением и заболеваниями, а также оценивать потенциальные риски для здоровья.

Мониторинг изменений состава атмосферного воздуха, в связи с природными и антропогенными факторами, позволяет выявлять тенденции изменения показателей качества атмосферного воздуха и принимать меры по снижению уровня его загрязнения. Поэтому система мониторинга атмосферного воздуха играет важную роль в контроле за загрязнением окружающей среды, оценке рисков для здоровья населения и разработке мер по снижению уровня загрязнения воздуха в целом.

Но значительные антропогенные нагрузки в промышленных городах испытывает и почвенный покров, который является средой, аккумулирующей загрязняющие вещества, поступающие как в результате размещения отходов производственной деятельности человека, так и из атмосферного воздуха.

Для организаций, занимающихся мониторингом загрязнения почвенного покрова в Российской Федерации, существуют определенные требования, которые часто устанавливаются законодательством, нормативными актами и методическими руководствами. К ним относятся следующие.

1. Соблюдение стандартов и методик. Организации, проводящие мониторинг, должны работать в соответствии с принятыми стандартами и методиками, определенными правительственными органами, научными учреждениями или международными организациями.

2. Лицензирование и сертификация. В зависимости от характера деятельности и объема проводимых исследований, организации могут подлежать лицензированию или сертификации со стороны соответствующих государственных органов.

3. Оборудование и квалификация персонала. Организации должны иметь необходимое оборудование для проведения анализов и измерений, а также обеспечить наличие квалифицированного персонала, обученного в соответствии с требованиями и методиками.

4. Отчетность и передача данных. Результаты мониторинга должны быть документированы, и организации обязаны предоставлять отчеты о результатах своей деятельности соответствующим ведомствам или заказчикам.

5. Соблюдение правил безопасности и экологических стандартов. В процессе мониторинга организации должны соблюдать правила безопасности и окружающей среды, чтобы минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

6. Качество и достоверность данных. Собранные данные должны быть точными, достоверными и адекватно представлять реальное состояние почвенного покрова. Организации должны применять методы контроля качества данных и калибровки оборудования.

Соблюдение этих требований помогает обеспечить эффективность и достоверность результатов мониторинга загрязнения почвенного покрова и способствует охране окружающей среды [3].

Методический принцип организации мониторинга земель должен предусматривать сочетание дистанционных и наземных методов наблюдения. При этом количество контролируемых показателей состояния земель не должно

быть избыточным. В зависимости от временной изменчивости и периодичности измерений, показатели состояния земель можно разделить на три группы.

Первая группа включает показатели ранней диагностики деградации земель, такие как угнетение почвенной биоты по ферментативной активности, содержание CO<sub>2</sub> и азотфиксации, изменения окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных условий, плотность и пористость почв, степень минерализации почвенного раствора. Наблюдения за этими показателями должны проводиться несколько раз в год.

Вторая группа показателей характеризует более устойчивые изменения свойств почв, включая количество и качество гумуса, содержание элементов питания растений, тяжелых металлов, фтора, полициклических углеводородов, радионуклидов, эрозионные и дефляционные процессы, наличие патогенных организмов. Эти наблюдения должны проводиться с периодичностью 2-5 лет.

Третья группа охватывает показатели устойчивых и глубоких изменений свойств почв, такие как изменение запасов гумуса и азота в почве, соотношение тонкодисперсных и более крупных фракций гранулометрического состава почв, их химический состав, мощность почвенных горизонтов и другие устойчивые изменения свойств почв. Контроль за этими показателями может осуществляться каждые 5-10 лет.

В зонах чрезвычайных ситуаций, включая территории городов с большим количеством промышленных предприятий, пригородные зоны, участки, загрязненные промышленными выбросами и бытовыми отходами, а также районы с интенсивно развитыми эрозионными и дефляционными процессами, необходимо проводить сплошную аэросъемку или космическую съемку в масштабе от 1:10 000 до 1:50 000 с выборочным контролем на наземных пунктах наблюдения. Одновременно следует выбирать фоновые территории, которые испытывали минимальные антропогенные нагрузки за последние 50 лет. При этом весенняя или осенняя аэрокосмическая съемка необходима для оценки большинства показателей деградации земель, а для контроля содержания тяжелых металлов в почвах предпочтительна зимняя съемка.

При мониторинге земель необходимо учитывать степень их деградации, исходя из которой условно выделяют 5 зон.

1. Зона относительного экологического благополучия: состояние природных комплексов, включая земли, позволяет вести традиционные формы хозяйственной деятельности без вреда для здоровья населения.

2. Зона экологического риска: наблюдаются достоверные изменения свойств природных комплексов, включая земли, приводящие к негативным последствиям для природы и населения.

3. Зона экологического кризиса: изменения свойств природных комплексов представляют угрозу для ведения хозяйственной деятельности и здоровья населения.

4. Зона экологического бедствия: негативные изменения природных комплексов нарушают традиционные технологии хозяйственной деятельности и

существенно повышают заболеваемость населения; устранение ущерба требует дорогостоящих мероприятий.

5. Зона экологической катастрофы: негативные изменения природных компонентов делают невозможным ведение традиционной хозяйственной деятельности и проживание людей [4].

При этом степень деградации земель во многом зависит от степени их химического загрязнения.

Химическое загрязнение земель в основном связано с деятельностью промышленных предприятий и автотранспорта. Токсические вещества попадают в атмосферу с газопылевыми выбросами, затем оседают на поверхности почвы, часто с атмосферными осадками. Основная масса техногенных выбросов оседает на сравнительно небольшой площади, конфигурация которой определяется розой ветров, рельефом местности и почвенным покровом. В результате техногенного загрязнения химические вещества распространяются на разные расстояния, образуя несколько зон загрязнения.

Так, основными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов в природную среду являются металлургические предприятия, тепловые электростанции, карьеры, транспорт, химические средства защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей, минеральные удобрения и другие. Наиболее значительные выбросы тяжелых металлов в атмосферу происходят вокруг предприятий черной и цветной металлургии. Загрязнение природной среды металлами-токсикантами преимущественно связано с работой промышленных комплексов, а не отдельных предприятий. Плотность потока осаждающихся на почву токсикантов пропорциональна их концентрации в воздухе, и специальные методики позволяют оценить конкретный источник поступления металлов в окружающую среду. Исследования Института экспериментальной метеорологии показали, что вокруг предприятий по производству легированных сталей почвы сильно загрязнены кобальтом, молибденом, висмутом, вольфрамом и цинком; вокруг железорудного производства – свинцом, серебром и мышьяком [5].

Мониторинг химического загрязнения почвенного покрова предусматривает систематическое наблюдение, измерение и анализ состояния почвы, с целью выявления изменений в ее качестве и оценки уровня загрязнения различными веществами. Этот процесс включает в себя ряд действий, которые могут варьироваться в зависимости от конкретных целей и характера мониторинга [6].

К числу основных аспектов мониторинга степени загрязнения почв относятся следующие.

1. Отбор образцов. Основным этапом мониторинга является отбор образцов почвы с различных участков и глубин. Образцы должны быть представительными и обеспечивать достаточное покрытие области исследования

2. Анализ параметров почвы. После отбора образцов почвы они подвергаются лабораторным анализам для определения различных параметров, таких как содержание тяжелых металлов, органических соединений, пестицидов, pH и других физико-химических и биологических характеристик.

3. Оценка данных и интерпретация результатов. Полученные данные анализируются и интерпретируются с учетом установленных стандартов и нормативов. Оцениваются уровни загрязнения, определяются источники загрязнения и выявляются зоны наибольшего риска.

4. Сравнение с нормативами. Результаты мониторинга сравниваются с допустимыми нормами и стандартами качества почвы. Также анализируются временные тренды для выявления изменений в динамике загрязнения и эффективности принимаемых мер по его снижению.

5. Отчетность и информационное обеспечение. Полученные результаты документируются в отчетах, которые могут быть использованы для принятия решений о необходимости вмешательства, планирования использования земли и охраны окружающей среды. Также данные могут быть представлены общественности для обеспечения прозрачности и участия граждан в процессе принятия решений.

Все эти шаги составляют важную часть мониторинга загрязнения почвенного покрова, который направлен на обеспечение устойчивого использования и охраны земельных ресурсов.

Таким образом, выполнение требований и рекомендаций по организации мониторинга объектов окружающей среды в промышленных городах позволяет оценить их экологическое состояние, выявить зоны с наибольшим риском для здоровья человека и окружающей среды и разработать мероприятия, направленные на улучшение качества жизни населения и сохранения природных ресурсов.

#### Список литературы

1 ГОСТ 17.2.3.01—86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов [Электронный ресурс]. - Юридическая фирма «Интернет и Право» – Режим доступа : <https://internet-law.ru/gosts/gost/5400/>- 02.02.2023

2 О территориальной системе наблюдения за состоянием окружающей среды на территории Оренбургской области [Электронный ресурс].: Постановление Правительства Оренбургской области от 27.12.2013 N 1238-п // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/410805182> - 27.10.23

3 Широкова, Н.В., Кузнецов, С.А. Инструменты экологического мониторинга и оценки состояния окружающей среды. - М.: Мир, 2018. - 288 с.

4 Глушкова, Т.В., Соловьева, Н.М. Мониторинг и оценка загрязнения почв: Методы и подходы. - СПб.: Наука, 2019. - 280 с

5 Кучеренко, Л.И., Смирнова, О.В. Экологическая оценка урбанизированных территорий. - Казань: Казанский университет, 2018. - 254 с.

6 ГОСТ 17.4.4.02—84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Электронный ресурс]. - Юридическая фирма «Интернет и Право» - Режим доступа : <https://internet-law.ru/gosts/gost/29438/> - 04.06.2023

## **ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КАК ДРАЙВЕР УВЕЛИЧЕНИЯ ОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

**Тимахович Н.В., Горшенина Е.Л., канд. техн наук., доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Глобальное потепление представляет собой долгосрочное повышение средней температуры поверхности Земли, преимущественно из-за накопления парниковых газов, таких как углекислый газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>) и закись азота (N<sub>2</sub>O), в атмосфере. Согласно Шестому оценочному отчету МГЭИК (AR6), антропогенные выбросы уже привели к потеплению примерно на 1,1–1,2 °C по сравнению с доиндустриальным периодом (1850–1900 годы), и этот процесс ускоряется [2].

Это потепление напрямую усиливает экстремальные погодные явления, превращая их в природные катастрофы: тропические циклоны становятся мощнее, осадки – интенсивнее, засухи – продолжительнее, а лесные пожары – масштабнее. Такие события не только увеличиваются в частоте, но и в разрушительной силе, что создает многомерные угрозы для безопасности населения. Прямые последствия включают гибель людей от наводнений, ураганов и теплового стресса; косвенные – распространение инфекционных заболеваний, голод, миграцию и экономические кризисы [3].

В России, как в стране с огромной территорией, простирающейся от субтропиков до Арктики, влияние глобального потепления особенно заметно. Страна нагревается в 2,5 раза быстрее, чем в среднем по миру, что приводит к таянию вечной мерзлоты, увеличению числа пожаров в Сибири и наводнений на Дальнем Востоке. Например, в 2010 году экстремальная жара привела к 14 000 смертей, потере 25 % урожая и пожарам на 10 000 км<sup>2</sup> [4]. Статистические данные показывают, то что в США с 1980 по 2024 год зарегистрировано 403 события с ущербом свыше 1 млрд. долларов, с тенденцией к росту частоты до 23 событий в год в период 2020–2024 годов. В глобальном масштабе, по данным Munich Re, в 2024 году природные катастрофы причинили ущерб в 320 млрд. долларов США, что на 20 % превышает средний показатель предыдущих лет, с 140 млрд. долларов застрахованных убытков. В первой половине 2025 года в США уже произошло 14 катастроф с ущербом свыше 1 млрд. долларов, общим объемом в 101,4 млрд. долларов, включая рекордные пожары в Лос-Анджелесе. Эти тенденции подчеркивают, что климатический кризис усиливает вероятность тяжелых катастроф, затрагивая миллионы людей: в 2023 году 363 погодных бедствия повлияли на 93,1 млн. человек и вызвали тысячи смертей. В России за период 2010–2021 годов около 150 000 человек были вынуждены покинуть свои дома из-за наводнений и пожаров, что иллюстрирует растущую угрозу для населения [5].

Данные за период с 1900 по 2025 год демонстрируют экспоненциальный рост числа и интенсивности природных катастроф. Согласно ОиГ данным Всемирного банка, количество зарегистрированных событий увеличилось с менее 100 в начале XX века до более 400 в 2010-х годах, хотя часть роста объясняется улучшением систем мониторинга и отчетности. В США, по данным NOAA, частота катастроф с ущербом свыше 1 млрд. долларов выросла с 3,3 в 1980-х до 23 в 2020–2024 годах, а в 2023 году достигнуто рекордные 28 событий с общим ущербом 92,9 млрд. долларов. Глобально, в 2024 году зарегистрировано 363 погодных бедствия, повлиявших на 93,1 млн. человек. Разбивка по типам показывает доминирование штормов, наводнений и засух, с увеличением их интенсивности: например, тропические циклоны теперь чаще достигают категории 4–5 по шкале Саффира-Симпсона[1].

В России тенденции аналогичны, но с региональными особенностями. По данным Statista, ежегодное число погодных опасностей достигло 642 в 2023 году. Число лесных пожаров колеблется, но площадь сгоревших лесов растет: в 2018–2023 годах миллионы гектаров, с пиком в 2024 году – 107 пожаров на 331 000 га, что привело к чрезвычайному положению в двух регионах. Наводнения: в 2024 году весенние паводки в южной России и Казахстане затопили тысячи домов; в 2025 году цунами на Камчатке после землетрясения магнитудой 8,8 усилилось из-за климатических факторов, таких как подъем уровня моря. Засухи и жара: удвоение экстремально жарких лет с 1980 по 2012 год, с событиями вроде 2010 года [6].

Потепление усиливает риски для населения. ВОЗ отмечает, что природные катастрофы вызывают 250 000 дополнительных смертей в год к 2050 году, с 37 % смертей, связанных климатическими явлениями, приписываемых антропогенному потеплению. Из-за этого ежегодно 25 млн. человек вынужденно перемещаются из-за внезапных климатических катастроф, а также миллионы от медленных климатических катастроф, в роли которых часто выступают засухи. Рост инфекций, примерно 700 000 смертей в мире от векторных болезней в год, связанных с активным размножением кровососущих членистоногих, психические расстройства и недоедания из-за изменения климата так же способствуют повышению смертности населения [2].

В России особенно выделяют 2010 год, который характеризовался сильной засухой, большим количеством пожаров, тик-borne заболевания на севере России, переносчиком которых являются клещи. Прогноз показывает, что изменения климата могут сказаться на потерей 3 % ВВП ежегодно, а так же снижение урожайности зерновых культур на 17 % к 2050 году [4].

В Европе и Северной Америке частота тепловых волн и осадков выросла в 2–3 раза с 1950 года, в Африке и Азии – засухи. В России: потепление в 2,5 раза быстрее, с удвоением наводнений в Лене и ростом засух на 50–100 % к 2015 году [3].

В России смертность в 15 раз выше в развивающихся регионах, но ущерб ниже из-за экономики. МГЭИК: при 1,5°C частота 10-летних тепловых волн удваивается, при 4°C – утраивается; осадки усиливаются на 7–28 %. Для

России: при 4°C таяние мерзлоты затронет 20–30 % территории, усиливая пожары и наводнения [5].

Потепление увеличивает влагоемкость атмосферы, усиливая осадки и циклоны (7 % на 1 °C по закону Клаузиуса-Клапейрона), а также эвапотранспирацию, провоцируя засухи. Комбинированные события (сильная жара и засуха) растут в вероятности, усиливая пожары. В России ключевой фактор – таяние вечной мерзлоты, которое дестабилизирует почву, вызывая оползни, разливы (как в Норильске 2020: 21 000 м<sup>3</sup> нефти) и увеличение пожаров в торфяниках. Для населения: прямые риски (травмы, смерть) сочетаются с косвенными (эпидемии после наводнений, голод от засух). Уязвимые группы (бедные, мигранты, коренные народы Арктики) страдают больше, в низкодоходных странах слабая инфраструктура усиливает эффекты. В России коренные народы (2,5 млн. в Арктике) теряют традиционный образ жизни из-за таяния льда и снижения популяций животных. Сравнение с прошлыми периодами (Common Era) подтверждает, что текущие изменения беспрецедентны. В России необходимы инвестиции в мониторинг мерзлоты и пожаротушение, чтобы избежать потерь в 3% ВВП.

Глобальное потепление усиливает природные катастрофы, угрожая безопасности миллиардов, с особыми рисками для России из-за быстрого потепления. Ограничение потепления до 1,5°C требует срочных мер: переход на возобновляемую энергию, улучшение адаптации. В России фокус на Арктике и Сибири. Дальнейшие исследования нужны для региональных моделей. Без действий к 2050 году риски станут катастрофическими.

#### Список литературы

1. Chapter 11: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate [Электронный ресурс] // Climate Change 2021: The Physical Science Basis : Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Intergovernmental Panel on Climate Change. – [Cambridge] : Cambridge University Press, 2021. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/>. – (Дата обращения: 25.12.2025).

2. Climate Change and Health [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2023. – Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>. – (Дата обращения: 25.12.2025).

3. Natural Disaster Risks: Rising Trend in Losses [Электронный ресурс] // Munich Re. – Режим доступа: <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters.html>. – (Дата обращения: 25.12.2025).

4. Russia: The Impact of Climate Change to 2030 [Электронный ресурс] // Office of the Director of National Intelligence. – Режим доступа: [https://www.dni.gov/files/documents/climate2030\\_russia.pdf](https://www.dni.gov/files/documents/climate2030_russia.pdf). – (Дата обращения: 25.12.2025).

5. Climate Change in Russia - Statistics & Facts [Электронный ресурс] // Statista. – 2025. – Режим доступа: <https://www.statista.com/topics/5613/climate-change-russia/>. – (Дата обращения: 25.12.2025).

6. Mean Temperature Change in Russia 1992-2024 [Электронный ресурс] // Statista. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/1057448/russia-temperature-change/>. – (Дата обращения: 25.12.2025).

# ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

**Тимахович Н.В., Виноградов Д.Д., Гривко Е.В., канд. пед. наук  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»,**

Государственные защитные лесные полосы (ГЗЛП) представляют собой систему искусственно созданных насаждений, предназначенных для улучшения гидрологических и климатических условий, защиты сельскохозяйственных угодий от засух, суховеев и эрозии почв, а также предотвращения заносов дорог и охраны водоемов от заиления. В степной зоне европейской части России, включая Оренбургскую область, ГЗЛП были заложены в рамках «Сталинского плана преобразования природы» 1948–1972 гг. для борьбы с засухами 1940-х годов и деградацией земель. Общая протяженность ГЗЛП в России составляет 5320 км на площади 117,9 тыс. га, охватывая 11 субъектов Федерации, в том числе Оренбургскую область [1].

Санитарное состояние ГЗЛП определяется устойчивостью насаждений к неблагоприятным факторам: абиотическим (засухи, пожары, почвенно-климатические условия), биотическим (вредители, болезни) и антропогенным (рекреационные нагрузки, рубки). В условиях резко-континентального климата Оренбуржья (засухи, суховеи с температурами до +40°C, морозы до -42°C) насаждения подвержены ослаблению и усыханию.

Поэтому целью работы является оценка санитарного состояния ГЗЛП «Гора Вишневая – Каспийское море» на основании статистических данных санитарного лесопатологического состояния лесов Оренбургской области, анализ ключевых проблем и разработка мер по их улучшению.

В Оренбургской области ГЗЛП включают приречную полосу «Гора Вишневая – Каспийское море» вдоль реки Урал (протяженность 1080 км, площадь 41,5 тыс. га), состоящую из трех лент шириной 60 м с межполосными пространствами 100–200 м. Общая площадь лесного фонда региона – 557,9 тыс. га, из которых покрытые лесом – 426,8 тыс. га. Основные породы: сосна (8,4 %), дуб (22,7 %), береза (10,7 %), липа (10,9 %), тополь (14 %), с преобладанием лиственных насаждений [2,3].

Общая характеристика санитарного(экологического) состояния по данным лесопатологического мониторинга на 2016–2017 гг., насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью в Оренбургской области занимали 8,8 % (37,6 тыс. га) покрытой лесом площади, включая погибшие – 3 % (12,7 тыс. га). В 2017 г. выявлено 4,8 тыс. га таких насаждений, погибших – 0,4 тыс. га. Основные причины: лесные пожары (8,5 тыс. га), погодные и почвенно-климатические факторы (3,2 тыс. га), болезни (0,8 тыс. га). В 2009–2010 гг. площадь насаждений с повышенным отпадом составила 14,1 тыс. га, погибших

– 6 тыс. га, с увеличением за год на 6,4 тыс. га. Доля от пожаров – 48,1 %, от погодных факторов – 29,6 %, от болезней – 20,3 % [2,3,4].

В ГЗЛП Оренбургской области на 2025 год (18,5 тыс. га общая, 13,3 тыс. га лесопокрытая) состояние варьируется по лесохозяйственным районам (ЛХР): в I–II (лесостепь, обыкновенные черноземы) – 95–97 % хорошее/удовлетворительное; в III–V (степь, каштановые и светло-каштановые почвы) – 40–60 % неудовлетворительное, с массовым усыханием ясеня и вяза. Сохранность: 80 % в северных районах, 5–20 % в южных. Возрастная структура: молодняки – 25,6 %, средневозрастные – 48,8 %, приспевающие – 20,3 %, спелые – 5,3 %.

Индекс ослабления возрастает к югу: 1,5 на черноземах до 4,1 на светло-каштановых почвах. Биологическая устойчивость: I класс на черноземах (70 % здоровых деревьев), III–IV на каштановых (<30 % здоровых) [1,5].

Площадь насаждений, пораженных болезнями, в 2016 г. – 4,7 тыс. га: устойчивые – 6,4 %, с нарушенной устойчивостью – 58,4 %, с утраченной – 35,2 %. Степень поражения: слабая (<4 %) – 0,05 %, средняя (4–10 %) – 6,3 %, сильная (10–40 %) – 58,4 %, очень сильная (>40 %) – 35,2 %.

Основными патогенами являются:

1. Бактериальное заболевание березы: 1,6 тыс. га (27,7 % очагов), переносимое березовым заболонником, приводит к полному распаду насаждений за 3–5 лет. Распространено в 5 северных лесничествах;

2. Корневая губка сосны: 1,3 тыс. га (27 %), в сосновых культурах лесостепи и степи, усиливается рекреацией и антропогенными факторами. Наибольшие очаги в 3 западных и центральных лесничествах;

3. Трутовик ложный осиновый: 0,9 тыс. га (19,4 %), в осиновых насаждениях севера и юга;

4. Некрозно-раковые заболевания тополя и ивы: в пойменных лесах, 4 центральных лесничествах;

5. Голландская болезнь ильмовых (графиоз): 484 га, в 3 западных лесничествах, очаги – 40 га в одном лесничестве;

6. Трутовик ложный дубовый: в дубравах, хронические очаги;

7. Другие: раневой рак ели (<0,1 %), рак смоляной (0,3 %), трутовик настоящий (0,6 %) [6].

В ГЗЛП: мучнистая роса (убивает дубовые сеянцы за 1–2 года), стволовая гниль ясеня (>60 лет), голландская болезнь вяза, осенний полипор, сетчатый рак, тиростромоз, степной рак. На робинии и гледичии: диапортовый микоз, бактериальная водянистость, белая заболонная и стволовая гниль, нектриевый некроз [5].

Очаги вредителей на 2010 г.: 438 га, включая звездчатый пилильщик-ткач (82 га), рыжий сосновый пилильщик (343 га), еловый обыкновенный пилильщик (13 га). Площадь повреждений – 225 га (1,6 % ослабленных насаждений). Формирующиеся очаги – 350 га.

Стоит отметить положительную динамику сокращения очагов хвоегрызущих за 10 лет. Динамика листогрызущих вредителей показывает их преобладание в лиственных насаждениях.

Патогенная энтомофауна двух групп ГЗЛП представлена следующими видами: листогрызущие (вязовая листоедка, вязовый пилильщик, рябинница-обдирало, зимняя пяденица); стволовые (вязовая короедка, короед Кирша, короед струйчатый, короед пигмей). На робинии/гледичии: акациевая ложнощитовка, калифорнийская щитовка, яблонная запятовидная щитовка. Карантинные: американская белая бабочка, вязовый зигзаг пилильщик. [1,4,5].

Пожары Оренбуржья (степные и лесные), с площадью прохождения огнем более 51 тыс. га на 2025 год, также оказывают значительное воздействие на ГЗЛП. Наибольшие проблемы в степных лесничествах (Кваркенское, Акбулакское, Домбаровское), так как существует высокий риск перехода степного пожара в лесной.

Санитарное состояние ГЗЛП в Оренбургской области ухудшается к югу из-за аридности климата, солонцеватости почв и антропогенных факторов.

Болезни и вредители усугубляют ослабление, особенно в вязовых и ясеневых насаждениях (усыхание 40–60 %). Исторические ошибки в подборе пород (несоответствие почвам) привели к их низкой сохранности (менее 40 % на светло-каштановых почвах). Так, например, аналогичное ухудшение на каштановых почвах было можно пронаблюдать в Волгоградской области. По прогнозу Рослесозащиты на 2025 г. ожидалось дальнейшее ухудшение спелых насаждений, образование бурелома [6].

Мерами по защите ГЗЛП являются санитарные рубки, реконструкция (замена пород на устойчивые: вяз, робинию, гледичию), мониторинг, биологические методы борьбы (энтомофаги), противопожарные мероприятия. В III–V ЛХР – сплошные санитарные рубки с новыми культурами (цель: >70 % здоровых деревьев).

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что:

1. Государственные защитные лесные полосы, созданные в 1948–1972 гг. по «Сталинскому плану», предназначены для защиты сельскохозяйственных угодий от засух, эрозии и заносов в степной зоне России. В Оренбургской области полоса вдоль р. Урал играет ключевую роль в улучшении гидрологических и климатических условий, но подвержена деградации из-за резко-континентального климата.

2. Насаждения с нарушенной устойчивостью занимают 8,8–14,1 % лесопокрытой площади (37,6–18,5 тыс. га), включая погибшие (3–6 тыс. га). Состояние варьируется по лесохозяйственным районам: хорошее/удовлетворительное в лесостепи, неудовлетворительное в степи (III–V с массовым усыханием). Индекс ослабления растет к югу (от 1,5 до 4,1), сохранность снижается (от 80 % на севере до 5–20 % на юге). Возрастная структура: преобладают средневозрастные (48,8 %) и молодняки (25,6 %).

3. Ключевыми факторами деградации, являются:

- Абиотические: Засухи, суховеи (+40°C), морозы (-42°C), солонцеватые почвы (каштановые и светло-каштановые), пожары (свыше 51 тыс. га в 2025 г., риск в степных лесничествах);

- Биотические. Болезни (4,7 тыс. га в 2016 г., 35,2 % с очень сильным поражением) — бактериальное заболевание березы (1,6 тыс. га), корневая губка сосны (1,3 тыс. га), трутовик осиновый (0,9 тыс. га), голландская болезнь вяза (484 га), некрозы тополя/ивы, мучнистая роса дуба, стволовая гниль ясеня. Вредители (438 га очагов в 2010 г.) — листогрызущие (вязовая листоедка, пилильщики), стволовые (короеды), карантинные (американская бабочка);

- Антропогенные. Рекреационные нагрузки, рубки, исторические ошибки в подборе пород (несоответствие почвам, низкая устойчивость ясеня/вяза на юге).

4. Динамика и региональные особенности ГЗЛП в Оренбургской области, показываю ухудшение к югу из-за аридности и почв, которые были выявлены в Волгоградской области. Прогноз на 2025 г., демонстрирует дальнейшее ослабление спелых насаждений, бурелом. В ГЗЛП преобладают лиственные породы (дуб 22,7 %, тополь 14 %, береза 10,7 %), с усыханием 40–60 % в вязовых и ясеневых насаждениях;

#### Список литературы

1. Засоба В. В., Чеплянский И. Я., Поповичев В. В., Семидесятилетний опыт создания государственных защитных лесных полос в степной зоне России // «Живые и биокосные системы». – 2019. – № 27; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-27/article-3> .

2. Березин А. К., Комаров М. С., Симоненкова В. А. Оценка фитосанитарного состояния насаждений оренбургской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. №51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-fitosanitarnogo-sostoyaniya-nasazhdeniy-orenburgskoy-oblasti> .

3. Кубасов А.В., Гаврилина О.М., Гурский А.А. Общая оценка санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений департамента лесного хозяйства Оренбургской области // Известия ОГАУ. 2010. № 3 (27). С. 132–136.

4. Обзор санитарного лесопатологического состояния лесов Оренбургской области в 2009 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2010 год / Филиал ФГУ «Рослесозащита» – «ЦЗЛ Оренбургской области». Оренбург, 2010. С.77.

5. Турчин, Т. Я. Состояние государственных защитных лесных полос юго-востока европейской части России и повышение их устойчивости / Т. Я. Турчин, А. А. Мартынюк, И. Я. Чеплянский. – Пушкино : Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2025. – 192 с. – ISBN 978-5-94219-317-1. – EDN RJASJC.

6. Кубасов А.В. Оценка фитосанитарного состояния насаждений Оренбургской области // Известия ОГАУ. 2017. № 5 (67). С. 133–137.

## **ФОРСИРОВАННЫЙ ОТБОР ЖИДКОСТИ**

**Третьяков В.В., Воротынцев В.А., Соболева Е.М.,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Форсированный отбор жидкости представляет собой один из фундаментальных технологических процессов в отечественной нефтегазодобывающей отрасли, направленный на искусственное увеличение дебита скважин путем активного и управляемого извлечения флюидов (нефти, газоконденсатной смеси, пластовой воды) из продуктивного пласта. В условиях истощения естественной пластовой энергии или изначально низких фильтрационно-емкостных свойств коллектора, методы интенсификации добычи переходят из разряда вспомогательных в категорию обязательных и определяющих экономическую жизнеспособность проекта [3, 1]. Актуальность темы обусловлена стратегическим переходом нефтяной промышленности России к разработке сложных, низкопродуктивных и истощенных запасов, где традиционные методы добычи оказываются неэффективными. Данная статья ставит целью систематизировать знания о причинах, методах, проблемах и областях применения форсированного отбора в российских условиях, представив его как целостную технологическую систему управления разработкой месторождения [6].

Применение методов интенсификации добычи на месторождениях России обусловлено комплексом взаимосвязанных геолого-физических и экономических факторов, главным из которых является недостаточность естественной пластовой энергии для обеспечения рентабельных дебитов [3].

Основные причины применения:

1. Истощение естественных режимов пласта. Для большинства крупных месторождений Западной Сибири и Волго-Уральского региона, введенных в разработку в середине XX века, характерно падение пластового давления, истощение энергии упругого расширения и напора краевых вод. Это делает естественное фонтанирование невозможным.

2. Низкие фильтрационные свойства коллектора. Освоение запасов в низкопроницаемых терригенных и карбонатных отложениях, например, в отложениях баженовской свиты или плотных палеозойских карбонатах, требует создания значительных депрессий для получения экономически значимых притоков.

3. Высокая вязкость пластовой нефти. Разработка месторождений высоковязких нефти, таких как Ярегское (Республика Коми) или Русское (Западная Сибирь), невозможна без методов снижения вязкости и последующего интенсивного отбора.

4. Необходимость управления контурами залежи. На месторождениях с активной подошвенной водой или газовой шапкой (например, многих

месторождениях Оренбургской области) регулируемый форсированный отбор является инструментом предотвращения преждевременных прорывов.

5. Экономическая эффективность и выполнение государственных программ. Ускорение темпов добычи и повышение конечной нефтеотдачи являются ключевыми задачами Энергетической стратегии России, что требует широкого применения методов интенсификации.

Стратегические цели метода:

1. Поддержание энергетического баланса пласта в рамках созданных систем поддержания пластового давления (ППД) на крупнейших месторождениях страны [1, 3].

2. Вовлечение в промышленную разработку трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) в соответствии с государственными мерами налогового стимулирования [9].

3. Обеспечение рентабельной эксплуатации «зрелых» месторождений, составляющих основу сырьевой базы страны.

4. Увеличение охвата пласта воздействием для вовлечения в дренирование низкопроницаемых пропластков [1].

В отечественной нефтедобыче сформировался комплекс проверенных и новых методов форсированного отбора, адаптированных к различным геологическим условиям.

Основными методами для механизированной добычи в России являются насосные:

1. Штанговые глубинные насосы (ШГН). Широко применяются на месторождениях с умеренными дебитами и глубинами до 2000-2500 м, особенно в Волго-Уральской провинции. Отечественная школа проектирования и эксплуатации ШГН считается одной из сильнейших в мире.

2. Электроцентробежные насосы (ЭЦН). Наиболее массовый способ эксплуатации на крупных высокодебитных месторождениях Западной Сибири (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа). Российские производители выпускают широкую линейку погружного оборудования для различных условий.

3. Винтовые насосы (УЭВН – установки электро-винтовые насосные). Получили распространение для добычи высоковязкой нефти и на скважинах с повышенным содержанием механических примесей (песка). Эффективно применяются на месторождениях Пермского края, Татарстана, Коми.

На месторождениях с доступным источником сжатого газа применяются газлифтные методы:

1. Непрерывный газлифт. Используется на ряде месторождений Западной Сибири и в Оренбургской области, где есть избытки попутного нефтяного газа.

2. Периодический газлифт и пеногазлифт. Находят применение на малодебитных скважинах для повышения эффективности выноса жидкости. Разрабатываются отечественные реагенты-пенообразователи.

В связи с усложнением добычи и совершенствованием технической составляющей, неустанно продолжают разрабатываться сопутствующие и стимулирующие технологии:

1. Гидравлический разрыв пласта (ГРП). В России метод активно внедряется с середины 2000-х годов и стал стандартом при освоении низкопроницаемых коллекторов и ТРИЗ. Отечественные сервисные компании обладают полным циклом технологий для проведения операций.

2. Горизонтальное и многозабойное бурение. Массовое применение началось в 2010-х годах. Сегодня Россия входит в число мировых лидеров по протяженности горизонтальных участков, что кардинально повысило продуктивность скважин на новых и старых месторождениях.

3. Физико-химическая обработка ПЗП. Широко применяются кислотные обработки карбонатных коллекторов Поволжья и Предуралья, различные методы удаления парафиновых и солевых отложений [5].

Опыт эксплуатации российских месторождений выявил характерный спектр осложнений [4, 5]:

1. Преждевременное обводнение. Является острой проблемой для многих «зрелых» месторождений Западной Сибири. Чрезмерная депрессия ускоряет прорыв воды по высокопроницаемым каналам, что требует сложных геолого-технических мероприятий по изоляции водопритоков [3].

2. Интенсификация выноса песка. Характерна для слабосцементированных меловых и юрских отложений. Ведет к абразивному износу оборудования и необходимости установки фильтров и пескоотделителей.

3. Осаждение парафинов и солей. Серьезная проблема для месторождений с высокопарафинистой нефтью (например, Удмуртия, Башкортостан). Требуется регулярных скребковых или термохимических обработок.

4. Коррозия оборудования. Усиливается с ростом обводненности продукции и содержания агрессивных компонентов (сероводорода, углекислого газа) на ряде месторождений [4, 5].

5. Геомеханические осложнения. На месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами, где применяются интенсивные ГРП, возникают вопросы контроля за распространением трещин и воздействием на соседние скважины и объекты.

6. Дисбаланс системы разработки. На некоторых месторождениях наблюдалось опережающее отбор жидкости над закачкой, приводящее к невозможной потере пластовой энергии и запасов.

Чтобы наиболее точно понимать, насколько необходимо изучение и применение форсированного отбора жидкости, стоит указать области его практического применения в России. Одной из сфер данного применения являются так называемые «зрелые» месторождения Западной Сибири. Практически 100% добычи на таких гигантах, как Самотлорское, Приобское, Федоровское, осуществляется с помощью ЭЦН и ШГН после исчерпания

фонтанного периода [2, 3, 6]. Следующей областью можно выделить месторождения трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ). В частности, месторождения Баженовской свиты требуют обязательного применения многостадийного ГРП в горизонтальных скважинах. На Ярегском месторождении обнаружены высоковязкие нефти, поэтому там применяется шахтно-скважинный метод с паротепловым воздействием и последующей откачкой. А в Волго-Уральском регионе разработка низкопроницаемых карбонатных коллекторов немыслима без кислотных обработок и ГРП. Ну и наконец не стоит забывать о новых проектах в Восточной Сибири и на шельфе Арктики. Проекты таких компаний, как «Роснефть» и «Газпром нефть», изначально предусматривают применение горизонтального бурения, ГРП и современных систем погружной добычи для достижения проектных показателей [9].

Форсированный отбор жидкости в России прошел путь от импортозависимой технологии до мощного национального научно-технологического комплекса. Его развитие сегодня напрямую связано с задачами импортозамещения, цифровизации (создание «цифровых копий» месторождений и интеллектуальных скважин) и выполнением государственных программ по повышению нефтеотдачи. Успех дальнейшего применения метода зависит от интеграции усилий отечественной науки (разработка новых реагентов, моделей, материалов), машиностроения (производство надежного погружного оборудования) и цифровых технологий для оптимизации управления процессом разработки [6, 9]. Форсированный отбор остается стратегически важным инструментом обеспечения энергетической безопасности и рационального использования недр Российской Федерации.

#### Список литературы

1. Абдулазизов, Р.Д., Коршак, А.А. Основы проектирования разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра, 2008. – 288 с.
2. Бойко, В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1990. – 427 с.
3. Желтов, Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1998. – 365 с.
4. Кудинов, В.И. Основы технологии добычи газа. – М.: Недра, 2003. – 580 с.
5. Леонов, Е.Г., Исаев, Р.Г. Осложнения в процессе добычи нефти и газа. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2004. – 632 с.
6. Мищенко, И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Нефть и газ, 2003. – 816 с.
7. Регламент безопасного применения методов гидравлического разрыва пласта на территории Российской Федерации. – М.: Ростехнадзор, 2019.
8. Справочник по нефтепромысловому делу / Под ред. Ш.К. Гиматудинова, В.И. Кучинского. – М.: Недра, 1990. – 500 с.
9. Технологии добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов: монография / Под ред. В.А. Щагрова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 252 с.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА ОРЕНБУРГ»**

**Файзулина С.Р., Солопова В.А, канд.тех.наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

ООО «Газпром добыча Оренбург» — промышленный комплекс Российской Федерации. Предприятие было создано 20 марта 1968 года.

В сферу деятельности ООО «Газпром добыча Оренбург» входит:

- поиск и разведка новых месторождений нефти и газа;
- добыча газа, конденсата, нефти;
- подготовка углеводородного сырья;
- транспорт газа, конденсата, нефти и продуктов их переработки;
- обеспечение производственной и экологической безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов и мониторинг окружающей среды.

Обеспечение безопасности труда в газовой отрасли является приоритетной задачей, что обусловлено высокой степенью опасности производственных процессов. В ООО «Газпром добыча Оренбург» (далее - Общество) эксплуатирует уникальное Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение, характеризующееся сложным многокомпонентным составом сырья, включая высокое содержание сероводорода и меркаптанов. Это диктует необходимость применения повышенных стандартов промышленной безопасности [1].

На современном этапе перед руководителями, инженерами и рабочими стоят сложные технические задачи дальнейшей эффективной разработки Оренбургского месторождения. В данном направлении реализуется ряд долгосрочных проектов по перевооружению промысловых объектов, реконструкции дожимных компрессорных станций, строительству новых скважин.

На месторождении внедряются технологии по интенсификации притока, по работе с обводнённым фондом скважин. Это дает положительную динамику прироста добычи газа и позволяет активизировать отбор углеводородного сырья на обводнённых участках месторождения.

Основным фактором риска на объектах Общества является токсичность добываемого газа. Сероводород - это агрессивный газ, вызывающий коррозию оборудования и представляющую опасность для персонала и разгерметизацию систем.

Специфика Оренбургского газохимического комплекса (ОГХК) заключается в замкнутом цикле «добыча — транспортировка — переработка». Это создаёт кумулятивный эффект воздействия на организм работника. Научные исследования показывают, что длительный контакт даже с малыми

концентрациями сероводорода требует постоянного мониторинга состояния дыхательной и центральной нервной систем. В связи с этим, в ООО «Газпром добыча Оренбург» внедряет системы динамического контроля воздушной среды, включающая стационарные датчики загазованности, интегрированные в единую систему оперативно-диспетчерского управления.

Помимо химического фактора, к значительным рискам относятся:

- высокое давление в технологических линиях;
- взрывопожароопасность газозвушных смесей;
- климатические условия Оренбургской области (экстремальные температуры зимой и летом);
- шум и вибрация при работе дожимных компрессорных станций.

Ключевыми элементами системы является следующие:

- идентификация опасностей и оценка рисков, проводится регулярный аудит рабочих мест. Для каждого вида работ разрабатываются карты рисков, с которыми работник знакомится до начала смены;
- многоступенчатый контроль, от ежедневного осмотра мастером до комплексных проверок службами производственного контроля;
- обеспечение СИЗ, работники обеспечиваются современными средствами индивидуальной защиты, устойчивыми к воздействию агрессивных сред [2].

Безопасность труда не ограничивается предотвращением травм, она включает поддержание «профессионального долголетия». Предприятие расширяет программу производственного контроля следующими мерами:

- автоматизированные системы предсменных осмотров (АСПО), внедрение терминалов, которые за 60 секунд измеряют давление, температуру и пульс работника, исключая допуск к работе лиц с признаками недомогания или интоксикации;
- программы реабилитации, учитывая стаж работы во вредных условиях, сотрудники направляются в ведомственные санатории;
- мониторинг профессиональных заболеваний, использование «паспортов здоровья» в цифровом виде позволяет отслеживать динамику физиологических показателей за десятилетия работы.

Также общество активно внедряет цифровые решения в сфере охраны труда:

- цифровой наряд-допуск, автоматизация процесса выдачи разрешений на опасные работы исключает ошибки, связанные с человеческим фактором;
- дистанционный мониторинг, использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для контроля состояния трубопроводов и обнаружения утечек газа в труднодоступных местах.
- умные каски и носимые устройства, системы отслеживающие местоположение сотрудника (пульс, температура), что критически важно при работе в охранных зонах;

– VR-тренажеры, обучение персонала действиям в чс (например при выбросе газа) в виртуальной реальности, что позволяет отработать навыки до автоматизма без риска для жизни.

Общество завершило интеграцию автоматизированных постов контроля (АПК) в систему охраны труда. Теперь данные о выбросах в атмосферу передаются в реальном времени не только в экологическую службу, но и на пульта охраны труда. Это позволяет проводить превентивную эвакуацию или изменять маршруты движения персонала на объектах при неблагоприятных метеоусловиях, предотвращая ингаляционные отравления [3].

Важным элементом является право работника на остановку работ. Каждый сотрудник ООО «Газпром добыча Оренбург», обнаружив нарушение требований безопасности или угрозу жизни, имеет право (и обязан) остановить производственный процесс без опасения дисциплинарных взысканий.

Обеспечение безопасных условий труда в ООО «Газпром добыча Оренбург» представляет собой комплексную динамическую систему. Сочетание строгой технологической дисциплины, внедрения цифровых технологий мониторинга и формирования культуры взаимной ответственности позволяет предприятию успешно справляться с вызовами, связанными с добычей сероводородсодержащего сырья. В долгосрочной перспективе фокус на предиктивную аналитику и автоматизацию опасных участков станет залогом достижения цели полной ликвидации производственного травматизма [4].

Подводя итог в работе по обеспечению безопасных условий труда в ООО «Газпром добыча Оренбург», можно сформулировать следующие ключевые выводы:

– уникальность рисков, деятельность предприятия неразрывно связана с переработкой высокотоксичного сероводородсодержащего сырья. Это делает систему охраны труда (ОТ) не просто формальным регламентом, а критически важным элементом технологического выживания предприятия. Основной упор сделан на герметизацию производственных циклов и непрерывный газовый мониторинг;

– технологическая трансформация 2025 года, в текущем периоде произошел качественный переход от пассивных средств защиты к активным цифровым системам. Внедрение «умных» СИЗ, нейросетевого видеонаблюдения за соблюдением правил ОТ и цифровых нарядов-допусков позволило практически исключить человеческий фактор в принятии критических решений;

– превентивная медицина, система охраны труда в Обществе трансформировалась в комплексную программу сбережения здоровья. Использование автоматизированных систем медосмотра (АСПО) и индивидуальных программ реабилитации позволяет выявлять профессиональные риски на ранних стадиях, что обеспечивает кадровый суверенитет и профессиональное долголетие работников.

### Список литературы

- 1 Иванов И.И. Промышленная безопасность на предприятиях газовой отрасли. — М.: Недра, 2023.
- 2 СТО Газпром 18001-2023. Система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ПАО «Газпром».
- 3 Официальный сайт ООО «Газпром добыча Оренбург» [Электронный ресурс].
- 4 Петров В.В. Особенности эксплуатации сероводородсодержащих месторождений // Газовая промышленность. — 2025. — №4.

# **ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СОХРАНЯТЬ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПРИ ЧАСТИЧНОМ РАЗРУШЕНИИ ИЛИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Файзулина С.Р., Рахимова Н.Н., канд. тех. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Современные технические системы (ТС) – энергосети, транспортные сети, системы связи, промышленные автоматизированные комплексы – являются основой функционирования общества. Их усложнение, интеграция и рост взаимозависимости привели к увеличению уязвимости. Помимо традиционных случайных отказов и природных воздействий, на первый план выходят риски, связанные с частичным разрушением (например, вследствие техногенных катастроф) и целенаправленными деструктивными воздействиями (кибератаки, террористические акты, действия в условиях гибридных конфликтов).

Способность системы сохранять выполнение основных функций в таких условиях становится критически важным свойством. Эта способность описывается совокупностью взаимосвязанных понятий:

– Живучесть – способность системы выполнять основные функции и быстро восстанавливаться после серьёзных инцидентов.

– Отказоустойчивость – свойство системы сохранять работоспособность при возникновении внутренних отказов её компонентов.

– Устойчивость к целенаправленным воздействиям – способность противостоять действиям интеллектуального противника, нацеленным на максимальный ущерб [1].

Цель работы – систематизировать подходы и предложить методологическую основу для комплексной оценки способности ТС сохранять основные функции при частичном разрушении или целенаправленном воздействии.

Любую ТС можно представить как множество взаимосвязанных элементов (узлов, компонентов), образующих структуру (граф), и набор выполняемых функций, отображённых на эту структуру. Частичное разрушение – это удаление или повреждение части элементов структуры. Целенаправленное воздействие – это чаще всего атака на наиболее критичные с точки зрения структуры или функции элементы (например, узлы с максимальной степенью связности в сети).

Критически важным является формализация понятия «основных (критических) функций». Это подмножество функций системы, потеря которых приводит к неприемлемым последствиям (угроза безопасности, коллапс системы, значительный материальный ущерб). Выделение этих функций – первый шаг оценки.

Механизмы обеспечения устойчивости:

1. Резервирование (избыточность):

– Структурное (аппаратное) – наличие запасных, параллельно работающих или «горячего» резерва элементов.

– Функциональное – возможность выполнения одной функции разными способами или различными группами элементов.

– Информационное – избыточность данных для восстановления (например, коды коррекции ошибок).

– Временное – возможность задержки выполнения функции без критических последствий.

2. Адаптивность и реконфигурируемость: Способность системы изменять свою структуру или алгоритмы работы в ответ на повреждения для минимизации потерь функциональности. Основана на элементах интеллектуального управления и обратной связи.

3. Децентрализация и модульность: Отказ от жёсткой централизованной архитектуры в пользу распределенных, слабо связанных модулей.

Оценка методология оценки проводится в три этапа: идентификация угроз, анализ уязвимостей, количественная и качественная оценка устойчивости.

1. Структурно-топологический анализ (анализ сетевой модели).

– Метрики: Используются показатели теории графов: связность, диаметр графа, коэффициент кластеризации, центральность узлов (по степени, посредничеству, близости).

– Подход: Моделируются сценарии последовательного удаления узлов:

– Случайное (модель частичного случайного разрушения).

– Целенаправленное по максимальной центральности (модель атаки).

– Критерий устойчивости: Сохранение связности графа и малого диаметра после удаления заданной доли узлов. Системы с безмасштабной топологией (наличие хабов) устойчивы к случайным отказам, но крайне уязвимы к целенаправленным атакам на хабы.

2. Функционально-логический анализ.

– Методы: Построение функциональных диаграмм, деревьев отказов, анализ видов и последствий отказов.

– Подход: Для каждой основной функции определяется минимально необходимый набор исправных элементов и связей. Оценивается количество непересекающихся (независимых) путей ее реализации.

– Критерий устойчивости: Наличие нескольких функционально избыточных путей реализации критической функции [2].

3. Имитационное моделирование и стресс-тестирование.

– Методы: Создание цифровых двойников системы, агентное и дискретно-событийное моделирование.

– Подход: В модель системы вносятся повреждения различной локализации и тяжести. Наблюдается динамика деградации функций, время достижения неприемлемого состояния, способность к реконфигурации.

- Количественные метрики устойчивости
- Степень деградации функции
- Время восстановления приемлемого уровня
- Интегральный показатель устойчивости

Факторы, повышающие устойчивость ТС:

1. Гетерогенность: Разнородность элементов и протоколов усложняет задачу противника по планированию масштабной атаки.

2. Избыточность связей: Высокая плотность связей (как в ячеистых сетях) обеспечивает множество альтернативных маршрутов передачи потоков.

3. Интеллектуальные системы управления с обратной связью: Способность в реальном времени диагностировать повреждения, перераспределять нагрузки и реконфигурировать систему.

4. Принцип простоты и понятности резервных механизмов: В критический момент должны срабатывать надёжные, отработанные и простые алгоритмы, а не сложный, потенциально уязвимый ИИ.

Ограничения и проблемные области

– Компромисс между устойчивостью и эффективностью: Избыточность и децентрализация часто повышают стоимость и снижают оптимальность работы в штатном режиме [3].

– Сложность оценки человеческого фактора и организационной устойчивости: Техническая система работает в организационном контуре. Устойчивость зависит от действий операторов и протоколов управления в кризисной ситуации.

– Проблема «неизвестных неизвестных»: Невозможно смоделировать все возможные сценарии целенаправленного воздействия, особенно с использованием неизвестных уязвимостей.

Таким образом можно сделать вывод, что оценка способности технической системы сохранять основные функции при деструктивных воздействиях – это комплексная междисциплинарная задача, требующая сочетания структурного, функционального и динамического анализа [4].

Предложенная методология, объединяющая анализ сетевой топологии, оценку функциональной избыточности и имитационное стресс-тестирование, позволяет получить всестороннюю картину устойчивости системы. Ключевыми направлениями для повышения устойчивости являются проектирование систем с управляемой избыточностью (структурной и функциональной), внедрение адаптивных, реконфигурируемых архитектур и развитие интеллектуальных систем ситуационного управления.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на формализацию компромиссов между устойчивостью, стоимостью и эффективностью, а также на интеграцию моделей технической устойчивости с моделями организационного поведения и противодействия сложным комбинированным атакам в киберфизическом пространстве [5].

### Список литературы

1. Баранов, В.В. Живучесть и отказоустойчивость информационно-управляющих систем / В.В. Баранов. – Москва: Физматлит, 2019. – 342 с. – (Теоретические основы информационной безопасности). – ISBN 978-5-9221-1643-8.
2. Вентцель, Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – 5-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2018. – 214 с. – (Для бакалавров). – ISBN 978-5-406-06357-9. – (Разделы, посвященные системному анализу и теории надежности).
3. Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / Н. Н. Рахимова. - Старый Оскол : Тонкие наукоемкие технологии, 2023. - 276 с-
4. Рахимова, Н. Н. Надзор и контроль в сфере безопасности : учебное пособие / Н. Н. Рахимова, В. А. Солопова, А. И. Байтелова. - Старый Оскол : Тонкие наукоемкие технологии, 2023.
5. Рахимова, Н. Н. Безопасность нефтяной и газовой промышленности : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Н. Н. Рахимова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2019. - 211 с

# **РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ СОЛЯМИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ**

**Файзулина С.Р., Рахимова Н.Н., канд. тех. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Современная промышленная деятельность, несмотря на экономические выгоды, создаёт значительную антропогенную нагрузку на окружающую среду, приводя к её химическому загрязнению. Одними из наиболее опасных и устойчивых поллютантов являются тяжёлые металлы (ТМ), такие как свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg), мышьяк (As) и цинк (Zn). В промышленных регионах с развитой металлургической, горнодобывающей, химической и другими отраслями, эти элементы в виде солей и других соединений интенсивно накапливаются в почвах, водных объектах и атмосфере.

Почва, выступая долговременным депонирующим резервуаром, передаёт токсиканты по трофическим цепям, конечным звеном которых часто является человек. Основной путь поступления тяжелых металлов в организм населения непромышленных профессий – алиментарный, то есть с продуктами питания растительного и животного происхождения, а также с питьевой водой.

Цель работы: оценить потенциальные риски для здоровья населения промышленного региона, связанные с контаминацией пищевых продуктов солями тяжелых металлов [1].

Источники и пути загрязнения пищевых продуктов в промышленном регионе:

В промышленном регионе действует комплекс источников эмиссии тяжелых металлов (ТМ):

– Стационарные: трубы заводов и фабрик (металлургия, производство аккумуляторов, цемента, сжигание угля), отвалы шлаков и хвостохранилища. Выбросы в атмосферу в виде аэрозолей и пыли приводят к атмосферным выпадениям на значительной территории, загрязняя почву и растения.

– Мобильные: автомобильный транспорт (свинец из этилированного бензина исторически, износ шин, тормозных колодок).

– Линейные: сброс неочищенных или недостаточно очищенных промышленных сточных вод в водоёмы, используемые для орошения в сельском хозяйстве или как источник питьевой воды.

– Накопленные (историческое наследие): многолетнее накопление ТМ в почвах, приводящее к их переходу в растения даже после прекращения выбросов.

Основной путь попадания ТМ в продукты питания – корневой (из почвы) и внекорневой (прямое осаждение на листовую поверхность) для растений. Животные получают ТМ с загрязненными кормами и водой, накапливая их,

прежде всего, в паренхиматозных органах (печень, почки), а также в мышечной и костной ткани [2].

Особенности накопления тяжелых металлов в основных группах продуктов

– Овощи и фрукты: Наиболее активно накапливают кадмий и свинец листовые овощи (салат, шпинат, капуста), корнеплоды (морковь, свёкла) и клубнеплоды (картофель) из-за прямого контакта с почвой. ТМ концентрируются в покровных тканях.

– Зерновые культуры: Пшеница, рожь и др. могут накапливать кадмий из почвы в зерно, особенно на кислых почвах.

– Мясо и мясопродукты: Свинец и кадмий депонируются в органах (печень, почки), мышцы менее загрязнены. Однако при использовании субпродуктов в производстве колбас, паштетов риск возрастает.

– Молоко и молочные продукты: Относительно низкий уровень накопления, но служат важным источником для детей.

– Рыба и морепродукты (из местных водоёмов): Особо опасный источник метилртути (накапливается в хищной рыбе) и кадмия (в моллюсках и ракообразных) [3].

– Питьевая вода: Может быть вторично загрязнена при транспортировке по старым свинцовым трубам или за счёт фильтрации из загрязнённых водоисточников.

Механизмы токсического действия и последствия для здоровья:

Тяжёлые металлы, будучи элементами с переменной валентностью, обладают высоким сродством к биологическим лигандам, что определяет их токсичность:

– Свинец (Pb): Нейротоксикант. Вытесняет кальций, накапливается в костях, нарушает синтез гема (приводя к анемии), поражает нервную систему (особенно опасен для детей, вызывая снижение IQ, синдром дефицита внимания). Поражает сердечно-сосудистую систему и почки.

– Кадмий (Cd): Канцероген 1-й группы по МАИР. Накапливается в почках, вызывая необратимую почечную недостаточность. Вытесняет кальций и цинк из ферментов, нарушает минерализацию костей (остеопороз), обладает иммунотоксическим действием.

– Ртуть (Hg), особенно метилртуть: Сильнейший нейротоксикант. Легко проходит через гематоэнцефалический барьер и плаценту, вызывая необратимые повреждения ЦНС плода и маленьких детей (нарушения моторики, когнитивных функций).

– Мышьяк (As): Канцероген, вызывающий рак кожи, легких, мочевого пузыря. Нарушает энергетический обмен, приводит к поражению кожи (гиперкератоз, гиперпигментация), периферическим нейропатиям.

Особую опасность представляет синергизм (усиление эффекта) при совместном поступлении нескольких ТМ, а также хроническое воздействие малых доз, которое долго протекает субклинически.

Оценка риска проводится по методологии, принятой Роспотребнадзором и ВОЗ, и включает несколько этапов:

1. Идентификация опасности: Установление перечня приоритетных ТМ и их токсикологических профилей (референтные дозы – RfD, канцерогенные потенциалы) [4].

2. Оценка экспозиции: расчёт суточного поступления (СП) каждого металла с основными пищевыми продуктами. Формула:

$$СП = C * V / M \quad (1)$$

где C – концентрация ТМ в продукте (мг/кг),  
V – суточное потребление продукта (кг/день),  
M – средняя масса тела (кг).

3. Характеристика риска:

– Для неканцерогенных эффектов рассчитывается Коэффициент опасности

$$HQ = СП / RfD \quad (2)$$

Если  $HQ > 1$ , риск неприемлем. Суммарный индекс опасности (HI) – сумма HQ по всем металлам.

– Для канцерогенных эффектов (Cd, As) оценивается Индивидуальный канцерогенный риск

$$ISR = СП * SF \quad (3)$$

Риск считается приемлемым в диапазоне  $10^{-6}$  –  $10^{-4}$ .

4. Управление риском: На основе полученных данных:

Модельный расчёт для промышленного региона: [5].

Допустим, исследования показали повышенное содержание кадмия в картофеле (0.1 мг/кг при нормативе 0.03 мг/кг) и свинца в листовых овощах (0.3 мг/кг при нормативе 0.1 мг/кг). При среднем потреблении картофеля 0.2 кг/день и овощей 0.15 кг/день массой тела 70 кг:

$$СП(Cd) = (0,1мг / кг * 0,2кг / день) / 70кг = 0,000286мг / кг / день \quad (4)$$

RfD для кадмия = 0,001 мг/кг/день

$$HQ(Cd) = 0,000286 / 0,001 = 0,286 \quad (5)$$

Аналогично рассчитывается HQ(Pb). Если суммарный HI превышает 1, риск для населения считается неприемлемым, особенно для групп риска (дети, беременные, пожилые).

Основные направления профилактики:

1. Мониторинг и контроль: Усиление лабораторного контроля за содержанием ТМ в сырье и готовой продукции местного производства, особенно на рынках. Контроль качества питьевой воды.

2. Агротехнические мероприятия:

- Известкование кислых почв для снижения подвижности ТМ.
- Перевод земель под технические культуры или лесоразведение.

– Использование сортов растений с низкой аккумулятивной способностью.

- Запрет на использование воды загрязненных водоемов для орошения.

3. Пищевая и товароведческая профилактика:

- Пропаганда тщательного мытья и очистки овощей и фруктов.

– Рекомендации по ограничению потребления субпродуктов и дичи из локальных угодий.

– Разнообразие пищевого рациона для «разбавления» потенциально опасных продуктов.

– Обеспечение населения продуктами из экологически чистых районов (особенно для детских и лечебных учреждений).

4. Медицинская профилактика: Информирование врачей и населения о рисках, включение в программы диспансеризации скрининга на содержание ТМ в биосредах (кровь, моча) для групп риска. Рациональное питание с достаточным содержанием кальция, железа, цинка и селена, антагонистов ТМ.

5. Санитарно-гигиенические и экологические меры: Поэтапное снижение промышленных выбросов, рекультивация земель, внедрение наилучших доступных технологий (НДТ).

Таким образом можно сделать вывод, что потребление продуктов питания, загрязненных солям и тяжелых металлов, в промышленном регионе представляет собой серьёзную и долгосрочную угрозу для здоровья населения. Риски носят как неканцерогенный (нейротоксичность, нефротоксичность), так и канцерогенный характер. Оценка риска на основе мониторинга пищевых продуктов является необходимым инструментом для принятия управленческих решений.

Снижение данных рисков требует комплексного межведомственного подхода, сочетающего жёсткий экологический контроль на предприятиях, агротехнические мероприятия на загрязненных землях, постоянный мониторинг качества пищевого сырья и целенаправленную просветительскую работу с населением. Приоритетом должна стать защита наиболее уязвимых групп – детей и беременных женщин, для которых последствия воздействия тяжелых металлов могут быть необратимыми.

#### Список литературы

1. Neft shlamlarini saqlash joylarida tuproq-don tizimidagi ekologik monitoringning qisqacha natijalari / A. I. Baytelova, T. I. Burtseva, N. N. Rahimova, E. V. Salnikova // Central Asian Food engineering and technology, 2025. - Vol. 3, №4. - С. 189-196. . - 8 с.

2. Рахимова, Н. Н. Влияние радионуклидов в малых дозах на организм человека / Н. Н. Рахимова, А. Е. Пикалов // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф., Оренбург, 26 нояб. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т ; под ред. В. П. Петрищева, А. Л. Воробьева. - Оренбург : ОГУ, 2025. - . - С. 230-234. . - 5 с.

3. Рахимова, Н. Н. Оценка риска здоровью населения : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Н. Н. Рахимова, Т. И. Бурцева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2025. - 122 с

4. Рахимова, Н. Н. Вертикальная миграция SR-90 в зависимости от агрохимических свойств почв / Н. Н. Рахимова // Микроэлементы в медицине, 2024. - Т. 25, Вып. 3. - С. 90-92. . - 3 с

5. Recultivation of soils contaminated with radionuclides by phytomelioration / N. Rahimova, A. Baitelova, V. Solopova, L. Bykova, E. Savchenko // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference "Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering" (ERSME-2023), 31 March 2023, 2023. - Vol. 376. - С. 1-5. . - 5 с.

# РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗОН НЕФТЕГАЗОАКОПЛЕНИЯ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ С ПРЕДУРАЛЬСКИМ ПРОГИБОМ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНОЙ

Фатюнина М.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Зона сочленения Волго-Уральской антеклизы, Предуральского краевого прогиба и Прикаспийской впадины относится к числу сложных регионов Восточно-Европейской платформы в отношении нефтегазоносности (рисунок 1).

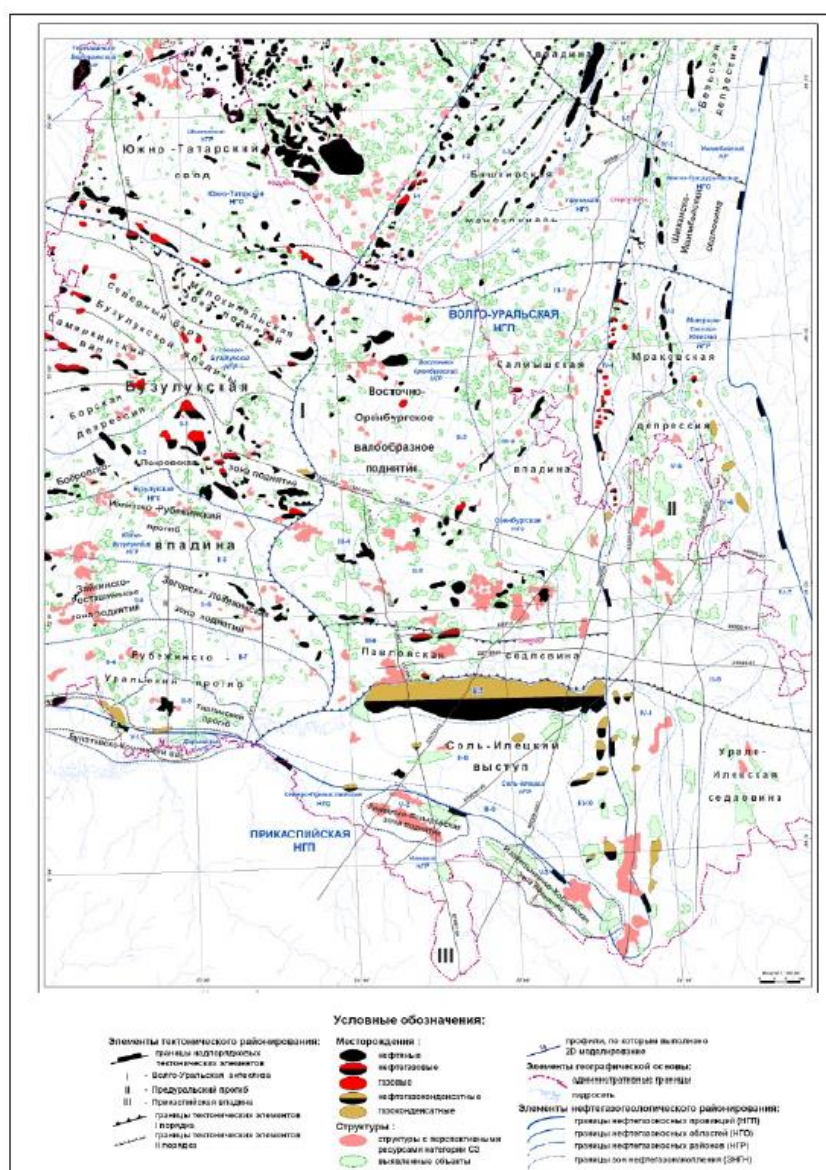


Рисунок 1 - Карта нефтегазогеологического районирования зоны сочленения Волго-Уральской антеклизы, Предуральского прогиба и Прикаспийской впадины (по данным ФГУП «НВНИИГ»)



поднятий южного борта Мухано-Ероховского прогиба [2]. Для них характерна многоярусная нефтегазоносность палеозойского разреза, при доминировании верхнедевонско-турнейского и визейско-башкирского комплексов, что связано с наличием надёжных региональных покровов.

Южнее, в пределах менее изученных участков Иргизско-Рубежинского прогиба, а также в Рубежинско-Уральском и Ташлинском прогибах, зоны нефтегазонакопления в ряде случаев прогнозируются, при наличии выявленных структур и отдельных месторождений. Эти территории рассматриваются как перспективные для дальнейших поисковых работ.

В центральной части южного погружения Бузулукской впадины (Зайкинско-Росташинская и Загорско-Лебяжинская зоны) преобладает эмско-нижнефранский нефтегазоносный комплекс, с локальным развитием газоконденсатных скоплений в более погружённых участках.

Восточно-Оренбургское валообразное поднятие характеризуется концентрацией месторождений нефти, преимущественно связанных с эмско-нижнефранским и среднефранско-турнейским комплексами. Принципиальные различия между северной и южными зонами обусловлены развитием колганской толщи в южной части, что отражается в перераспределении запасов между нефтегазоносными комплексами.

Салмышская впадина отличается менее благоприятными условиями формирования залежей, что связано с ухудшением коллекторских свойств и сглаженностью структурного плана. Здесь установлена одна зона нефтенакпления с мелкими по запасам месторождениями.

Башкирская моноклираль представлена системой узких линейных зон нефтегазонакопления, приуроченных к девонским грабенообразным прогибам. Для всех зон характерна доказанная продуктивность ограниченного набора нефтегазоносных комплексов, при доминирующей роли эмско-нижнефранского.

С Павловской седловиной и Соль-Илецким выступом связаны самостоятельные зоны нефтегазонакопления, включая гигантское Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение. Здесь основная роль принадлежит среднекаменноугольно-нижнепермскому комплексу, а перспективы южных склонов Соль-Илецкого свода оцениваются как высокие за счёт значительных прогнозных ресурсов.

В пределах оренбургского сектора Прикаспийской впадины основные перспективы связываются с выступами фундамента, возможным развитием коллекторов нижнедевонского возраста, а также с колганской толщей и локальными рифогенными постройками. В то же время перспективы визейско-башкирского и среднекаменноугольно-нижнепермского комплексов в пределах глубинных частей впадины существенно ограничены из-за низких коллекторских свойств и больших глубин залегания.

Выделяются потенциальные зоны нефтегазонакопления (Каинсайская, Изобильненско-Хобдинская), для которых характерна высокая

неопределённость оценок ресурсов и необходимость дополнительных геолого-геофизических исследований.

В Предуральском прогибе зоны нефтегазонакопления имеют субмеридиональное простирание и связаны либо с рифовыми постройками нижней перми, либо со складчато-блоковыми структурами внутренней зоны прогиба. В пределах западного борта развиты ассельско-артинские рифы с закономерным изменением фазового состава углеводородов с глубиной [3].

Кинзебулатовская, Центрально- и Восточно-Мраковская зоны характеризуются нефтяными и нефтегазоконденсатными месторождениями, приуроченными к складкам различного типа. Отдельно выделяется Западно-Илекская зона, где установлены мелкие газоконденсатные и нефтегазоконденсатные залежи [4].

В целом Предуральский прогиб сохраняет значительный потенциал прогнозных и перспективных ресурсов, особенно в пределах менее изученных южных участков.

В заключении можно сказать, что рассматриваемая зона сочленения характеризуется высокой геологической сложностью и неоднородностью перспектив нефтегазоносности. Наиболее благоприятные условия формирования и сохранности залежей связаны с Волго-Уральской антеклизой и западным бортом Предуральского прогиба. Прикаспийская впадина остаётся зоной повышенного геологического риска, однако не исключает возможности открытия локальных месторождений при целенаправленных поисках.

#### Список литературы

1. Брод И.О., Еременко Н.А. Зоны нефтегазонакопления и их значение в прогнозе нефтегазоносности. — М.: Гостоптехиздат, 1957. — 284 с.
2. Удодов В.П., Кочнев В.А. Перспективы нефтегазоносности южного погружения Бузулукской впадины // Геология нефти и газа. — 2008. — № 6. — С. 18–27.
3. Шустер В.Л., Лисицын Н.В. Роль рифогенных построек в формировании залежей углеводородов Предуральского прогиба // Литология и полезные ископаемые. — 2009. — № 3. — С. 243–256.
4. Кириллов В.А., Журавлёв А.В. Нефтегазоносность Предуральского прогиба и перспективы её дальнейшего изучения // Геология и геофизика. — 2006. — Т. 47, № 8. — С. 923–934.
5. Поляков А.А., Кузнецов В.Г., Фомин А.Н. Закономерности размещения зон нефтегазонакопления Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2010. — Т. 5, № 2.

## **АДАПТАЦИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Хромова Ю.А., Огнева А.А., Горшенина Е.Л., канд. тех. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»**

Оренбургская область является важным регионом для поддержания благоприятной экологической обстановки. Однако из-за аномально высокой температуры, которая повышается с каждым годом, происходит обмеление и высыхание Урала (за 20 лет уровень реки понизился на 1-2 метра). Деградация реки ведет к загрязнению водоемов, ухудшению условий жизни населения и другим негативным последствиям. Для смягчения последствий климатических изменений необходима адаптация. Адаптация – это приспособление к изменениям среды, которое включает реакции живых организмов и специально разработанные инженерные и социальные решения [1].

В Оренбургской области адаптация экосистем происходит по пути сдвига фенофаз (циклов) и замены видов. Другими словами, температурных изменений происходит смещение цикла цветения растений, десинхронизация с насекомыми-опылителями, что ведет к снижению эффективности опыления и неурожаю. Факторами изменений являются резко континентальный климат (холодные малоснежные зимы и жаркое засушливое лето [2]), выраженный эффект «теплового острова» (когда средняя разница температур между самым жарким районом города и окружающим его загородным пространством составляет 2-5 °С [3, 4]) и постоянное повышение температуры.

Кроме сложного климата, в области есть и другая проблема – малое количество осадков (от 250 до 450 мм в год) при большом проценте испаряемости (60-80 %). В таких условиях происходит уменьшение снежного покрова за счёт сублимации – под воздействием высоких температур снег переходит сразу в водяной пар (испаряется), минуя жидкую фазу [5, 6]. Из-за этого в теплой весной может идти дождь, который ускоряет таяние оставшегося снежного покрова.

Во время таяния и дождей образуются паводки, при которых водные массы несутся вниз по течению и почти не задерживаются в Оренбургской области.

Наглядным примером этих процессов стал паводок, произошедший в 2024 году в Орске. Снежный покров в районе реки Урал и Уральских гор значительно превышал норму. Ранняя весна и высокие температуры спровоцировали быстрое таяние снега. Вода двигалась по промерзшей почве, не успевала впитываться, из-за чего скорость потока возрастала. Впоследствии напор воды разрушил дамбу. В итоге вода попала в город, быстро затопила дома, достигая уровня второго этажа.

Последствия были тяжелыми: на улицах остались ил, мусор, горюче-смазочные материалы.

Такие изменения влияют на водных обитателей, численность которых сокращается, и на почву, что ведет к ее обезвоживанию или, наоборот, к эрозии разных видов:

- 1) капельной – разрушение почвы каплями дождя;
- 2) поверхностной – смыв верхнего слоя потоком воды;
- 3) линейной – образование промоин (каналов), которые могут расширяться.

С наступлением лета почва не получает нужного количества влаги, а высокая температура только усугубляет ситуацию. В результате возникают трещины на поверхности земли, которые ускоряют ветровую эрозию (выветривание плодородного слоя) почвы. В Оренбургской области данная угроза особенно актуальна, так как область находится в степной зоне, где практически нет естественных преград для ветра.

Если не решать эту проблему, то во время засухи и обмеления реки все промышленные стоки и агрохимикаты могут концентрироваться, отравлять население, растения вблизи и животных. Уровень грунтовых вод при этом понижается, тем самым вызывая засаливание скважин и колодцев. При сильных ливнях и последующем паводке будут смыты посевы и плодородный слой, который остался после засухи, будут затоплены постройки, погибнут рыбы и другие обитатели реки.

После паводка идет фаза засухи, которая обнажит все загрязнения, принесенные мощным водяным потоком, они будут концентрироваться, а затем снова пройдут обильные осадки.

Этот цикл будет повторяться, а интервалы между фазами будут сокращаться.

Таким образом, если река исчезнет, то в первую очередь пострадает сельское хозяйство региона:

- 1) не получится орошать почву, что может повлечь угрозу продовольственной безопасности;
- 2) появится дефицит воды, нужной для хозяйственных и бытовых нужд.

Чтобы свести последствия к минимуму или уменьшить негативное влияние на население и хозяйственную деятельность, необходимо адаптировать систему водопользования к современным условиям. Для этого обычно совмещают инженерные и экологические решения, чтобы свести потери к минимуму.

Например, сельское хозяйство может перейти на водосберегающие технологии, например, капельное орошение; в промышленности можно реализовать замкнутые циклы водоснабжения, а также заменить старые водоводы на новые, чтобы можно было использовать воду повторно.

Для предотвращения пересыхания водоема можно искусственно восстановить водный баланс, а именно расчистить русло Урала, тем самым сохранить популяции обитателей реки. Очистка включает в себя удаление

затонувших деревьев, мусора, избыточного ила (заиливание – одна из главных причин деградации Урала) и восстановление прибрежной растительности для укрепления берегов и сохранения водных экосистем [7].

В качестве экологических методов адаптации можно использовать зеленую инфраструктуру. Она поддержит экосистемы и будет служить защитой от высокой температуры и барьером, который не позволит большому количеству воды испаряться. Например, «Тропа здоровья» в Оренбурге, которая предназначена не только для людей, но и для накопления снега, увеличения количества влаги, которая попадает в почву и питает водоем.

Кроме поддерживающих методов необходима система мониторинга, желательно спутниковая, чтобы отслеживать как можно больше зон, в которых могут возникнуть проблемы, связанные с пересыханием. Эта система позволит предсказывать появление засушливых периодов в области, а также оценивать уровень воды в реке.

Также для повышения безопасности населения необходимо продумывать расположение населенных пунктов на берегах Урала. Рекомендуются застройка дальше поймы – части речной долины, которая регулярно затопливается во время половодья и паводков и которая замедляет скорость потока. Если здание будет построено на пойме, то поток воды будет ускоряться еще больше, к тому же могут образовываться водовороты из-за барьерного эффекта.

Однако не всегда удается реализовать адаптационные меры. Этому могут помешать разные факторы. К таким можно отнести отсутствие финансирования или желание использовать землю для сельского хозяйства, а не для восстановления водоема [8].

Повышение среднегодовой температуры оказывает значительное влияние на водоемы и нарушает баланс круговорота воды в природе. Изменение даже на один градус может повлечь серьезные последствия. Эффективная адаптация к новым климатическим условиям начинается с признания проблемы и перехода от наблюдения к действиям: очистке реки, внедрению новых технологий, экономящих воду, в различные сферы жизни и деятельности человека. Она является не разовой мерой, а непрерывным процессом управления рисками в условиях неопределённости. Восстановлению экосистемы региона поможет осознанный и комплексный подход.

#### Список литературы

1. Что такое адаптация и климатическая устойчивость? [Электронный ресурс] // United Nations Climate Change [сайт]. – URL: <https://unfccc.int/ru/temy/adaptaciya-i-soprotivlyaemost-k-izmeneniyu-klimata/the-big-picture/chto-oznachayut-adaptaciya-i-klimaticheskaya-ustoychivost> (Дата обращения: 27.12.2025).
2. Панин, В.А. Особенности биоресурсного потенциала коз в Оренбургской области / В. А. Панин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3. – С. 300-304. – ISSN 2073-0853.

3. Теоретические основы и практические алгоритмы разработки мастер-планов городских поселений в Российской Федерации: монография / В. А. Андреев, Е. Б. Олейник, Т. В. Варкулевич [и др.]. – Владивосток: ВВГУ, 2025. – ISBN 978-5-9736-0765-4.

4. Сысоева, Е.В. Исследование вопроса возможности проектирования «зеленых крыш» в России на примере Рязанской области / Е. В. Сысоева, И. В. Морозов // Строительство: наука и образование. – 2021. – № 1. – С. 24-54. – ISSN 2305-5502.

5. Федосин К. Д. и др. Расчет испарения воды с Красиловского озера за период инструментального мониторинга / К. Д. Федосин. – 2021.

6. Моргунов, К. П. Гидрофизика / К. П. Моргунов. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 144 с. – ISBN 978-5-8114-3277-6.

7. Водные ресурсы и основы водного хозяйства / В. П. Корпачев, И. В. Бабкина, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс. – 3-е изд., испр., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-1331-7.

8. Липка О. Н. и др. Изменение климата и сохранение биоразнообразия. Глоссарий терминов. – 2023.

# ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Чирков Ю. А., д-р техн. наук, доцент, Корнилов В.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Долговечность металлоконструкций, эксплуатируемых в условиях совместного действия механических нагрузок и агрессивных сред, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью применяемых материалов. При недостаточной стойкости коррозия приводит к снижению несущей способности, развитию трещин и преждевременному отказу объектов энергетики, строительства, транспорта и нефтегазовой отрасли. Традиционные меры защиты, основанные только на выборе более «прочих» марок стали или применении покрытий, зачастую оказываются недостаточными при длительных сроках службы и сложных условиях эксплуатации на опасных производственных объектах.

Современный подход предполагает целенаправленное управление структурой и составом металлических материалов за счёт легирования и оптимизации термической обработки. Легирование изменяет электрохимические свойства поверхности, формирование пассивных плёнок, устойчивость к локализованной коррозии и коррозионному растрескиванию под напряжением, а также влияют на микроструктуру, от которой зависит распределение коррозионно активных участков.

На основе анализа литературных данных и практического опыта установлено влияние основных легирующих элементов на коррозионную стойкость сталей и сплавов и выделить наиболее эффективные легирующие системы для материалов, работающих в условиях длительных нагрузок и агрессивных сред [1-6].

**Хром** является базовым элементом, обеспечивающим склонность сталей к пассивации и высокую общую коррозионную стойкость. При содержании хрома выше примерно от 10,5 % до 12 % на поверхности формируется непрерывная плёнка оксидов хрома, обладающая высокой термодинамической стабильностью и малой скоростью растворения в широком диапазоне pH. Такая плёнка переводит процесс разрушения из активного в пассивный режим, резко снижая скорость равномерной коррозии как в атмосферных, так и в водных средах [1].

Однако повышение содержания Cr без учёта режимов термообработки может приводить к выделению карбидов по границам зёрен или образованию  $\sigma$ -фазы, что вызывает потери пластичности и локальное снижение коррозионной стойкости, особенно к межкристаллитной коррозии. Поэтому при легировании хромом важно обеспечивать однородное распределение и контролировать структуру с помощью соответствующей термообработки.

Влияние содержания хрома на коррозионную стойкость представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние содержания хрома на коррозионную стойкость сталей в различных средах

Материал	Содержание Cr, %	Тип среды	Характер коррозии	Относительная скорость коррозии*
Углеродистая сталь	0	Атмосфера (умеренный климат)	Преимущественно равномерная	Высокая
Углеродистая сталь	0	Морская вода, растворы с Cl <sup>-</sup>	Пятнистая, питтинговая, под плёнками	Очень высокая
Ферритная сталь с Cr	10–12	Атмосфера, промышленные выбросы	Равномерная с локальными участками	Средняя
Ферритная/ мартенситная сталь с Cr	10–12	Водные растворы слабых кислот	Равномерная, возможна межкристаллитная	Средняя– высокая
Коррозионно-стойкая сталь	17–18	Атмосфера, морская вода	Слабо выраженная, локализованная при Cl <sup>-</sup>	Низкая
Коррозионно-стойкая сталь	17–18	Разбавленные окислительные кислоты	Равномерная, при перегреве – межкристаллитная	Низкая–средняя

\*Относительная скорость коррозии дана качественно (низкая / средняя / высокая) по сравнению с углеродистой сталью без хрома

**Никель** стабилизирует аустенитную структуру, повышает пластичность и вязкость сталей и способствует формированию более однородной пассивной плёнки в нейтральных и слабоокислительных средах. В сочетании с хромом никель расширяет область пассивного состояния и повышает стойкость к коррозионному растрескиванию под напряжением. При этом влияние Ni на сопротивление питтинговой коррозии выражено слабее, чем влияние Mo, поэтому в хлоридных средах роль никеля носит скорее поддерживающий характер по отношению к Cr и Mo.

**Молибден** считается одним из наиболее эффективных элементов для повышения устойчивости к локализованной коррозии в присутствии хлоридов. Небольшие добавки Mo (обычно 2–3% в аустенитных нержавеющей сталях) повышают критический потенциал питтинга и уменьшают ширину потенциалов, при которых развивается щелевая коррозия. Предполагается, что Mo стабилизирует пассивную плёнку и способствует её быстрому восстановлению (репассивации) после локального пробоя, тормозя рост питтингов. При избытке Mo и неблагоприятных режимах термообработки возможно образование интерметаллидных фаз, которые ухудшают вязкость и могут стать зонами, склонными к локализованной коррозии. Это требует

балансировки содержания молибдена и оптимизации режимов охлаждения.

**Азот** – сильный аустенитобразующий элемент, повышающий предел прочности и при этом способный улучшать устойчивость к локализованной коррозии при совместном присутствии Cr и Mo. В высоколегированных сталях N увеличивает параметр PREN, который используют для оценочной характеристики стойкости к питтингу в хлоридных средах. Однако избыток азота и его неравномерное распределение могут приводить к образованию нитридных фаз и снижению коррозионной стойкости по границам зёрен.

**Медь** широко используется для повышения устойчивости в средах, содержащих сернистые и некоторые органические кислоты, где она снижает скорость общей коррозии и склонность к коррозионному растрескиванию. Кремний и алюминий способствуют образованию плотных оксидных плёнок, повышающих стойкость к высокотемпературному окислению и газовой коррозии, хотя чрезмерное их содержание может осложнять сварку и обработку давлением.

В таблице 2 представлены функциональные роли основных легирующих элементов.

Легирующие элементы определяют не только электрохимическое поведение поверхности, но и микроструктурное состояние металла: размер и форму зёрен, распределение карбидных и интерметаллидных фаз, уровень остаточных напряжений. Эти факторы задают картину локальных гальванических пар и концентраторов напряжений, влияя на устойчивость к межкристаллитной коррозии и коррозионному растрескиванию под напряжением.

Так, при недостаточной стабилизации карбидов хрома в нержавеющей сталях возможно их выделение вдоль границ зёрен, что обедняет приграничные области Cr и делает их анодными по отношению к матрице. В результате под действием агрессивной среды развивается межкристаллитная коррозия, которая особенно опасна при наличии растягивающих напряжений. В Cr–Mo легированных сталях при определённых комбинациях состава и термообработки возможно образование  $\sigma$ -фазы, ухудшающей вязкость и коррозионную стойкость (рисунок 1).

Для низколегированных сталей, применяемых в строительных и трубопроводных конструкциях, Cr–Mo легирование в сочетании с контролируемым охлаждением позволяет сформировать более однородную феррито-перлитную или бейнитную структуру, обладающую повышенной стойкостью к общему коррозионному разрушению и коррозионной усталости. Вместе с тем наличие зон повышенной дисперсности карбидов или участков с повышенным содержанием углерода может служить зародышами локальной коррозии в агрессивных средах.

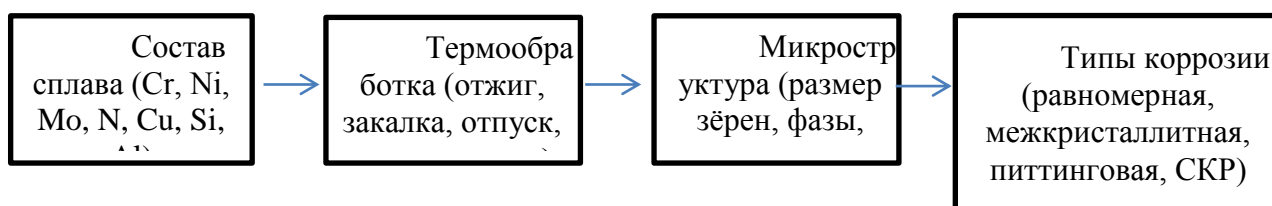


Рисунок 1 – Схема влияния состава и термообработки на микроструктуру и коррозионное поведение металлических материалов.

Таблица 2 – Функциональные роли основных легирующих элементов

Элемент	Основное действие (коррозия)	Типичные содержания в конструкционных/нерж. сталях	Возможные риски
Cr	Формирование пассивной плёнки, снижение коррозии, повышение стойкости к межкристаллитной коррозии при правильной термообработке	~10,5–13% в коррозионностойких, 17–20% в высоколегированных нержавеющих сталях	Образование карбидов Cr по границам зёрен, $\sigma$ -фазы, снижение пластичности и стойкости к межкристаллитной коррозии при перегреве/неправильном отпуске
Ni	Стабилизация аустенита, повышение пластичности и вязкости, расширение области пассивации, улучшение стойкости к коррозионному растрескиванию под напряжением	Обычно 8–12% в аустенитных нержавеющих сталях, выше в Ni-базовых сплавах	Удорожание сплава, риск образования хрупких фаз при очень высоком содержании и неблагоприятной термообработке
Mo	Повышение устойчивости к питтинговой и щелевой коррозии в хлоридсодержащих средах, рост критического потенциала питтинга	Около 2–3% в аустенитных нержавеющих сталях, до 3–4% в высоколегированных марках	Образование интерметаллидных и $\sigma$ -фаз, снижение вязкости и локальное ухудшение коррозионной стойкости при избытке и неправильном охлаждении
N	Рост прочности, повышение стойкости к локализованной коррозии (рост PREN) при совместном присутствии Cr и Mo	Доли процента: обычно 0,10–0,25% в высоколегированных аустенитных/дулексных сталях	Образование нитридов, сегрегация по границам зёрен, снижение коррозионной стойкости приграничных областей при переобогащении
Cu	Повышение стойкости в сернистых и некоторых органических кислотах, снижение скорости общей коррозии и склонности к	Обычно 0,5–3% в коррозионностойких и жаростойких сплавах, в т.ч. Ni-базовых	Возможное снижение пластичности, склонность к горячеломкости при повышенных содержаниях,

	коррозионному растрескиванию		усложнение термообработки
Si	Формирование плотной оксидной плёнки, повышение стойкости к высокотемпературному окислению и газовой коррозии	Обычно 0,3–1,5% как раскислитель; до ~2% в жаростойких сталях	Хрупкость при повышенных содержаниях, ухудшение свариваемости и обрабатываемости давлением
Al	Образование защитных оксидных плёнок Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , повышение жаро- и газостойкости	0,01–0,05% в нержавеющей сталях, до нескольких процентов в жаропрочных и жаростойких сплавах	Риск образования крупных неметаллических включений, ухудшение пластичности и свариваемости при избытке

Рекомендуемые легирующие системы для различных типов агрессивных сред представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Рекомендуемые легирующие системы для различных типов агрессивных сред.

Тип среды	Рекомендуемая система	Ориентировочный состав ключевых элементов	Основные преимущества	Основные риски
Нейтральная вода с Cl <sup>-</sup> (умеренные Cl <sup>-</sup> )	Cr–Ni–Mo–N (аустенит)	Cr 17–18%, Ni 8–12%, Mo 2–3%, N 0,10–0,20%	Высокая общая стойкость, повышенный PREN, хорошая репассивация, высокая пластичность	Образование σ-фазы при перегреве, межкристаллитная коррозия при сенсбилизации
Сильноокислительные кислоты (HNO <sub>3</sub> и др.)	Cr–Ni или высоко-Cr ферритная сталь	Cr 20–25%, Ni 0–8%	Высокая стойкость к общей коррозии в окислительных средах, стабильная пассивность	Склонность к хрупким интерметаллидам (σ-фаза), снижение вязкости при перегреве
Восстановительные кислоты, высокая Cl <sup>-</sup>	Ni–Cr–Mo–Cu (Ni-база)	Ni 50–60%, Cr 18–22%, Mo 6–9%, Cu 1–2%	Очень высокая стойкость к локализованной коррозии и СКР, хорошая работоспособность в горячих Cl <sup>-</sup> и кислотах	Высокая стоимость, возможное снижение пластичности при образовании интерметаллидов
Высокотемпературные газовые среды	Cr–Mo или Cr–Ni–Si–Al	Cr 12–25%, Mo 1–2%, возможные	Повышенная стойкость к окалинообразован	Образование σ-фазы и карбидов,

		добавки Si 1–2%, Al 2–4%	ию и газовой коррозии, стабильные оксидные плёнки	ухудшение свариваемости и хладостойкости
--	--	-----------------------------	--	--

С учётом приведённых данных можно выделить несколько типичных ситуаций, требующих различного подхода к легированию металла конструкции:

- работающие в нейтральных и слабоокислительных водных средах с умеренным содержанием хлоридов (например, элементы трубопроводов и резервуаров), оптимальны Cr–Ni–Mo системы с содержанием Cr от 17 % до 18 %, Mo порядка от 2 % до 3 % и при необходимости с добавкой N для повышения стойкости к питтингу. Такая комбинация обеспечивает устойчивую пассивность и высокую способность к репассивации после локального повреждения плёнки.

- в сильно окислительных средах (азотная кислота, среды с высоким окислительным потенциалом) решающее значение имеет высокий уровень Cr при ограничении содержания элементов, способных образовывать хрупкие фазы, тогда как роль Mo может быть менее критичной. Здесь нередко применяют высокохромистые ферритные и аустенитные стали с минимизацией карбидообразования на границах зёрен.

- в восстановительных кислотах, горячих растворах и средах с высокой концентрацией хлоридов эффективны Ni базовые сплавы и высоколегированные Cr–Ni–Mo–Cu системы, демонстрирующие повышенную устойчивость к локализованной коррозии и коррозионному растрескиванию. Выбор конкретного состава определяется сочетанием требований по прочности, пластичности и технологичности.

Установлено, легирующие элементы оказывают многоуровневое влияние на коррозионную стойкость металлических материалов: через состав и защитную способность пассивных плёнок, через формирование микроструктуры и распределение фаз, а также через изменение механических свойств и склонности к коррозионному растрескиванию под напряжением. Наиболее существенную роль в формировании пассивного состояния и устойчивости к общей коррозии играют хром и никель, тогда как молибден и азот в первую очередь отвечают за повышение сопротивления локализованной коррозии в хлоридсодержащих средах, а медь, кремний и алюминий позволяют адаптировать материалы к специфическим условиям, таким как восстановительные кислые среды и высокотемпературная газовая коррозия.

Эффективное повышение ресурса конструкций, работающих в агрессивных средах и под длительными нагрузками, требует комплексного подхода к выбору химического состава, режимов термообработки и эксплуатационных параметров, при котором легирующие элементы используются не изолированно, а в виде сбалансированных систем Cr–Ni–Mo–N, Cr–Mo, Ni–Cr–Mo–Cu и др., обеспечивающих устойчивую пассивацию без образования микроструктурных зон, склонных к межкристаллитной коррозии и коррозионному растрескиванию. Легирующие элементы создают основу для

целенаправленной разработки и оптимизации коррозионностойких сталей и сплавов, применяемых в энергетике, нефтегазовой отрасли, строительстве и других областях, где надёжность и долговечность металлических конструкций критически важны.

#### Список литературы

1. Ульянин Е.А. Коррозионностойкие стали и сплавы: справочник. – М.: Металлургия, 1991. – 255 с.
2. Коррозия и защита металлов / под ред. В.П. Букетова. – Караганда: КарГТУ, 2003. – 220 с.
3. Коррозия и защита металлов: учебное пособие для вузов / под научной редакцией А. Б. Даринцевой. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 89 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05862-8.
4. Influence of nickel on the properties of stainless steel. – Jiuli Group.
5. Федоров А.С., Карасев В.С., Алексеева Е.Л., Альхименко А.А., Шапошников Н.О. Проблемы подбора коррозионностойких сталей и сплавов в нефтегазовой отрасли под условия эксплуатации. Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. 2024;67(3):340-350.
6. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали: учебник для вузов. Москва: МИСИС; 1999:408.

# ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ: ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Юсупова А.А., Горшенина Е.Л., канд. техн. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

**Аннотация:** В условиях стремительного развития технологий и урбанизации, вопросы техногенных рисков становятся особенно актуальными. Инфраструктура современных городов, включая транспортные системы, энергетические сети и здания, подвержена различным угрозам, которые могут привести к серьезным последствиям для жизни и здоровья населения. В данной статье рассматриваются основные техногенные риски, связанные с инфраструктурой, их причины и последствия, а также возможные меры по снижению этих рисков. [1]

Техногенные риски представляют собой угрозы, возникающие в результате человеческой деятельности и эксплуатации технологий. Они могут проявляться в различных формах, от аварий на производственных объектах до катастрофических событий, связанных с транспортной или энергетической инфраструктурой. С учетом роста населения и увеличения плотности застройки в городах, понимание этих рисков становится критически важным для обеспечения безопасности жизнедеятельности. [2]

Основные техногенные риски

1 Аварии на транспортной инфраструктуре Транспортные системы, включая дороги, мосты и железные дороги, являются важнейшей частью городской инфраструктуры. Их износ и недостаточное техническое обслуживание могут привести к серьезным авариям. Например, обрушение мостов или аварии поездов могут вызвать не только материальный ущерб, но и человеческие жертвы. По данным исследований, большинство таких происшествий связано с несоблюдением норм безопасности и недостаточным контролем за состоянием объектов. [3]

2 Риски в энергетическом секторе Энергетическая инфраструктура включает в себя электростанции, линии электропередач и распределительные сети. Аварии в этом секторе могут быть вызваны как естественными факторами (например, стихийными бедствиями), так и человеческими ошибками. Крупные отключения электроэнергии могут парализовать работу городов и вызвать хаос. Кроме того, утечки газа и взрывы на газопроводах представляют собой серьезную угрозу для безопасности населения. [3]

3 Промышленные аварии Промышленные предприятия, особенно те, которые работают с опасными веществами, представляют собой значительные техногенные риски. Аварии на таких объектах могут привести к выбросам токсичных веществ в атмосферу или водоемы, что негативно сказывается на

здоровье людей и экологии. Примеры таких происшествий включают взрывы на химических заводах и утечки нефти. [3]

4 Пожары в зданиях и на объектах инфраструктуры также представляют собой значительный риск. Они могут возникать по различным причинам: от неисправностей электрооборудования до человеческой неосторожности. Пожары способны быстро распространяться и вызывать массовые эвакуации, нанося ущерб как людям, так и имуществу. [3]

Последствия техногенных рисков могут быть разнообразными и далеко идущими.

Они включают в себя:

- человеческие жертвы: Потери среди населения из-за аварий и катастроф;
- экономические потери, ущерб от разрушения инфраструктуры и остановки производства;
- экологические последствия, загрязнение окружающей среды и его влияние на здоровье людей;
- социальные последствия, увеличение страха и недовольства среди населения, а также возможные массовые протесты.

Меры по снижению техногенных рисков. Существует несколько стратегий и подходов к снижению техногенных рисков: [4]

1 Регулярный мониторинг и оценка состояния инфраструктуры: Проведение регулярных проверок и технического обслуживания объектов.

2 Обучение персонала: Повышение квалификации работников отрасли для предотвращения ошибок.

3 Разработка стандартов безопасности: Создание строгих норм и правил для проектирования и эксплуатации объектов.

4 Инвестиции в новые технологии: Использование современных технологий для повышения надежности инфраструктуры (например, умные сети).

5 Планирование эвакуации: Разработка четких планов действий на случай аварийных ситуаций.

В заключении следует отметить, что техногенные риски, связанные с инфраструктурой, требуют внимания со стороны государственных органов, бизнеса и общества в целом. Только комплексный подход к решению этих проблем позволит минимизировать угрозы и обеспечить безопасность граждан. В условиях растущей урбанизации важно помнить о необходимости защиты жизни и здоровья людей через надежное управление инфраструктурой. [1,5]

#### Список литературы

1 Баранов, В. Н. (2020). Техногенные катастрофы: причины и последствия. Москва: Издательство "Наука".

2 Иванова, Е. А., Петров, С. И. (2021). Безопасность городской инфраструктуры: вызовы и решения. Санкт-Петербург: Издательство "Политехника".

3 Смирнов, А. В., Кузнецов, И. П. (2019). Экологические аспекты техногенных рисков. Экология и безопасность жизнедеятельности, 3(2), 45-58.

4 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). (2022). Анализ состояния безопасности объектов инфраструктуры в России.

5 Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 01.05.2019) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".