



ГЕОЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ: ОТ НАУКИ К ПРАКТИКЕ

Сборник материалов
IV Всероссийской научной конференции
молодых ученых,
Белгород, 10 октября 2024 г.

Белгород 2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»
Институт наук о Земле

Министерство природных ресурсов Белгородской области

**ГЕОЭКОЛОГИЯ
И РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ:
ОТ НАУКИ К ПРАКТИКЕ**

Сборник материалов
IV Всероссийской научной конференции молодых ученых,
Белгород, 10 октября 2024 г.



Белгород 2024

УДК 504.062+502.3(470+1-854)

ББК 26.8+20.1

Г 36

Рецензенты:

С.С. Серый, кандидат технических наук, генеральный директор ОАО «Виогем»;

Л.Г. Смирнова, доктор биологических наук, профессор,
ученый секретарь ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»

Организационный комитет:

И.М. Игнатенко (председатель), П.В. Голеусов (заместитель председателя),

В.В. Хаустов (заместитель председателя), А.Г. Нарожняя (секретарь)

Г 36 Геоэкология и рациональное недропользование: от науки к практике :
сборник материалов IV Всероссийской научной конференции молодых
ученых, Белгород, 10 октября 2024 г. / под ред. А.Г. Нарожней. – Белгород :
ЦПП ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2024. – 186 с. – URL:
<https://openbelgeo.bsuedu.ru/Conferences/ScienceConferences> – Текст
(визуальный) : электронный.

ISBN 978-5-9571-3730-6

В сборнике материалов научной конференции рассматриваются актуальные проблемы, связанные с использованием природных ресурсов и экологической ситуацией в России. Анализируются перспективы устойчивого развития регионов, обсуждаются возможности совершенствования способов управления природопользованием, новые подходы и технологии рационального природопользования и ресурсосбережения. Особое внимание уделяется рассмотрению региональных геоэкологических проблем и ситуаций, теоретическим и практическим вопросам экологической диагностики территорий, использования геоинформационных систем, инженерно-экологическим проблемам недропользования.

Сборник рассчитан на широкий круг научных работников, специалистов-экологов, преподавателей высшего и среднего образования, аспирантов и всех интересующихся экологической проблематикой.

Минимальные системные требования

Yandex (20.12.1) или Google Chrome (87.0.4280.141) и т. п.
скорость подключения – не менее 5 Мб/с, Adobe Reader и т. п.

УДК 504.062+502.3(470+1-854)

ББК 26.8+20.1

ISBN 978-5-9571-3730-6

© НИУ «БелГУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Геоэкологические аспекты оценки антропогенного воздействия на окружающую среду

Бондаренко Л.И.

Распространение карстовых процессов на территории
Белгородской области, оценка их влияния на окружающую среду..... 7

Бондаренко Л.И.

Экзогенные процессы формирования геоэкологической ситуации
в Белгородской области 12

Латкин В.А.

Геоэкологическое картографирование территории Михайловского
района Алтайского края..... 16

Литвиненко Н.А., Бочарова А.А.

Влияние природно-антропогенных факторов на заиление прудов
бассейна Северского Донца..... 20

Налобина Ю.Н., Мезенцева О.В.

Влияние нефтяного загрязнения на окружающую среду
Сургутского района..... 24

Панютин Н.А., Дмитриев В.В.

Интегральная оценка устойчивости системы «водоем+водосбор» 27

Паташова Е.С.

Антропогенное воздействие дестабилизирующих объектов
на окружающую среду в городе Воронеже 34

Скоков М.А., Нарожняя А.Г.

Использование исторических карт для поиска автоморфных
нативных черноземов в аграрно освоенной лесостепи 39

Уткин К.В.

Анализ антропогенного воздействия на окружающую среду
как ключ к повышению качества жизни населения..... 42

Фатхутдинова И.Ш.

Влияние загрязняющих веществ на экологическое состояние
реки Дема в пределах Уфимского промышленного узла..... 46

Рациональное использование природных ресурсов

Дрокина Д.А.

О последствиях использования пестицидов на территории
Иловлинского района..... 49

Жигулина Е.В.

Современное состояние и динамика площади прудов
Воронежской области 51

Канипов Р.Р.

Мониторинг водных объектов по загрязнению нефтепродуктами..... 54

Ковалев А.А., Сабитова Э.Ф.

Устойчивое управление отходами..... 58

Козлова Ан.С., Козлова А.С.

Влияние повышения температуры воздуха на сток рек
Башкирского Предуралья в период зимней межени..... 66

Пустовалова С.М.

Принципы рационального природопользования на территории
Волгоградской области 70

Сулимов А.Д.

Рациональное использование природных ресурсов через
преобразование компонентов водно-зелёного каркаса 73

Тимергалиев Д.Б.

Улучшение экологического каркаса и окружающей среды
в городе Астане через зелёные насаждения 76

Токарев С.В.

Проблема организации эффективной охраны источников
водоснабжения подземно-карстовой природы и пути ее решения
на примере Крымского региона 83

**Горное дело и разработка месторождений
твёрдых полезных ископаемых**

Верейтин Н.А.

Изучение особенностей геологического строения участка песка строительного
возле с. Принцевка (Валуйский городской округ)..... 88

Власов Н.С.

Исследование качества дробления горных пород взрывом
в зависимости от ее крепости..... 93

Гавриш В.О.

Методы упрочнения стенок горных выработок..... 98

Зезекало Д.С.

Исследование физико-механических свойств горных пород глубоких
горизонтов Гремячинского месторождения калийных солей 102

Пелипенко Н.А., Бакланов Р.Р.

Концепция бурения спасательных скважин большого диаметра 107

Химуля В.В.

Цифровое исследование характеристик порового пространства коллектора газового месторождения на базе методов компьютерной томографии 112

Хуан Лихуа, Полетаев А.О.

Использование возможностей космического мониторинга для выявления особенностей трансформации земель в зоне влияния ведущих железорудных предприятий России и Китая..... 117

Чистяков А.И.

Способ контурного разрушения трещиноватых горных пород 126

Геотехнология и геоэкология

Красников Р.В.

Воздействие добычи железной руды на элементы ландшафта и проблемы рекультивации техногенных пустот недр 131

Сарычев А.В., Архипцев И.Н., Караулова Е.А.

Гравитационные процессы на территории Белгородской области и их влияние на экологическую ситуацию 134

**Мониторинг природных
и природно-техногенных геосистем**

Лепетюха Д.С.

Разработка способа определения напряжений массива пород в подземной горной выработке кольцевой щелью 139

Чебыкина Е.Ю.

Мониторинг субаквальных почв побережья Финского залива 144

Цыгулёв Е.В.

Сравнительный анализ почвенного газообмена пахотных и постагрогенных почв 149

**Геоинформационные технологии
и дистанционное зондирование
в рациональном природопользовании**

Кочегарова Д.М.

Исследование методами дистанционного зондирования выгоревших территорий в дельте Дона..... 153

Родионова М.Е., Благочевская П.С.

Ретроспективный анализ зарастания водного зеркала
реки Везелка в 2016–2024 гг. 156

**Экологическая реабилитация
антропогенно нарушенных геосистем**

Гаршин М.В.

Проблемы рекультивации почв, загрязненных нефтью 165

Гененко М.А.

Особенности экологической реабилитации антропогенно нарушенных
территорий на примере Яковлевского городского округа
Белгородской области 169

Лебедев Э.А., Скурихин А.А.

Лесная рекультивация шламовых амбаров как механизм реализации
природных климатических решений в Ханты-Мансийском
автономном округе – Югре 172

Первощикова А.А., Рудакова Л.В., Сурков А.А.

Оценка возможности фиторемедиации шламовых амбаров 175

Сарычев А.В., Архипцев И.Н., Караулова Е.А.

Эоловые процессы на территории Белгородской области
и их влияние на экологическую ситуацию 180

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

УДК 624.131

РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ, ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Бондаренко Л.И.

Научный руководитель: Сарычев А.В.
*Белгородский юридический институт МВД России
им. И.Д. Путилина, Белгород, Россия
w0773@yandex.ru*

Проблема изучения карстово-суффозионных процессов состоит в том, что растворимые горные породы на территории России занимают большие площади. Белгородская область богата меловыми отложениями, которые хорошо растворимы.

Ключевые слова: карст, суффозия, карстовые и суффозионные процессы, денудация, карбонатные породы, прогнозирование, районирование, экзогенные геоморфологические процесс, воронки, впадины, карстовые пещеры

«Карст – это процесс химического и отчасти механического воздействия подземных и поверхностных внеусловных вод на растворимые проницаемые горные породы (карбонаты, гипс и ангидрит, соли, соду и другие)». Современные авторы дополнили понятие Г.А. Максимовича. Так, под термином «карст» понимается совокупность геологических процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих в местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами.

В. Уайт дает следующее определение понятия карстовых ландшафтов: «Это участки неправильной формы из известняка, характеризующиеся воронками, подземными потоками и пещерами».

На территории Белгородской области карстовые процессы занимают особое место, определяется это тем, что карстовые формы рельефа в большинстве случаев имеют полигенетичный характер. Растворение пород приурочено к начальному этапу карстообразования, при увеличении большое влияние начинают оказывать другие виды экзогенных процессов. Сложности

при составлении прогнозов и моделей карстовых процессов добавляют взаимодействие водной эрозии, гравитационных процессов и суффозии.

Большое количество работ по изучению карстовых процессов в Белгородской области посвящено географическим аспектам формирования карстовых форм рельефа. Но не менее важное значение имеет исследование геологии карста, к сожалению, этим вопросам посвящено гораздо меньшее количество трудов. Хотя при инженерно-геологических, инженерно-геоморфологических, гидрологических и геоэкологических исследованиях роль геологических факторов достаточно велика.

Анализ трудов, посвященные вопросам образования карста, прогнозированию карстовых процессов, позволил сделать вывод о том, что подобные экзогенные процессы достаточно распространены на всей Восточно-Европейской равнине и ее отдельных частях. Образованию карста способствуют целый ряд природных факторов, таких как, литологические, тектонические, геоморфологические, климатические, биологические и антропогенные. Среди причин развития карста особое значение имеет суффозия. Карстово-суффозионные процессы распространены по всему миру, тем самым интерес к изучению неуклонно растет. В последнее время техногенная активизация этих процессов возрастает, происходит это на территориях крупных городов, промышленных объектах, так же горнодобывающих предприятий. Поэтому помощь в прогнозировании проявлений, разработке мероприятий по предупреждению и предотвращению негативных последствий самые важные задачи, стоящие перед научным сообществом.

В настоящей работе карстово-суффозионные процессы рассматриваются как взаимосвязанный самостоятельный процесс, хотя являются разновидностью карста и суффозии.

Суффозионные процессы представляют собой механический вынос частиц пород потоком подземных вод. Суффозия приводит к проседанию толщи грунта, образованию воронок, впадин, блюдца, а также пещер. Следствием возникновения суффозии может стать изменение гранулометрического состава пород как поврежденных суффозией, так и фильтром для вынесенного материала.

Широкое распространение суффозионные процессы имеют в области лёссов и лёссовых суглинков, под склонами рек, по ходам роющих животных. Условие, необходимое для развития суффозии является наличие в породах крупных частиц, представляющих собой неподвижный каркас и вымывающих мелких элементов. При низких напорах вод происходит фильтрация, при увеличении вынос.

В широко распространённых, в Белгородской области карбонатных и гипсоносных песчано-глинистых отложениях и мергелях карст и суффозия проявляются одновременно. Суффозия имеет следующие виды: механическая, химическая, химико-физическая

Рассматривать понятия карст и суффозия можно довольно долго, но данная работа посвящена взаимосвязи этих процессов, называемых карстово-суффозионными процессами. Хоменко В.П. в монографии, посвященной изучению карстово-суффозионных процессов дает следующее понятие: «Карстово-суффозионные процессы представляют собой разрушение дисперсных нерастворимых пород и их перемещение в карстовые трещины и полости или внутри них, вызванные действием гидродинамических и гравитационных сил». В данной работе В.П. Хоменко пишет о неразрывности этих процессов и их глубокой взаимосвязанности.

На рис. 1 изображена карта экзогенных геологических процессов на территории Белгородской области, условными обозначениями продемонстрированы районы распространения карстовых и суффозионных процессов.

Материалы и методы исследования. Стоит отметить, что не возможность изучения процессов карста и суффозии «изнутри» представляет огромную проблему для всех авторов. Изучение карстово-суффозионных процессов проводилось и в настоящее время продолжается. По степени увеличения размеров карстовых форм большее значение начинает приобретать другие виды экзогенных процессов, такие как водная эрозия, гравитационные процессы, суффозия и т. п. Подобное взаимодействие и взаимоследование экзогенных процессов способствует существенному осложнению построению прогнозов, статистических данных, ретроспективных моделей карстообразования.

Основными методами, используемыми в настоящем исследовании, стали: метод наблюдений, лабораторного эксперимента и математического моделирования. Метод математического моделирования вошел в обиход исследователей сравнительно недавно, и позволяет более качественно воспроизводить процессы на физических моделях.

Условия для образования и развития карстово-суффозионных процессов должны быть следующие:

- отсутствие постоянных водоносных горизонтов;
- наличие постоянного водоносного горизонта в карстующихся и покрывающих породах;
- в условиях, когда водоносный горизонт в карстующихся породах отделен от водоносного горизонта покрывающих породах водоупорным слоем.

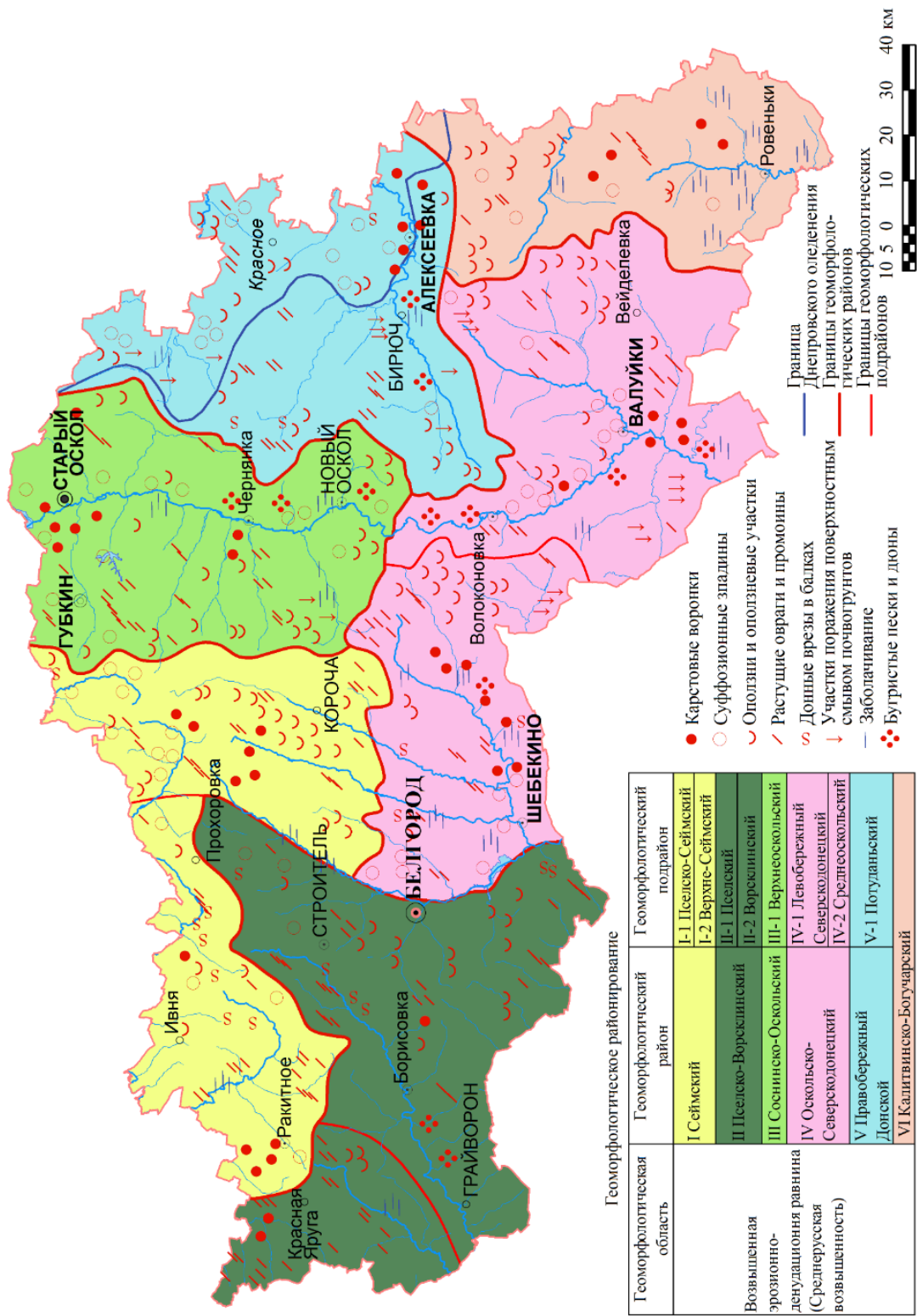


Рис. 1. Экзогенные геологические процессы на территории Белгородской области

Результаты исследования и их обсуждение. Как уже говорилось выше, степень изученности карстовых и суффозионных процессов находится на низком уровне. Стоит отметить, что геология карста занимает особое место при инженерно-геологических, гидрогеологических, геоэкологических исследованиях. Но данному процессу уделяется мало внимания, и посвящаются редкие научные труды в Белгородской области.

Карст образовывается вследствие воздействия комплекса природных факторов таких как климатические, геоморфологические, литологические и антропологические. Литологические фактор считается основным в списке воздействующих факторов на образование карста, так как связан с составом и характером распространения карстующихся пород.

Территория Белгородской области богата карбонатными отложениями, представленными в турон-маастрихтском геологическом комплексе. Его состав представлен мел, мергель и некоторые виды терригенных отложений.

Максимальная толщина меловых пластов до сих пор не изведена, в некоторых местах она достигает отметки 200 метров. В настоящее время разведано более 30 месторождений, которые подтверждают данные о том, что запасов мела на территории области достаточно много. Самые известные месторождения это Стойленское, Лебединское, Шебекинское. Последнее месторождение славится наиболее качественным по составу мелом.

Литература

1. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н., Манышев В.В. Развитие и распространение гравитационных процессов на территории Белгородской области, их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка // Научные ведомости БелГУ. Естественные науки. – 2016. – № 34 (4). – С. 130–137.
2. Иванов И.П. Гравитационные процессы и явления в теоретических исследованиях Валерия Давидовича Ломтадзе в области инженерной геодинамики // Грунтоведение. – 2012. – № 1. – С. 5.
3. Красников Р.В., Сарычев А.В. Экзогенные процессы как фактор формирования современной геоэкологической ситуации в Белгородской области // Арчиловские чтения – 2022: к вершинам эколого-географического познания. Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. – 2022. – С. 82-86.

УДК 624.131

ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Бондаренко Л.И.

Научный руководитель: Сарычев А.В.

*Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина, Белгород, Россия
w0773@yandex.ru*

Вопросы разнообразия природно-климатических факторов, являющихся толчками для развития экзогенных процессов на территории Белгородской области. Проведена оценка роли экзогенных процессов в формировании современной экологической ситуации, были разработаны меры по уменьшению их влияния на условия проживания и деятельность человека.

Ключевые слова: экзогенные процессы, природные и антропогенные факторы развития ЭГП, типы ЭГП, эрозия, оползни, карст, суффозия, абразия, эоловые и техногенные процессы.

Наибольшее распространение и по значимости влияния на формирование экологической ситуации на территории области занимают эрозионные процессы и составляют около 60 % территории; 9 % территорий занимают оползневые процессы, примерно 7 % суффозионные процессы, доля карстовых процессов около 6 %. Все остальные экзогенные геоморфологические процессы распространены на 1 % территории Белгородской области.

Вероятность появления и районирование ЭГП определяют разнообразные природно-климатические условия и техногенное воздействие на окружающую среду Белгородской области. Доминирующую роль в формировании эколого-геоморфологической ситуации на территории области занимают эрозионные и оползневые процессы. Развитие таких форм, как овраги и балки, создающие особый овражно-балочный рельеф, связывают с эрозионными процессами. Появление и развитие оползней связывают со склоновым типом местности. Как говорилось выше, 60 % территорий поражено эрозией, а из них примерно 1,5 % находится под оврагами. Исследования показали, что ежегодно пахотные земли области теряют от 7 до 14 млн тонн плодородного слоя, это 0,5 до 1,2 мм смыва в год. Этот процесс превышает в 4,5 раза естественный почвообразовательный процесс. Таков результат широкого распространения эрозии на пахотных землях Белгородской области. Еще одним негативным воздействием эрозии является образование оврагов. На данный момент времени суммарная протяженность овражно-балочной системы составляет 50 тыс. км. В одном сельскохозяйственном угодии насчитывают 7, а иногда 150 действующих

оврагов. Каждый овраг прирастает в год на 15-20 м, то есть земли, находящиеся под пашней, теряют 30 га ежегодно, что оказывает негативное воздействие на экологическую ситуацию в области.

Максимальная степень пораженности земель эрозийными процессами наблюдается в юго-восточной и восточной части области: Алексеевского, Валуйского, Красногвардейского, Новооскольского и Ровеньского районов, а это 65 % общей площади сельскохозяйственных угодий этих районов. Можно отметить, что больше всего от эрозийных процессов страдают природные составляющие и вся хозяйственная инфраструктура.

Не прямое воздействие эрозия оказывает на:

- 1) уменьшение территорий пастбищ и посевных угодий в поймах рек;
- 2) перемещение с талыми водами ядохимикатов, пестицидов и тяжелых металлов в водоемы;
- 3) увеличение затрат на прокладку коммуникаций в опасных эрозионных местах.

Важно отметить, что многие формы эрозионных образований служат для складирования бытовых отходов, вследствие чего опасные вещества проникают на значительную глубину и загрязняют воду питьевого назначения, что представляет особую опасность для жизни человека.

Вторыми по значимости после эрозионных процессов, оказывающими большое влияние на формирование эколого-геоморфологической ситуации в области являются оползни, которые образуются на склонах крутизной от 3 до 70 и более градусов.

Две группы факторов: природные и техногенные оказывают влияние на развитие оползневых процессов в Белгородской области. Анализ районирования территорий области показал, что наиболее сильно страдают от оползневых процессов восточный и центральный районы, а наименьшее количество оползней наблюдается в юго-западном районе. Доля участков, пораженных оползневыми процессами, составляет 10 %. Появление техногенных оползней связано с переувлажнением грунтов и подрезкой основания оползнеопасных склонов при строительстве и эксплуатации транспортных магистралей, а также перегрузкой грунтов от движущегося транспорта. Карстовые процессы распространены в турон-маастрихтском инженерно-геологическом комплексе, имеющий в своем составе мел и отдельные терригенные отложения, в основном карбонатного происхождения. Главную роль в проявлении карстовых процессов вносит техногенный фактор, усиливающий агрессивность природных вод.

Карстовые формы в Белгородской области имеют два вида морфогенетических типов: поверхностные и погребенные.

Суффозионные процессы получили широкое распространение на территории Белгородской области, они проявляются путем вымывания частиц пород,

вследствие чего образуются округлые просадочные явления, иногда в результате суффозии могут образоваться пустоты и трещины. Все это приводит к тому, что количество пригодных плодородных земель уменьшается, а также оказывает негативное влияние на строительные объекты. Интенсивность этих процессов можно наблюдать во время усиленного увлажнения почв и грунтов, во время разлива рек и после подъема уровня подземных вод. Часто суффозию можно наблюдать в районах пойм рек в северо-восточной части области в местах флювиогляциальных отложений. Проявляется подобный процесс в виде округлых понижений и западин диаметром от нескольких до 50-200 м и глубиной до 1-1,5 м.

Одной из наиболее значимых проблем в Белгородской области как горнодобывающего региона является появление опасных экзогенные геологических процессов в местах активной добычи полезных ископаемых, что способствует созданию мер сконцентрированных на минимизации негативного влияния на жизнедеятельность населения близлежащих территорий и воздействия на окружающую среду. Следует отметить, что степень и интенсивность развития опасных экзогенных процессов имеет зависимость от особенностей природно-климатических условий, особенностей рельефа, комфортности геоморфологических условий для проживания людей и ведения хозяйства [9]. Рельеф и литогенетическая основа на территории Белгородской области имеют высокое и разграниченное по площади техногенные воздействия. Они проявляются, прежде всего, путем изменения очертаний земной поверхности и создания новых отрицательных и положительных форм рельефа. Открытый способ добычи полезных ископаемых, привел к масштабным нарушениям земной поверхности. Вследствие добычи железорудного сырья в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном кластере появился техногенный мезорельеф (карьеры глубиной более 250-300 м и отвалы вскрышных пород высотой от 60 до 100 м). Ежегодная совокупность добычи сырой руды из Лебединского и Стойленского карьеров составляет около 60 млн тонн. Территория прямого нарушения земной поверхности, занятая карьерами и промышленными объектами, составляет около 16 тыс. га. Техногенный морфогенез стал следствием коренного изменения природного рельефа. Овраги были заполнены вскрышными породами, и на месте отрицательных форм рельефа образовались положительные, то есть холмы высотой 70-80 метров и более высокие. Добыча горных пород привела к тому, что на поверхность были добыты геологические отложения с новым химическим составом, представляющие в экологическом отношении опасность для окружающей среды. Так же стоит отметить, что горные работы в этом районе привели к активизации экзогенных и геодинамических процессов. Широко территориальная разработка меловых месторождений, песка, глины малыми карьерами так же привела к усилению агрессивности экзогенных процессов.

Итогом анализа природно-климатической среды, инженерно-геологических комплексов, показателей форм рельефа, степени антропогенного воздействия и типов хозяйственной деятельности, стал прогноз появления опасных экзогенных процессов в Белгородской области.

Вышесказанное позволяет разделить территории на 4 группы по степени вероятности риска развития опасных ЭГП:

1) 1-я группа имеет низкий риск развития опасных ЭГП, это водораздельные пространства и склоны с углом наклона не более 3° ;

2) 2-я группа имеет средний риск возникновения опасных ЭГП, это водораздельные склоны с углом наклона более 3° , но не более 5° ;

3) 3-я группа имеет высокий риск возникновения опасных ЭГП, это склоны речных долин и овражно-балочные системы с углом наклона от 5° и более;

4) четвертая группа имеет очень высокий риск возникновения ЭГП, это селитебные и горнопромышленные территории.

Полученные результаты исследования, позволили выявить преобладающие виды экзогенных геоморфологических процессов на территориях развития каждого, а также определили уровень пораженности данными процессами. Было определено, что для преобладающих экзогенно геоморфологических процессов можно отметить зрелую стадию развития, но в то же время все процессы имеют и начальную стадию развития.

Характер современного эколого-геологического состояния территорий области можно назвать тяжелым. Причиной такого напряженного состояния можно назвать сложные природно-климатические условия, определяющий достаточно шаткое состояние окружающей среды, а при увеличении нагрузок техногенного характера в будущем это, несомненно следует брать во внимание.

Причиной, обуславливающей геодинамическую устойчивость природных комплексов к определенным антропогенным нагрузкам, можно назвать уровень развития на территориях экзогенных процессов. Уровень пораженности экзогенными процессами также можно определить, как основной фактор формирования современной эколого-геологической ситуации в Белгородской области. Геодинамическая устойчивость в нашем случае является способностью естественных ландшафтов противостоять внешним воздействиям и восстанавливать былые предназначения после нагрузок.

Литература

1. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н., Манышев В.В. Развитие и распространение гравитационных процессов на территории Белгородской области, их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка // Научные ведомости БелГУ. Естественные науки. – 2016. – № 34 (4). – С. 130–137.

2. Иванов И.П. Гравитационные процессы и явления в теоретических исследованиях Валерия Давидовича Ломтадзе в области инженерной геодинамики // Грунтоведение. – 2012. – № 1. – С. 5.

3. Красников Р.В., Сарычев А.В. Экзогенные процессы как фактор формирования современной геоэкологической ситуации в Белгородской области // Арчиковские чтения – 2022: к вершинам эколого-географического познания. Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. – 2022. – С. 82-86.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МИХАЙЛОВСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Латкин В.А.

*Алтайский государственный университет,
г. Барнаул, Российская Федерация
latkinvadim@mail.ru*

В статье отмечены важность исследований по оценке состояния окружающей среды и назначение геоэкологических карт, проведена оценка экологической стабильности и антропогенной нагрузки территории Михайловского района Алтайского края: рассчитаны необходимые показатели и составлены геоэкологические карты.

Ключевые слова: окружающая природная среда, геоэкологические карты, экологическая стабильность, антропогенная нагрузка.

Наблюдаемые во многих регионах мира ухудшение состояния окружающей природной среды, видоизменение и деградация природных геосистем и условий жизнеобеспечения населения ведут к появлению реальной экологической опасности с далеко идущими и непредсказуемыми последствиями для существования человечества. Все более востребованными и перспективными становятся исследования по оценке состояния окружающей природной среды и определению степени благоприятности условий на территориях для проживания населения.

Объединение усилий географии и экологии для решения проблем привело к появлению особого научного направления, обозначаемого термином «геоэкология» [4]. Предметное поле геоэкологии лежит в области пересечения предметных полей наук о Земле и наук о жизни, и все попадающие в него объекты могут быть отображены на геоэкологических картах. Назначение геоэкологических карт – увязать состояние абиотической и биотической частей экосистем и предоставить информацию о состоянии живого мира при различной обеспеченности территорий пространственными ресурсами [6].

Михайловский район расположен в юго-западной части Алтайского края на границе с республикой Казахстан в степной зоне. Площадь района – 3113,68 кв. км. Рельеф равнинный. Абсолютные высоты: 140-267 метров над уровнем моря. Климат континентальный. Количество осадков за год – около 262 мм. Распространены каштановые почвы.

Одними из главных характеристик оценки состояния окружающей среды являются экологическая стабильность и антропогенная нагрузка на территорию. Экологическая стабильность подразумевает способность экосистем сохранять структуру и функционирование под влиянием внешних факторов среды, а также противостоять внутренним факторам, включая антропогенное воздействие [3].

При разном составе угодий коэффициент экологической стабильности территории рассчитывается по формуле [2]:

$$K_{\text{эк.ст}} = \frac{\sum K_{1i} P_i}{\sum P_i} K_p, \quad (1)$$

где K_{1i} – коэффициент экологической стабильности угодья i -го вида; P_i – площадь угодья i -го вида, га; K_p – коэффициент морфологической стабильности рельефа ($K_p = 1,0$ для стабильных территорий с устойчивыми материнскими породами, $K_p = 0,7$ для нестабильных территорий с песками, оползнями, оврагами). Для Михайловского района данный коэффициент равен 1,0.

В таблице 1 приведены коэффициенты экологической стабильности отдельных угодий.

Таблица 1

Коэффициенты для оценки экологических свойств угодий [2]

Наименование угодий	Коэффициент (K_1) экологической стабильности угодья
Леса	1,00
Болота	0,79
Водные объекты	0,79
Сенокосы	0,62
Пастбища	0,68
Пашня	0,14
Залежь	0,70
Многолетние насаждения	0,43
Застроенная территория, дороги	0,00
Прочие земли (пески, овраги, свалки и др.)	0,00

Используя развёрнутые годовые формы (отчёт) государственного статистического наблюдения по Михайловскому району № 22–1, 22–2, были рассчитаны по формуле (1) коэффициенты для отдельных административно-территориальных единиц и района в целом, а также составлена геоэкологическая карта, актуальная на 2024 год (рис. 1).

Территория Михайловского района в целом является экологически средне стабильной.

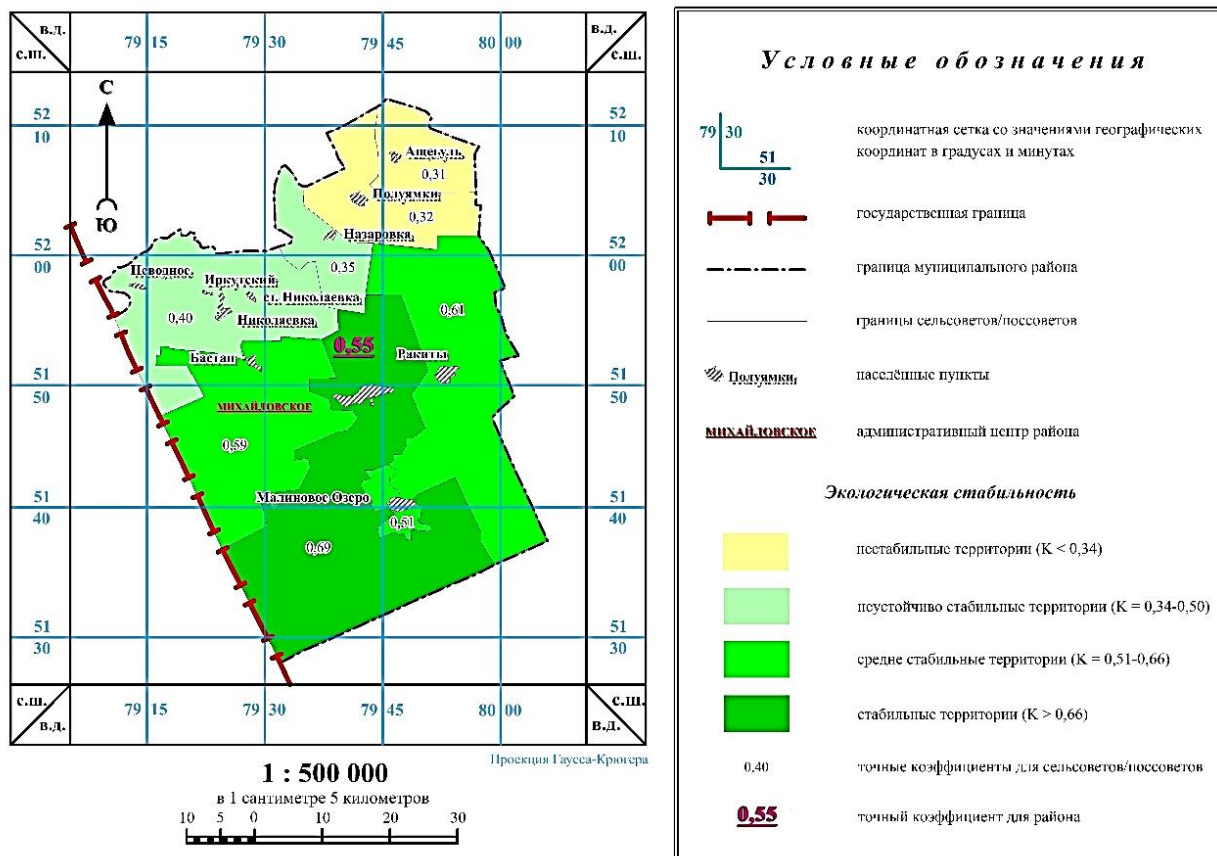


Рис. 1. Геоэкологическая карта экологической стабильности территории

Антропогенная нагрузка на территорию – это степень прямого или косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом или на её экологические компоненты (ландшафты, природные ресурсы и т. д.) [5].

Для расчёта антропогенной нагрузки на территорию используется коэффициент, рассчитываемый следующим образом [3]:

$$K_{ан} = \frac{\sum(P_i \times B_i)}{\sum P_i}, \quad (2)$$

где P_i – площадь земель с соответствующей антропогенной нагрузкой, га; B_i – балл, соответствующий площади с антропогенной нагрузкой.

Расчитанные по формуле (2) с использованием годовых форм отчётности по району № 22–1, 22–2 коэффициенты позволили составить актуальную на 2024 г. геоэкологическую карту (рис. 2). Коэффициент для района свидетельствует о незначительной (от 2 до 3), близкой к средней антропогенной нагрузке на территорию. Проведенное исследование на примере территории Михайловского района Алтайского края показывает, что геоэкологическое картографирование позволяет получить объективную, достоверную и наглядную визуальную информацию о состоянии окружающей среды, в том числе и о пространственной дифференциации экологических ситуаций.

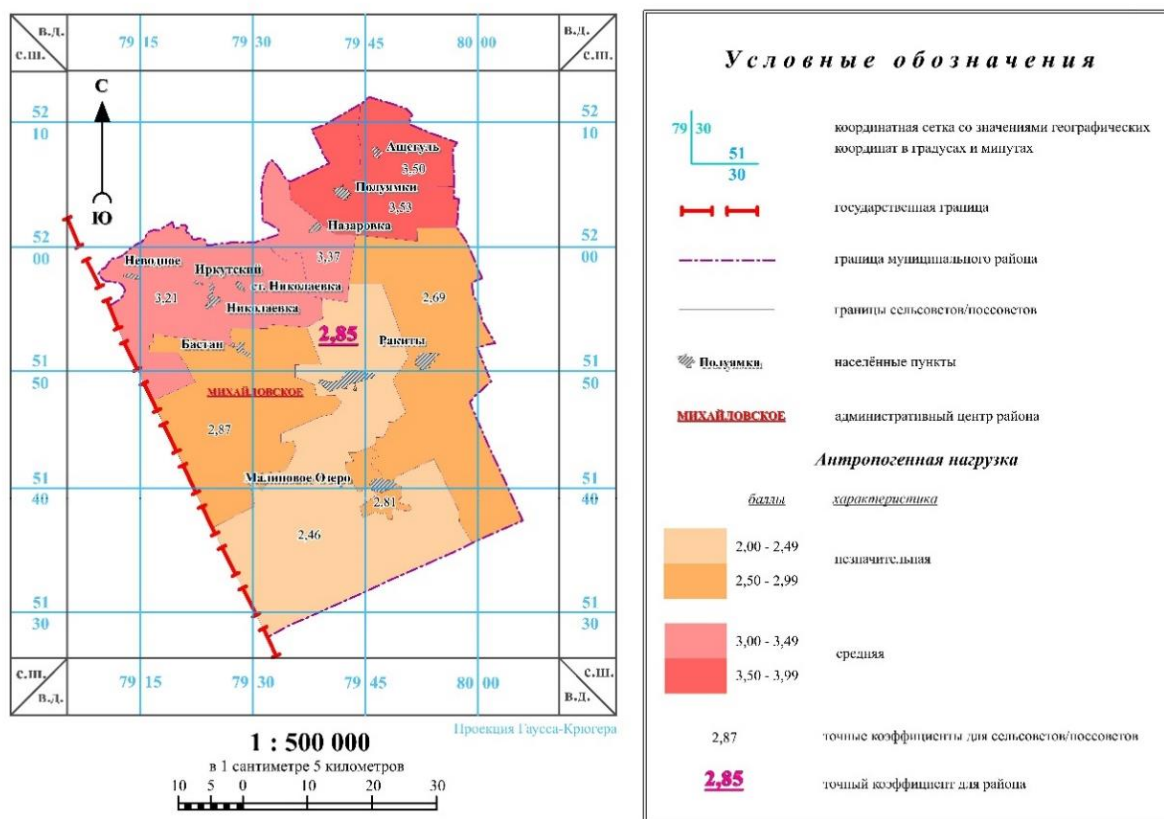


Рис. 2. Геоэкологическая карта антропогенной нагрузки на территорию

Геоэкологические карты являются уникальным информационным документом, позволяющим на основе ситуационного анализа не только проводить различного рода исследования, но и давать рекомендации по дальнейшему использованию изучаемой территории, прогнозировать возможное изменение состояния природных и природно-техногенных систем [1].

Литература

1. Абалаков А. Д. Экологическая геология: учебное пособие. – Иркутск: Издательство Иркутского государственного университета, 2007. – 267 с.
2. Волков С. Н. Землеустройство. Том 2. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство: учебное пособие. – М.: Колос, 2001. – 648 с.
3. Глуховская М. Ю. Анализ экологической устойчивости и стабильности региональной территории на примере Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: Оренбург. гос. универ. – 2017. – № 4 (204). – С. 53–61.
4. Кочуров Б. И. Геоэкологическое картографирование: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовска. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.
5. Система оценки и нормирования антропогенной нагрузки для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов: монография / под общ. ред. Н.П. Масютенко. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2014. – 187 с.
6. Трофимов, В. Т. О содержании и назначении геоэкологических карт [Электронный ресурс] / В. Т. Трофимов, М. А. Харьковина // Инженерные изыскания: журнал. – 2017. – № 1. – С. 32-38. – URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/41964370/>.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗАИЛЕНИЕ ПРУДОВ БАСЕЙНА СЕВЕРСКОГО ДОНЦА

Литвиненко Н.А., Бочарова А.А.

Научный руководитель: Нарожняя А.Г., к.г.н., доцент
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
1379143@bsu.edu.ru*

В статье представлено исследование о влиянии природно-антропогенных факторов на заиление водоемов. Первые результаты анализа показывают необходимость увеличения количества прудов и изучения дополнительных факторов, таких как гранулометрический состав почвы, смываемость почв, длина склона в бассейне пруда и система земледелия. Установленные умеренные связи между параметрами заиления водоемов могут быть использованы для разработки мероприятий, направленных на минимизацию негативного воздействия этих факторов на водные экосистемы.

Ключевые слова: пруды, р. Северский Донец, заиление водоемов, природно-антропогенное воздействие, донные отложения.

Пруды – природно-антропогенная система со сниженной устойчивостью к внешним воздействиям и загрязнению. Процессы самоочищения в прудах изначально не способны к поддержанию экологического равновесия, как в естественных водоемах (или в реке до образования пруда), вследствие сниженного биоразнообразия и неполночисленности сообществ. Биологические, физические и химические процессы самоочищения в прудах часто не способны справиться с заилением, эвтрофикацией, загрязнением водоема. В результате снижается качество воды, обедненная по сравнению с речным руслом экосистема деградирует, процессы зарастания развиваются стремительнее, чем на естественных озерах. Пруды – природно-техногенные системы, которые нуждаются в контроле и регулировании качества воды.

В связи с этим целью данной работы является изучение влияния окружающих факторов на заиление прудов бассейна Северского Донца (в пределах Белгородской области).

Бассейн р. Северский Донец расположен на Среднерусской возвышенности. Бассейн занимает площадь 98,9 тыс. км², из которой 16,5 % (16,3 тыс. км²) находится в границах Белгородской области. Климат бассейна умеренно континентальный, отличается довольно мягкой зимой со снегопадами и оттепелями и продолжительным летом. Средняя годовая температура составляет 7,1 °С. Средняя температура января – -5,8 °С, июля – + 20,3 °С. Среднегодовое количество осадков от 594 мм. Безморозный период длится 155-160 дней. Почва прогревается и промерзает примерно до глубины 0,5-1,0 м. Вегетационный период длится 187-197 дней.

В бассейне Северского Донца в пределах Белгородской области насчитывается более 400 прудов общей площадью зеркала 3584,5 га, большая часть из которых построена в 1970-1980-е годы.

В 2022-2023 г нами проведены полевые обследования одиннадцати прудов в пределах бассейна Северского Донца. Для определения мощности донных отложений на промерных вертикалях от поверхности донных отложений до поверхности дна водоема (твердого основания) производили задавливание рейки в поверхность донных отложений до упора. Так как донные отложения имеют существенно более низкое сопротивление к внедрению, то рейка почти беспрепятственно входит в них, пока не упирается в более плотный подстилающий слой (поверхность твердого основания). Мощность вычислялась как разница между отчетом на рейке (снятым от зеркала воды) и глубиной, полученной на этой же промерной вертикали до дна реки.

Подсчет объема донных отложений осуществлялся методом вертикальных сечений в ГГИС «ГЕОМИКС».

В качестве факторов, которые могут оказывать влияние на объем донных отложений нами определены площадь пруда, площадь бассейна пруда, средняя глубина до твердого основания, максимальная глубина, средний уклон бассейна, лесистость, распаханность, площадь земель застройки, густота эрозионной сети. Характеристики бассейна водоема определены по картам землепользования М 1:10000. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Для анализа полученных данных были рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена (табл. 2).

Для оценки силы связи использовали шкалу Чеддока. Необходимо отметить, что статистически значимая прямая связь выявлена только для коэффициента корреляции между площадью пруда и объемом его заиления, что было ожидаемо. Поэтому необходимо увеличить количество прудов для обследования.

Имеющиеся результаты говорят о наличии умеренной прямой связи между объемом донных отложений и площадью бассейна, средней и максимальной глубиной водоема. Это указывает на то, что большие по размеру пруды могут «принять» большее количество донных отложений. Обратная умеренная связь выявлена с застроенностью территории, что может быть связано с перехватом стока со взвешенными наносами ливневками и/или искусственным его отведением на другие территории в пределах населенного пункта. Определена слабая связь между объемом донных отложений и распаханностью водосбора и величиной густоты эрозионного расчленения.

Таблица 1

Факторы исследования

Название объекта	Площадь пруда, га	Площадь бассейна, га	Средняя глубина дна до твердого дна, м	Максимальная глубина	Ср. уклон бассейна, ‰	Лесистость, %	Земли застройки, %	Распаханность, %	Плотность эрозионной сети, км/га	Объем донных отложений, м ³
Пруд юго-западнее п. Комсомольский	22,0	2687,4	2,9	5,3	87,5	22,8	9,0	34,6	0,017	8206
Пруд в с. Мелихово	1,3	69,3	1,0	1,5	20,9	0	92,6	7,4	0,007	1168
Пруд в с. Красный Октябрь	2,5	60,1	2,4	6,0	59,4	18,8	39,5	37,7	0,011	2319
Пруд по ул. Сосновка г. Белгорода	0,3	7,5	1,7	2,8	12,2	34,0	63,5	0	0,061	390
Пруд в с. Черемошное	0,9	110,7	1,2	2,0	89,2	0,0	90,1	8,0	0,024	1756
Пруд в с. Заячье	1,1	65,5	1,4	3,5	22,7	1,4	53,9	19,5	0,008	3102
Пруд в х. Угрим	1,0	46	0,7	2,0	122,8	63,0	14,0	18,0	0,025	2890
Пруд в с. Верхний Ольшанец	2,0	89,3	1,8	4,3	27,9	0,2	29,4	67,0	0,014	6825
Пруд Верхний в с. Ржавец	2,2	1193,0	1,3	2,7	52,4	8,6	8,0	69,0	0,009	10213
Пруд Оскочное в г. Белгород	1,9	142,6	2,2	3,3	17,0	0,2	91,3	7,1	0,002	11095
Пруд в с. Репное	3,0	32,6	2,0	4,4	110,4	30,1	29,01	5,6	0,028	19627

Таблица 2

Коэффициенты корреляции (r , $P < 0,05$ (0,61-0,76)) объема донных отложений и природно-антропогенных характеристик водосбора и водоема

Параметр	Коэффициент корреляции, r	Сила связи
Площадь пруда, га	0,682	заметная
Площадь бассейна, га	0,373	умеренная
Средняя глубина до твердого дна	0,445	умеренная
Максимальная глубина	0,439	умеренная
Ср. уклон бассейна, ‰	0,255	слабая
Лесистость, %	0,098	отсутствует
Земли застройки, %	-0,491	умеренная
Распаханность, %	0,191	слабая
Густота эрозионной сети, км	-0,182	слабая

Таким образом, первые результаты проведенного анализа по определению влияния природно-антропогенных факторов на заиление водоемов показывают, что необходимо увеличить количество прудов для анализа, а также возможно исследовать и другие факторы, которые могут оказать большее влияние на процессы заиления: гранулометрический состав почвы, смываемость почв, длина склона в бассейне пруда, система земледелия и др.

Установленные умеренные связи параметров за заиление водоема должны быть использованы для разработки мероприятий по минимизации их влияния на водоем.

УДК 502.31

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ СУРГУТСКОГО РАЙОНА

Налобина Ю.Н., Мезенцева О.В.

Научный руководитель: Мезенцева О.В., д. г. н., доцент
Омский государственный педагогический университет,
г. Омск, Россия

jlia_nalobina@mail.ru

В статье рассматривается негативное воздействие разлитой нефти на окружающую среду в Сургутском районе.

Ключевые слова: загрязнение, влияние нефти, окружающая среда

Загрязнение окружающей среды углеводородами, получаемыми из нефти и нефтепродуктов, представляет собой значительную экологическую проблему для России. Эта ситуация особенно критична в регионах, где ведется добыча нефти, а также в крупных городах.

Западная Сибирь является одним из регионов, которые больше всего пострадали от экологических проблем, появившихся в ходе индустриализации и активного освоения природных ресурсов страны. Строительство буровых установок и работа нефтедобывающих предприятий, а также других производственных объектов привели к серьезным изменениям в лесных экосистемах Югры, что способствовало постепенной утрате их способности к самовосстановлению.

К одному из вредных химических загрязнений относится нефть и нефтепродукты, это решение было закреплено конвенцией по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов в 1972 году.

Сургутский район один из первых районов по добычи черного золота. Многие месторождения сосредоточены в этом районе, все они уникальны. Но есть существенные трудности, которые связаны с особенностью условиями залегания углеводородов в продуктивных пластах.

На территории Сургутского района расположены уникальные месторождения с особыми запасами, такие как: Федоровское, Лянторское, Западно-Сургутское, Быстринское, Северо-Лабатьюганское, Конитлорское, Вачимское, Талаканское и Рогожниковское.

В настоящее время на территории Сургутского района ведут свою деятельность по разработке и добыче углеводородов такие компании, как ПАО

«Сургутнефтегаз», ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть». Однако ведущей организацией среди недропользователей в данном районе остается ПАО «Сургутнефтегаз».

В 2023 году объем добычи нефти компанией составил 56,4 млн т. и 7 млрд кубометров газа. По объему буровых работ ПАО «Сургутнефтегаз» находится среди ведущих нефтегазовых компаний в России.

Основное загрязнение территорий исходит от отходов нефтегазового комплекса и нефтешлама.

В нефтяной сфере страны ежегодно образуется примерно 500 тысяч тонн нефтешлама. Совокупные запасы этих накопившихся отходов оцениваются в 4,5 миллиона тонн. В соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов Российской Федерации, утвержденным приказом Министерства природных ресурсов РФ № 786 от 2 декабря 2002 года, нефтешламы отнесены к третьему классу опасности.

Буровые растворы – это самая токсически опасная часть процесса бурения, что и является загрязнителем.

Нефтяные шламы представляют собой сложные композиции, состоящие из нефтяных продуктов и различных механических загрязнителей, которые различаются по своим физико-химическим характеристикам. Они представляют угрозу как для экосистемы, так и для здоровья людей и животных.

Изучение последствий разливов нефти осуществляется уже на протяжении нескольких десятилетий и освещается в научной и технической литературе. Разливы нефти причиняют серьезный вред живым организмам, однако некоторые популяции демонстрируют способность к устойчивости. Благодаря природным процессам негативные влияния снижаются, что позволяет экосистемам восстанавливать свое привычное состояние. Долгосрочные последствия наблюдаются лишь в исключительных ситуациях. В большинстве случаев даже после значительных разливов можно рассчитывать на то, что пострадавшие экосистемы восстановятся за несколько сезонов.

Возможные последствия разлива нефти зависят от скорости растворения и рассеивания загрязняющего вещества в воде в результате естественных процессов. Эти параметры являются определяющими территорию распространения загрязнения и вероятность длительного воздействия повышенных концентраций нефти или ее токсичных компонентов на уязвимые природные ресурсы [2].

Для оценки размера ущерба важно выяснить особенности разлитого нефти. Порой, утечка значительных количеств стойкой нефти может причинить серьезные последствия, вызывая гибель живых организмов. Тяжелая нефть, обладающая невысокой растворимостью в воде, обладает меньшей

токсичностью, что связано с низкой биодоступностью ее химических соединений.

Химические компоненты легкой нефти отличает более высокая биологическая доступность, следовательно, они с большей вероятностью могут причинять токсические повреждения. Нефть этого вида достаточно быстро рассеивается в результате испарения и дисперсии, а значит, может нанести меньше вреда при условии, что уязвимые природные ресурсы в достаточной мере удалены от места разлива [1].

В целом, последствия нефтяного загрязнения хорошо исследованы и предсказуемы, поэтому необходимо сосредоточить усилия на оценке нанесенного вреда. Изменчивость в окружающей среде подразумевает, что анализ широкого диапазона возможных последствий может привести к неопределенности. Нефть и её производные негативно влияют на экологическое состояние почвы и искажают структуру биоценозов. Почвенные бактерии, а также беспозвоночные микроорганизмы и животные испытывают сложности в выполнении своих жизненно важных функций из-за воздействия легких нефтяных фракций.

Литература

1. Доньи Д. А. Воздействие нефтедобычи на окружающую среду // Молодой ученый. – 2014. – № 19. – С. 298-299.
2. Михайленко Е.М. Правовое регулирование ликвидации последствий техногенных аварий на примере разливов нефти // Административное право и процесс. – 2008. – № 3. – С. 44-59.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ «ВОДОЕМ+ВОДОСБОР»

Панютин Н.А., Дмитриев В.В.

Научный руководитель: Дмитриев В.В., д. г. н., профессор
*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия
nic9898@yandex.ru*

Разработана модель-классификация для оценки устойчивости системы «водоем+ландшафт». Оценка выполнена на основе построения композитного индекса устойчивости ИПУ, включающего субиндекс потенциальной устойчивости водоема ИПУВ и субиндекс потенциальной устойчивости характерного ландшафта водосборной территории ИПУЛ. Рассмотрены примеры расчета ИПУ ключевого района.

Ключевые слова: Устойчивость водоема. Устойчивость водосбора. Интегральная оценка. Интегральный показатель.

Введение. Актуальность работы продиктована интересом со стороны общества к исследованию эмерджентных свойств геосистем. Одним из таких свойств является потенциальная устойчивость.

В целом, современные публикации по данной тематике отличается большим разнообразием авторских определений термина «устойчивость» и производных от него [2], обоснования тех или иных типов ее оценки. В ранних публикациях конца XX века, как правило, делались попытки оценить устойчивость водоемов [3] и ландшафтов [1] на основе балльного или балльно-индексного подхода.

В это же время многие авторы стали подразделять устойчивость на 2 типа: адаптационную (инерционность, пластичность, эластичность и др.) и регенерационную (восстанавливаемость, регенеративность) [4].

В целом, устойчивость сложных систем в природе и обществе нельзя измерить в полевых условиях или свести к оценке компонентного состава системы. Это сложное (эмерджентное, интегративное) свойство, присущее системе в целом.

Целью исследования является разработка модели-классификации интегральной оценки потенциальной устойчивости водоема и ландшафтов, которые присутствуют на водосборе этого водного объекта на основе построения композитных индексов. Задачи, которые решались в ходе написания данной работы: 1 – разработка блок-схемы, этапов получения ИПУ, оценочных шкал для расчета субиндексов и ИПУ в целом для водоема и ландшафтов; 2 – выполнение расчетов ИПУ на базе моделей интегральной оценки и модели балльно-

индексной оценки. Новизной исследования является создание новой модели для расчета ИПУ системы «водоем+водосбор».

Материалы и методы. При создании модели многие авторы используют индикаторный (индикативный) подход, в котором все исследуемые критерии, имеющие натуральные оценочные шкалы, переводят в баллы по правилам, которые определяют сами авторы метода. После этого баллы суммируют и находят итоговый результат с учетом или без учета приоритетов в свертке показателей. Полученный результат трактуется как косвенная оценка устойчивости [3].

Перейдем к рассмотрению основных этапов построения классификаций и моделей-классификаций устойчивости.

На первом этапе был определен набор параметров, которые составили перечни характеристик для расчета субиндексов. Этот этап заключался в формировании оценочных шкал к исходным параметрам. На следующем этапе обосновывался выбор нормирующих функций. В наших расчетах использованы нормирующие функции 1 и 2 [1], отражающие в данном случае линейный характер изменения характеристик по классам устойчивости. В (1) и (2) q_i – нормированное значение текущих показателей x_i . В качестве \min_i и \max_i использовались минимальное и максимальное значения характеристик в оценочных шкалах [1]. Параметр l в нашем случае равен 1,0.

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 0, & \text{при } x_i \leq \min_i, \\ \left(\frac{x_i - \min_i}{\max_i - \min_i} \right)^l, & \text{при } (\min_i < x_i \leq \max_i), \\ 1, & \text{при } x_i > \max_i, \end{cases} \quad (1)$$

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_i \leq \min_i, \\ \left(\frac{\max_i - x_i}{\max_i - \min_i} \right)^l, & \text{при } (\min_i < x_i \leq \max_i), \\ 0, & \text{при } x_i > \max_i. \end{cases} \quad (2)$$

Результаты исследования и их обсуждение. При создании модели-классификации устойчивости водоема, авторы используют модель адаптационной устойчивости, т.е. предполагается, что высокая устойчивость в холодный период года обусловлена «стагнацией» процессов зимой (система «спит») (табл. 1). Физические процессы и процессы массообмена в системе проходят с низкими скоростями. Система медленнее самоочищается. Более подробно причина выбора данных параметров описана в публикации [3].

Таблица 1

**Модель-классификация оценки
адаптационной устойчивости водоема [3]**

Признаки	Классы устойчивости				
	I min	II	III	IV	V max
1	2	3	4	5	6
Площадь поверхности, км ²	$\frac{0,1-5}{0,000-0,002}$	$\frac{5-10}{0,002-0,005}$	$\frac{10-100}{0,005-0,050}$	$\frac{100-1000}{0,050-0,500}$	$\frac{1000-2000}{0,500-1,000}$
Объем, км ³	$\frac{0,01-0,25}{0,000-0,012}$	$\frac{0,25-0,5}{0,012-0,024}$	$\frac{0,5-1}{0,024-0,050}$	$\frac{1-10}{0,050-0,500}$	$\frac{10-20}{0,500-1,000}$
Максимальная глубина, м	$\frac{1-2,5}{0,000-0,015}$	$\frac{2,5-5}{0,015-0,040}$	$\frac{5-10}{0,040-0,091}$	$\frac{10-50}{0,091-0,495}$	$\frac{50-100}{0,495-1,000}$
Площадь водосбора, км ²	$\frac{500-2000}{0,000-0,029}$	$\frac{2000-3000}{0,029-0,049}$	$\frac{3000-25000}{0,049-0,476}$	$\frac{25000-50000}{0,476-0,961}$	$\frac{50000-52000}{0,961-1,000}$
Интегральный показатель устойчивости по ИП1	$\frac{0,000-0,014}{\Delta=0,014}$ 0,007	$\frac{0,014-0,029}{\Delta=0,015}$ 0,022	$\frac{0,029-0,167}{\Delta=0,138}$ 0,098	$\frac{0,167-0,614}{\Delta=0,447}$ 0,390	$\frac{0,614-1,000}{\Delta=0,386}$ 0,807
Ветровой режим: М1а - количество дней со штилями в году (баллы).	$\frac{0-1}{0,000-0,200}$	$\frac{1-2}{0,200-0,400}$	$\frac{2-3}{0,400-0,600}$	$\frac{3-4}{0,600-0,800}$	$\frac{4-5}{0,800-1,000}$
Средняя за месяц температура воды °С	$\frac{20-18}{0,000-0,105}$	$\frac{18-15}{0,105-0,263}$	$\frac{15-10}{0,263-0,526}$	$\frac{10-5}{0,526-0,790}$	$\frac{5-1}{0,790-1,000}$
Продолжительность ледостава, месяц	$\frac{0-2}{0,000-0,333}$	$\frac{2-3}{0,333-0,500}$	$\frac{3-4}{0,500-0,667}$	$\frac{4-5}{0,667-0,833}$	$\frac{5-6}{0,833-1,000}$
Сезон года/месяц, баллы	июль $\frac{1-2}{0,000-0,200}$	июнь, август $\frac{2-3}{0,200-0,400}$	май, сентябрь $\frac{3-4}{0,400-0,600}$	апр., окт. $\frac{4-5}{0,600-0,800}$	ноябрь-март $\frac{5-6}{0,800-1,000}$
Интегральный показатель устойчивости по ИП2	$\frac{0,000-0,210}{\Delta=0,210}$ 0,105	$\frac{0,210-0,391}{\Delta=0,181}$ 0,300	$\frac{0,391-0,598}{\Delta=0,207}$ 0,494	$\frac{0,598-0,806}{\Delta=0,208}$ 0,702	$\frac{0,806-1,000}{\Delta=0,194}$ 0,903

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Наличие сезонной стратификации, баллы	$\frac{2-2}{0,000-0,000}$	$\frac{2-2}{0,000-0,000}$	$\frac{2-1}{0,000-1,000}$	$\frac{1-1}{1,000-1,000}$	$\frac{1-1}{1,000-1,000}$
Вертикальное перемешивание, кол-во раз за год	$\frac{6-5}{0,000-0,200}$	$\frac{5-4}{0,200-0,400}$	$\frac{4-3}{0,400-0,600}$	$\frac{3-2}{0,600-0,800}$	$\frac{2-1}{0,800-1,000}$
Внутригодовая амплитуда колебаний уровня, м	$\frac{3-2,4}{0,000-0,200}$	$\frac{2,4-1,8}{0,200-0,400}$	$\frac{1,8-1,2}{0,400-0,600}$	$\frac{1,2-0,6}{0,600-0,800}$	$\frac{0,6-0}{0,800-1,000}$
Коэффициент проточности, км/сут	$\frac{0,35-0,28}{0,000-0,203}$	$\frac{0,28-0,21}{0,203-0,401}$	$\frac{0,21-0,14}{0,401-0,602}$	$\frac{0,14-0,07}{0,602-0,802}$	$\frac{0,07-0,001}{0,802-1,000}$
Характер регулирования, баллы ⁵	$\frac{6-5}{0,000-0,200}$	$\frac{5-4}{0,200-0,400}$	$\frac{4-3}{0,400-0,600}$	$\frac{3-2}{0,600-0,800}$	$\frac{2-1}{0,800-1,000}$
Коэффициент водообмена, м ³ /год	$\frac{300-100}{0,000-0,667}$	$\frac{100-30}{0,667-0,902}$	$\frac{30-10}{0,902-0,967}$	$\frac{10-3}{0,967-0,990}$	$\frac{3-0,001}{0,990-1,000}$
Скорость течения, м/с	$\frac{5-2}{0,000-0,625}$	$\frac{2-1,5}{0,625-0,729}$	$\frac{1,5-1}{0,729-0,833}$	$\frac{1-0,2}{0,833-1,000}$	$\frac{0,2-0,2}{1,000-1,000}$
Интегральный показатель устойчивости по ИПЗ	$\frac{0,000-0,299}{\Delta=0,299}$ 0,150	$\frac{0,299-0,462}{\Delta=0,163}$ 0,380	$\frac{0,462-0,743}{\Delta=0,281}$ 0,602	$\frac{0,743-0,885}{\Delta=0,142}$ 0,814	$\frac{0,885-1,000}{\Delta=0,115}$ 0,942

Для оценки потенциальной устойчивости ландшафтов на водосборе использовалась модель-классификация из более ранней нашей публикации [1] (табл. 2).

Иллюстративно (см. табл. 1 и 2) все рассмотренные группы параметров представляют собой таблицы изменения выбранных характеристик по 5 классам устойчивости. В таблицах приводится псевдодробь, в которой в верхней строке приведены левая и правая границы класса по соответствующим нормированным значениям характеристик для границ классов. В оценочных шкалах ИПУВ в верхней строке даны границы нормированных значений ИПУ, ниже приводится Δ - ширина диапазона для класса, еще ниже – ИПУ для середины класса [3].

Далее реализуется второй этап, в котором полученные ранее шкалы субиндексов агрегируются в ИПУВ и ИПУЛ соответственно (табл. 3).

Таблица 2

Модель-классификация оценки устойчивости ландшафта [1]

Признак / класс устойчивости	I Минимальная устойчивость	II Устойчивость ниже средней	III Средняя устойчивость	IV Устойчивость выше средней	V Максимальная устойчивость
1	2	3	4	5	6
1. Радиационный баланс, ккал/см ² год	$\frac{5-10}{0-0,18}$	$\frac{11-20}{0,18-0,29}$	$\frac{20-30}{0,29-0,41}$	$\frac{30-50}{0,41-0,65}$	$\frac{50-80}{0,65-1,00}$
2. Радиационный индекс сухости	$\frac{5-4}{0-0,20}$	$\frac{4-3}{0,20-0,44}$	$\frac{3-2}{0,44-0,68}$	$\frac{2-1}{0,68-0,88}$	$\frac{1-0,45}{0,88-1,00}$
3. Ветровой режим: а) количество дней со штилями в году (баллы)	$\frac{0-1}{0-0,20}$	$\frac{1-2}{0,20-0,40}$	$\frac{2-3}{0,40-0,60}$	$\frac{3-4}{0,60-0,80}$	$\frac{4-5}{0,80-1,00}$
4. Ветровой режим: б) количество дней с сильными ветрами (баллы)	$\frac{5-4}{0-0,20}$	$\frac{4-3}{0,20-0,40}$	$\frac{3-2}{0,40-0,60}$	$\frac{2-1}{0,60-0,80}$	$\frac{1-0}{0,80-1,00}$
5. Интенсивность геоматических процессов, баллы	$\frac{0-4}{0-0,20}$	$\frac{4-8}{0,20-0,40}$	$\frac{8-12}{0,40-0,60}$	$\frac{12-16}{0,60-0,80}$	$\frac{16-20}{0,80-1,00}$
6. Устойчивость составных частей ландшафта, баллы	$\frac{0-1}{0-0,20}$	$\frac{1-2}{0,20-0,40}$	$\frac{2-3}{0,40-0,60}$	$\frac{3-4}{0,60-0,80}$	$\frac{4-5}{0,80-1,00}$
7. Контрастность урочищ в ландшафте, баллы	$\frac{0-1}{0-0,20}$	$\frac{1-2}{0,20-0,40}$	$\frac{2-3}{0,40-0,60}$	$\frac{3-4}{0,60-0,80}$	$\frac{4-5}{0,80-1,00}$
8. Защищенность грунтовых вод, баллы	$\frac{0-1}{0-0,20}$	$\frac{1-2}{0,20-0,40}$	$\frac{2-3}{0,40-0,60}$	$\frac{3-4}{0,60-0,80}$	$\frac{4-5}{0,80-1,00}$
9. Индекс биологической эффективности климата (индекс ТК)	$\frac{0-4}{0-0,20}$	$\frac{4-8}{0,20-0,40}$	$\frac{8-12}{0,40-0,60}$	$\frac{12-16}{0,60-0,80}$	$\frac{16-20}{0,80-1,00}$
10. Индекс интенсивности биологического круговорота	$\frac{0-0,1}{0-0,002}$	$\frac{0,1-0,2}{0,002-0,004}$	$\frac{3-4}{0,060-0,080}$	$\frac{10-17}{0,200-0,340}$	$\frac{20-50}{0,400-1}$
11. Эрозионный смыв почв (т/га в год)	$\frac{8-6}{0-0,250}$	$\frac{6-4}{0,250-0,500}$	$\frac{4-2}{0,500-0,750}$	$\frac{2-1}{0,750-0,875}$	$\frac{1-0}{0,850-1}$

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Интегральный показатель устойчивости ландшафта (ИПУЛ) для оценочной классификации «ОКУ1» (9 параметров)	0–0,198	0,198–0,392	0,392–0,588	0,588–0,793	0,793–1,00
Интегральный показатель устойчивости ландшафта (ИПУЛ) для оценочной классификации «ОКУ2» (11 параметров)	0–0,185	0,185–0,367	0,372–0,556	0,567–0,759	0,762–1,00
Примечание: в числителе – значения параметра для левой и правой границ класса; в знаменателе – то же для нормированных значений показателей. Подсветкой выделены дополнительно учтенные критерии.					

Таблица 3

Второй уровень свертки показателей для получения оценочных шкал [3]

Признаки	Классы устойчивости				
	I min	II	III	IV	V max
Интегральный показатель устойчивости по морфометрии (ИП1)	<u>0,000-0,014</u> $\Delta=0,014$ 0,007	<u>0,014-0,029</u> $\Delta=0,015$ 0,022	<u>0,029-0,167</u> $\Delta=0,138$ 0,098	<u>0,167-0,614</u> $\Delta=0,447$ 0,390	<u>0,614-1,000</u> $\Delta=0,386$ 0,807
Интегральный показатель устойчивости по климату (ИП2)	<u>0,000-0,210</u> $\Delta=0,210$ 0,105	<u>0,210-0,391</u> $\Delta=0,181$ 0,300	<u>0,391-0,598</u> $\Delta=0,207$ 0,494	<u>0,598-0,806</u> $\Delta=0,208$ 0,702	<u>0,806-1,000</u> $\Delta=0,194$ 0,903
Интегральный показатель устойчивости по гидрологии (ИП3)	<u>0,000-0,299</u> $\Delta=0,299$ 0,150	<u>0,299-0,462</u> $\Delta=0,163$ 0,380	<u>0,462-0,743</u> $\Delta=0,281$ 0,602	<u>0,743-0,885</u> $\Delta=0,142$ 0,814	<u>0,885-1,000</u> $\Delta=0,115$ 0,942
Интегральный показатель устойчивости (ИПУа)	0,000-0,174 $\Delta=0,174$ 0,087	0,174-0,294 $\Delta=0,120$ 0,234	0,294-0,503 $\Delta=0,209$ 0,398	0,503-0,768 $\Delta=0,265$ 0,635	0,768-1,000 $\Delta=0,232$ 0,884

В табл. 3. приведены левая и правая границы нормированных значений ИПУ, ниже – ширина диапазона для класса (Δ), в последней строке – ИПУ для середины класса. Далее, два субиндекса ИПУВ и ИПУЛ агрегируются в Индекс ИПУ с учетом или без учета веса субиндексов (табл. 4).

Третий уровень свертки показателей для получения оценочных шкал

Интегральный показатель устойчивости водоема ИПУВ	Интегральный показатель устойчивости ландшафтов водосбора (11 параметров) ИПУЛ	Интегральный показатель устойчивости водосбора ИПУ
$\frac{0,000 - 0,137}{\Delta=0,137}$ 0,069	$\frac{0,000 - 0,198}{\Delta=0,198}$ 0,099	$\frac{0,000 - 0,168}{\Delta=168}$ 0,084
$\frac{0,137 - 0,262}{\Delta=0,125}$ 0,200	$\frac{0,198 - 0,392}{\Delta=0,194}$ 0,295	$\frac{0,168 - 0,327}{\Delta=0,159}$ 0,248
$\frac{0,262 - 0,471}{\Delta=0,209}$ 0,367	$\frac{0,392 - 0,588}{\Delta=0,196}$ 0,490	$\frac{0,327 - 0,530}{\Delta=0,203}$ 0,102
$\frac{0,471 - 0,735}{\Delta=0,263}$ 0,603	$\frac{0,588 - 0,793}{\Delta=205}$ 0,690	$\frac{0,530 - 0,764}{\Delta=0,234}$ 0,647
$\frac{0,735 - 1,000}{\Delta=0,734}$ 0,868	$\frac{0,793 - 1,000}{\Delta=0,207}$ 0,896	$\frac{0,764 - 1,000}{\Delta=0,236}$ 0,882

В табл. 4 приведены левая и правая границы нормированных значений ИПУ, ширина диапазона для класса (Δ), ИПУ для середины класса.

Заключение. Разработаны модели-классификации интегральной оценки ИПУ водоема и ландшафтов на его водосборе на основе построения композитных индексов. Новизной исследования является создание моделей для водоема и ландшафтов на водосборе для дальнейшей оценки потенциальной устойчивости системы «водоем+водосбор».

Литература

1. Дмитриев В.В., Огурцов А.Н., Седова С.А., Алексеева А.А., Байжанова К.К., Грига С.А., Кислина А.Е. Интегральная оценка устойчивости наземных ландшафтов: от балльных оценок к композитным индексам на основе территориальных детерминант // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 2. – 45-53.
2. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. – СПб.: Наука, 2004. – 294.
3. Овсеян А.А., Панютин Н.А., Дмитриев В.В. Потенциальная устойчивость водоема: от балльно-индексных оценок к интегральной оценке на основе композитных индексов // Международный студенческий научный вестник. – 2024. – № 1. – 45-55.
4. Снакин В.В., Снакин В.В., Мельченко В.Е. Оценка состояния и устойчивости экосистем. – М.: ВНИИприрода, 1992. – 127.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖЕ

Паташова Е.С.

Научный руководитель: Скрипчинская Е.А., к. г. н., доцент
Северо-Кавказский Федеральный университет, Ставрополь, Россия
patashova.elizaveta@yandex.ru

В статье приводится анализ влияния дестабилизирующих объектов на состояние окружающей среды. Определен класс опасности и санитарно-защитные зоны для основных дестабилизирующих объектов, выделены приоритетные территории для дальнейшего мониторинга загрязнений экосистем города Воронежа.

Ключевые слова: дестабилизирующие объекты, санитарно-защитная зона, класс опасности, промышленная зона.

Современный Воронеж – главный экономический центр области и один из крупнейших в России. Ведущими отраслями экономики являются машиностроение, металлообработка, радиоэлектронная и химическая промышленность. В городе высокими темпами развивается производство строительных материалов.

В черте города Воронежа можно выделить основные объекты, которые оказывают как стабилизирующее: парки, скверы, защитные лесополосы, выступающие в роли геохимических барьеров; так и дестабилизирующее влияние на окружающую среду: кладбища, промышленные предприятия, автомобильные дороги, стоянки, объекты капитального строительства, места складирования твердых коммунальных отходов.

Рассматривая дестабилизирующие объекты (ДО), нельзя не учитывать воздействие промышленных зон и отдельных предприятий на состояние окружающей среды. В рамках исследования выявлена вредность самых крупных ДО города Воронежа и нормы протяженности санитарно-защитных зон (СЗЗ) установленных в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1200-03 [1] – ширина этой зоны зависит от степени опасности сооружения в нормальном режиме эксплуатации.

Размер СЗЗ вариабелен и может достигать 1000 м, в зависимости от того, к какому классу опасности относится предприятие. Классификация СЗЗ зависит от пяти существующих классов опасности (I – V). Для первого класса опасности ориентировочный размер СЗЗ составляет 1000 м, для второго – 500 м, для третьего – 300 м, для четвертого и пятого – 100 и 50, соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Классы опасности дестабилизирующих объектов и их СЗЗ г. Воронежа

Дестабилизирующие объекты	Класс опасности	СЗЗ
Западная промышленная зона		
Юго-Западное кладбище	I	1000
Коминтерновское кладбище	II	500
ФГУП «Воронежский механический завод»	II	500
ОАО «Рудгормаш»	II	500
ОАО «Тяжмехпресс» - «ЭНИКмаш-В»	II	500
ФГУП «Конструкторское бюро химавтоматики»	II	500
ОАО Концерн «Созвездие»	III	300
Правобережные очистные сооружения	III	300
Воронежский филиал ЗАО «Верофарм»	III	300
ООО Завод «АгроТехМаш»	III	300
Воронежский завод сельхозмашин	III	300
ООО Пивоваренный завод «Канцлеръ»	III	300
ООО Воронежский пивзавод	III	300
Завод ЖБК	III	300
Деревообрабатывающий завод	III	300
Воронежский тепловозремонтный завод им. Дзержинского	IV	100
ОАО Молочный комбинат «Воронежский»	IV	100
ЗАО «Янтарь»	IV	100
ОАО «Воронежская кондитерская фабрика»	IV	100
Восточная промышленная зона		
ОАО «Воронежсинтезкаучук»	I	1000
ОАО «Воронежское акционерное самолетостроительное общество»	II	500
Левобережное кладбище	II	500
ЗАО «Воронежстальмост»	II	500
Нефтебаза	II	500
Нефтебаза 2	II	500
Нефтебаза 3	II	500
Нефтебаза 4	II	500
Воронежская ТЭЦ-1	III	300
ООО «Амтел-Черноземье» ВШЗ	III	300
Газохранилище	III	300

Дестабилизирующие объекты	Класс опасности	СЗЗ
Северная промышленная зона		
Полигон ТБО	I	1000
Асфальтобетонный завод	II	500
Воронежский вагоноремонтный завод им. Тельмана	IV	100
Воронежский электроремонтный завод	IV	100
Воронежский стеклотарный завод – филиал ООО «РАСКО»	IV	100
Южная промышленная зона		
Никольское кладбище	II	500
Березовское кладбище	II	500
Шиловское кладбище	II	500
ООО «Воронежсельмаш»	III	300

Анализ физико-географических условий необходим для определения наиболее уязвимых мест в планировочной структуре города ввиду того, что скорость и направление ветра, особенности подстилающей поверхности будут оказывать непосредственное влияние на распространение загрязнителей.

Территория Воронежа обладает контрастным рельефом, что определяется расположением на границе Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины. Правобережная часть находится на возвышенных участках, а левобережная – на низменных. При этом пойма реки Воронеж будет являться зоной аккумуляции ввиду самого низкого расположения (90 м). В течении года преобладает слабый ветер 4-5 м/с, западного и юго-западного направлений.

Главной ландшафтно-планировочной осью территории города является река Воронеж, от берегов которой происходило основное расселение в сторону периферии [2]. Экономико-географическое и социальное разделение города на условные Правобережье и Левобережье сильно прослеживается и в современной планировочной структуре. Особенно выделяется пространственное размещение объектов промышленного производства, которые напрямую взаимодействуют с общественно-деловой и жилой зонами застройки относительно «географического» центра города. На основании анализа пространственного размещения ДО проведено районирование города, выделены основные промышленные зоны:

– западная промышленная зона – которая включает в себя ДО с I, II и III классом опасности, задействованных в основном в тяжелом, точном и общем машиностроении, в пищевой промышленности и производстве строительных материалов, а также кладбища с площадью более 30 га.

– восточная промышленная зона – включает большое количество ДО I, II и III класса опасности, авиационная промышленность, по обеспечению электрической энергией, хранению и складированию газа, нефти и продуктов ее переработки, крупные предприятия химической промышленности (ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ООО «Амтел-Черноземье» ВШЗ), по производству металлических и деревянных конструкций, а также кладбища.

– северная и южная промышленные зоны слабо выражены на фоне первых двух и включают в себя преимущественно полигоны ТБО, места захоронения, предприятия, связанные с ремонтом и монтажом машин и оборудования, и в меньшей мере – производство сельскохозяйственного оборудования и строительных материалов.

С целью выявления степени влияния промышленных и других ДО на окружающую среду города Воронежа определена СЗЗ для всех предприятий. На карта-схеме выделены буферные зоны, характеризующие классы опасности и зоны наиболее подверженные загрязнению с возможными точками дальнейшего мониторинга (рис. 1).

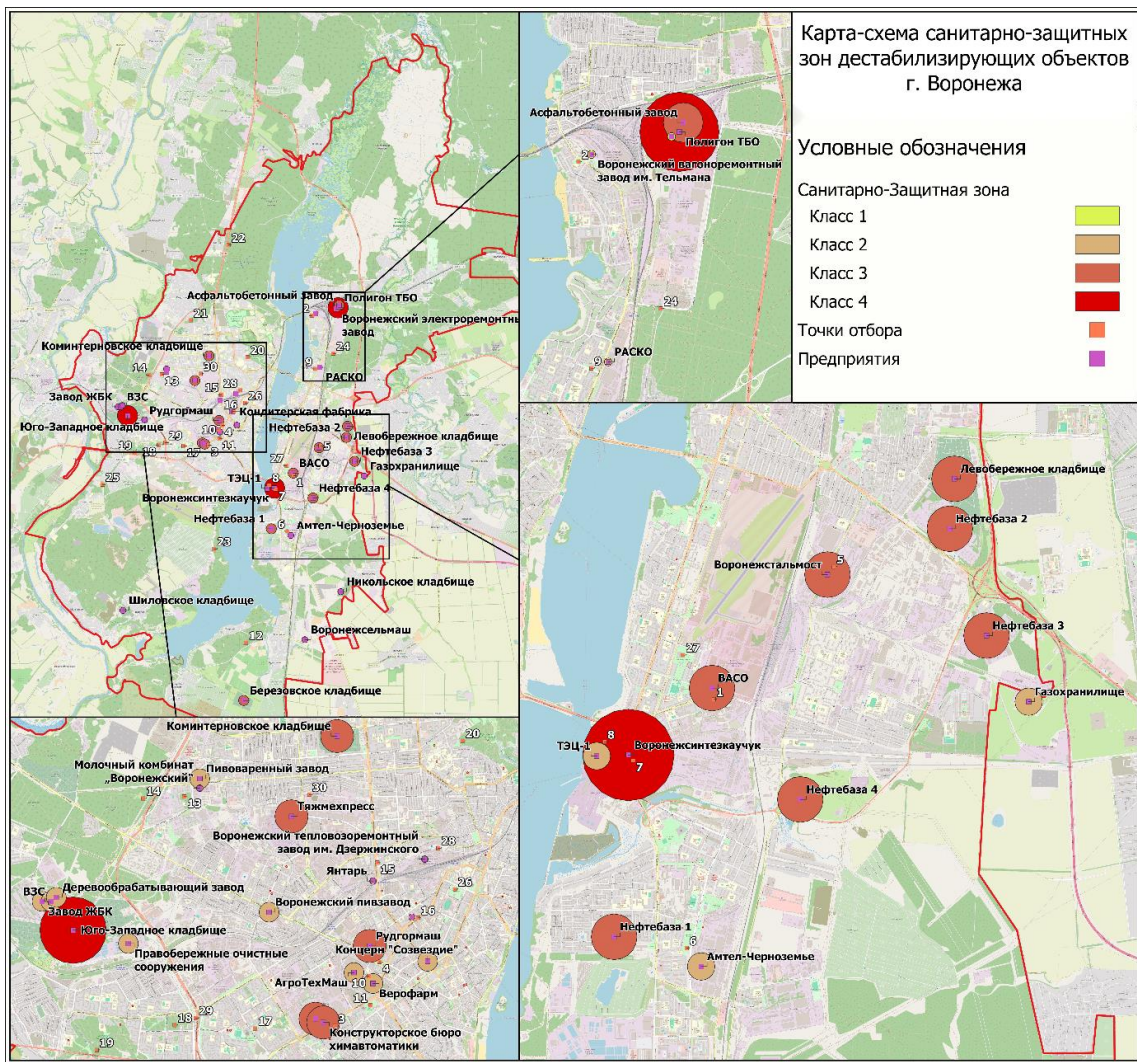


Рис. 1. Карта-схема санитарно-защитных зон дестабилизирующих объектов г. Воронежа

Большая часть ДО расположена в пределах восточной и западной промышленных зон. С учетом преобладающих ветров и особенностей подстилающей поверхности можно сделать вывод, что наиболее подверженными загрязнению будут являться территории в центральной и восточной частях города при превалировании западных и юго-западных ветров. Перенос загрязнителей будет осуществляться вниз по орографической прямой с запада на восток, оседая в понижениях.

В северной и южной зонах сдерживающим фактором выступают обильные защитные насаждения, которые могут как ограждать экосистемы города от внешних загрязнителей, так и накапливать внутренние в черте города.

В дальнейшем, при анализе территории на предмет загрязнения стоит особенное внимание уделить:

- крупным промышленным предприятиям с I и II классом опасности, объектам химической и топливной промышленности;
- санитарно-защитным зонам и обеспеченности их зелеными насаждениями, а также территориям объектов социальной инфраструктуры;
- территориям, занятым защитными насаждениями, осуществляющим роль естественного барьера на пути загрязнителей: буферные зоны, ядра и коридоры экологического каркаса в виде линейных насаждений, парков, скверов, бульваров, лесных массивов, ООПТ и т.д.;
- прибрежной зоне реки Воронеж, пойма которой расположена в естественном понижении и будет являться зоной аккумуляции;
- зонам кладбищ, особенно со стороны понижения рельефа;
- крупным автомагистралям и путям железнодорожного сообщения.

Литература

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» от 28 февраля 2022 года.
2. Паташова Е.С., Скрипчинская Е.А., Ленда Д.Г. Современное состояние и структура экологического каркаса города Воронежа // материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию создания факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2024. – С. 59-64.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ ПОИСКА АВТОМОРФНЫХ НАТИВНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ В АГРАРНО ОСВОЕННОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Скоков М.А., Нарожняя А.Г.

Научный руководитель: Чендев Ю.Г., д.г.н., проф.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия
1386202@bsu.edu.ru*

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 24-17-00154 «География, свойства и эталонные функции нативных черноземов лесостепи юга Среднерусской возвышенности»).

Представлена методика использования исторических карт для поиска нативных черноземов с использованием геоинформационных систем.

Ключевые слова: нативные черноземы, ретроспективный анализ, карты генерального межевания, топографические карты, Белгородская область.

Белгородская область значительно антропогенно преобразована, с каждым годом сокращается площадь непреобразованных земель. В связи с чем актуальным является изучение нативных черноземов, которые могли бы выступать эталонами сравнения со староосвоенными почвами окружающих территорий, а также могли бы дать новую информацию о природных свойствах и особенностях географии распространения естественных признаков черноземов. Первым этапом в изучении таких почв должен стать их поиск с использованием имеющихся картографических материалов. В географических исследованиях часто используют карты как источник для исследования. В отдельных исследованиях важным аспектом является ретроспективное изучение объектов в пространстве, которое может позволить установить важные закономерности в процессах изменения окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. При этом важен масштаб имеющихся картографических материалов и их временной ряд.

При подборе разновременных картографических материалов рекомендовано использовать одинаковый масштаб, так как при генерализации линии и контура площадных объектов сглаживаются, а отдельные объекты и вовсе исчезают. Поэтому при проведении различных по охвату территории исследованиях рекомендовано использовать разный масштабный ряд: так при ландшафтном картографировании сверхкрупный масштаб (1:100 – 1:500) используют при выделении фаций, крупномасштабные карты (1 : 5000 – 1:50 000) – подурочищ и урочищ, а среднемасштабные (1:100 000 – 1:500 000) – местностей и крупных урочищ.

При необходимости использовать старинные карты подбирают масштаб, соответствующий указанному ряду: крупномасштабные (1 верста в дюйме или 0,42 км в 1 см, 2 версты в дюйме или 0,84 км в 1 см), среднемасштабные (3, 5 или десять верст в дюйме).

В России сохранились карты генерального межевания, которое началось согласно Манифесту 19 сентября 1765 г. и закончилось в середине XIX в. Такие планы не имели опорных пунктов, их стыковка осуществлялась по общим границам дач и земельным рубежам без использования картографических проекций. В то же время планы генерального межевания являются подробным отражением местности на момент их составления: отмечено множество населенных пунктов, в том числе хуторов, однодворок, постоянные дворы, мельницы, починки, дороги, тракты, нанесена речная сеть и водоемы, балки, леса, сельскохозяйственные угодья (пашни, кормовые угодья) и прочие объекты (рис. 1А).

Большое количество объектов и известный масштаб при отсутствии проекции позволяет сопоставлять данные планы с современными. Местом хранения крупномасштабных картографических материалов XVIII и XIX вв. является Российский государственный архив древних актов (РГАДА) (г. Москва). Сопоставимыми по масштабному ряду картам генерального межевания являются карты М 1:10000, которые для территории Белгородской области датируются 1950 и 1980 годами обновления (рис. 1Б).

В качестве современных данных о территории исследования могут выступать космические снимки с разрешением 2,0-2,5 м. Такие снимки находятся в свободном доступе в сети Интернет и могут быть использованы в геоинформационных системах в качестве базовой карты (например, ресурс ArcGISWorldImagery (рис. 1В) – <https://www.arcgis.com/home/webscene/viewer.html>, или ресурс Google <https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&x={x}&y={y}&z={z}>).

Все указанные источники собирают в одном геоинформационном проекте, привязывают к единой системы координат (для данного исследования использована МСК-31) и производят векторизацию кормовых угодий (сенокосов, выгонов (пастбищ)).

Использование оверлейных операций (пересечение) позволяет автоматизировать выделение участков, которые с XVIII в. и по сегодняшний день находились под сенокосами и пастбищами. Автоморфность условий определяется месторасположением участка на водоразделе, поэтому на следующем этапе, отбираются участки, расположенных на выровненных территориях (рис. 1Г).

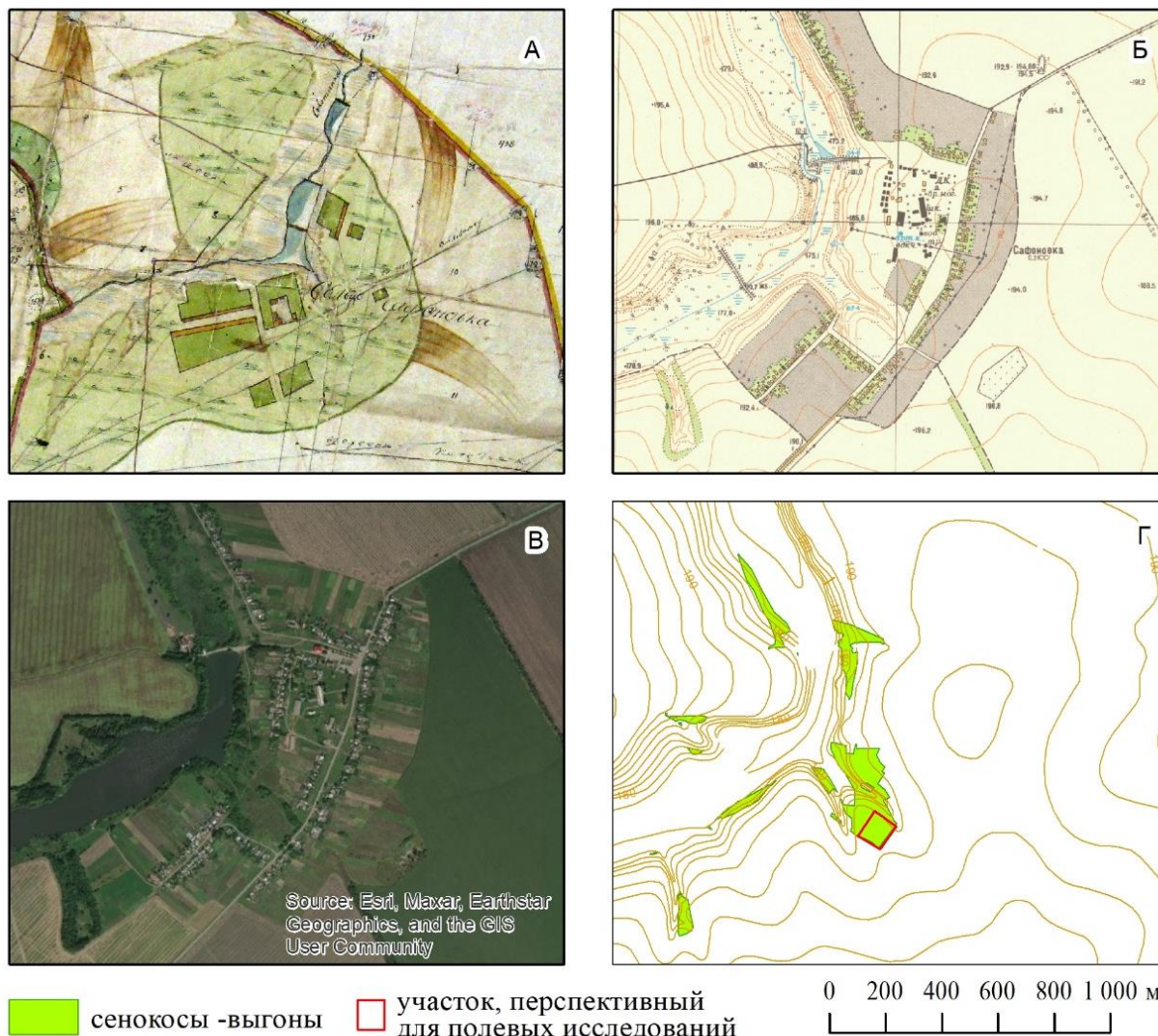


Рис. 1. Данные съемок села Сафоновка в разные периоды и ареалы сенокосов-выгонов, существующего в неизменном виде с 1783 года: А – план генерального межевания 1784 г., Б – топографическая карта М 1:10000 1982 г., В – космический снимок 2018 г., Г – ареалы сенокосов-выгонов на карте высот.

В ходе проведения исследований нативных черноземов на сенокосах – выгонах запланировано выполнение широкого списка лабораторных анализов почв, включая определение их плотности, порозности, структурно-агрегатного и гранулометрического состава, содержания и запасов $C_{орг}$, углекислоты карбонатов и ряда других почвенных свойств.

Использование разновременных картографических материалов в ГИС позволяет выделять участки, которые использовались для сенокоса и выпаса скота на протяжении нескольких веков. Морфометрических анализ рельефа позволяет устанавливать плоские участки. Такие участки перспективны для изучения нативных черноземов, которые могли бы выступать эталонами сравнения со староосвоенными почвами. Всего установлено 10 участков.

АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАК КЛЮЧ К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

Уткин К.В.

Научный руководитель: Киреева-Гененко И.А., к.г.н., доцент
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
kirillutkin02@mail.ru*

В статье рассматривается влияние антропогенного воздействия человека на окружающую среду. Проанализированы основные источники загрязнений и выбросов, выявлены причины ухудшения качества жизни населения.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, окружающая среда, атмосфера, качество жизни.

Антропогенное воздействие на окружающую среду является актуальной темой в настоящее время, так как решение экологических проблем охватывает весь мир, все человечество. Человек и природа находятся в глубокой взаимосвязи и представляют собой единое целое. Природа служит для человека и общества не только средой обитания, но и основным источником необходимых ресурсов. Окружающая среда и природные богатства составляют фундамент для жизни и развития человеческого общества, а также являются ключевыми источниками удовлетворения как материальных, так и духовных потребностей. Между людьми и природой устанавливаются разнообразные связи и отношения, способствующие комфортному существованию.

Глобальные процессы формирования и перемещения живых организмов в биосфере взаимосвязаны и сопровождаются круговоротом веществ и энергии. Атмосферный воздух является ключевым фактором, определяющим условия проживания человека. В настоящее время в результате сжигания ископаемых источников топлива в атмосферу ежегодно выбрасывается около 20 миллиардов тонн углекислого газа, который относится к группе парниковых газов, включая озон, метан и фреоны (рис. 1). Природные катаклизмы негативно влияют на здоровье населения Земли, создавая условия, способствующие распространению патогенных насекомых, паразитов, микробов и вирусов. Эти организмы приносят с собой опасные и потенциально смертельные заболевания. В сочетании со снижением иммунной устойчивости, обусловленным нехваткой питания, это может привести к массовым эпидемиям [1]. К антропогенным факторам промышленного производства, негативно влияющим на гидросферу, относится сброс в водоемы плохо очищенных сточных вод промышленных предприятий (свинец, ртуть, кадмий, нефтепродукты, поверхностно активные синтетические вещества и др.) (рис. 2).

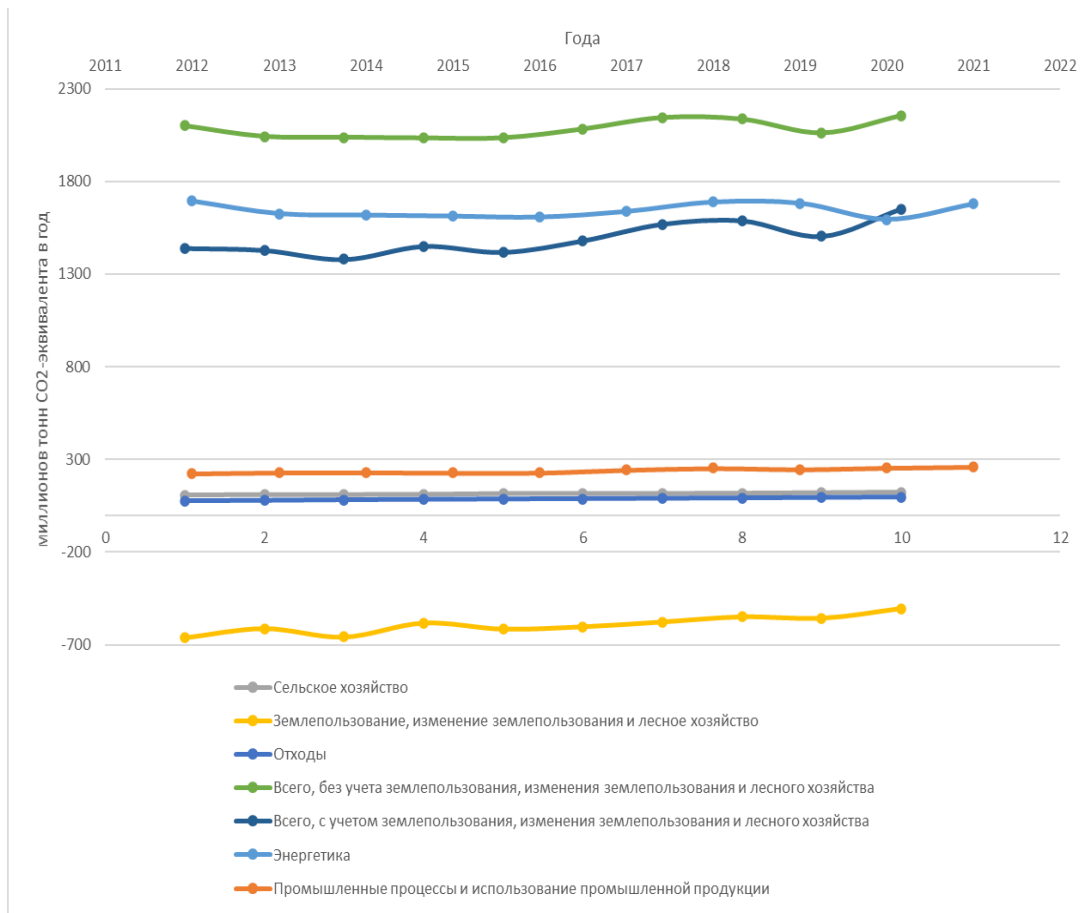


Рис. 1. Выбросы парниковых газов по секторам (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год)

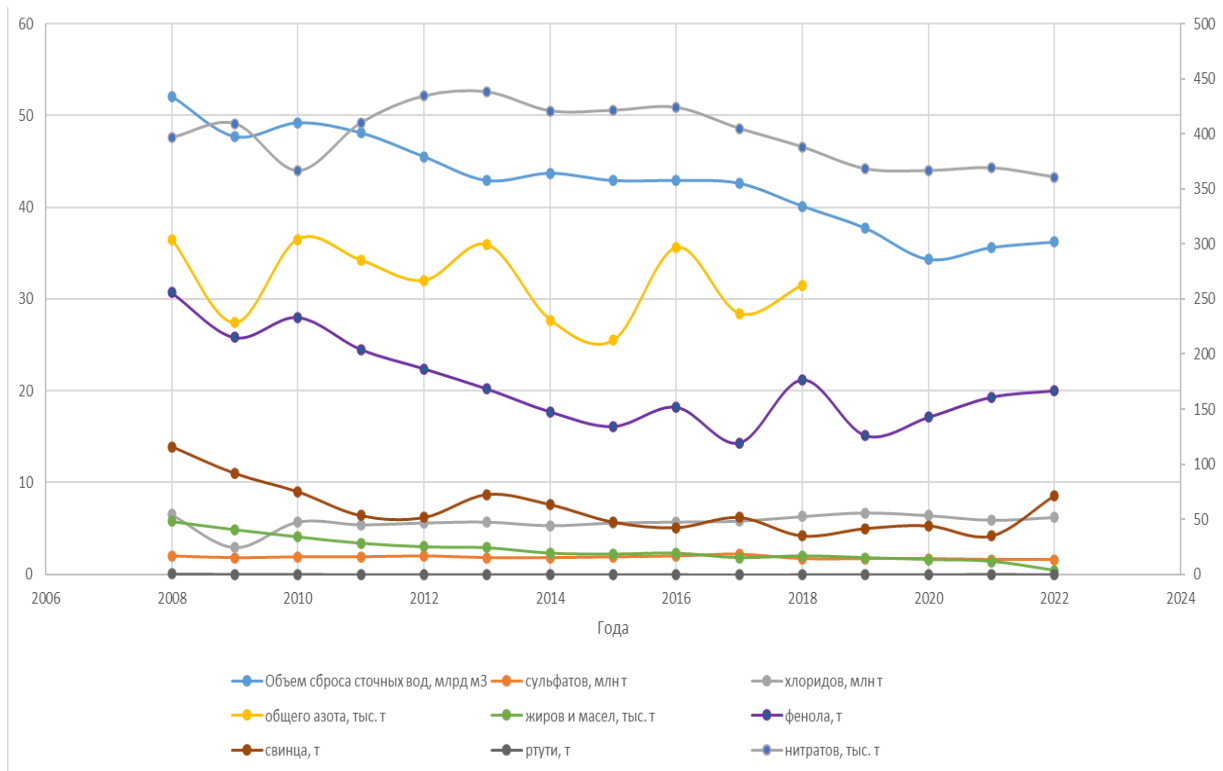


Рис. 2. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы по Российской Федерации

Вопросы качества жизни населения рассматриваются в рамках различных дисциплин, таких как экономика, социология, философия, медицина, а в последние десятилетия также и экология. Учитывая, что улучшение качества жизни является стратегической целью национального развития, а проблема загрязнения окружающей среды становится все более актуальной, анализ и оценка воздействия антропогенных факторов на качество жизни приобрели особую значимость в последние годы [1].

Не канцерогенные вещества способны вызывать разнообразные нарушения здоровья человека, которые можно трактовать как различные виды токсических эффектов, фиксируемых на клеточном, тканевом и популяционном уровнях. Значительная часть выбрасываемых в атмосферу веществ обладает канцерогенными свойствами, что приводит к увеличению риска возникновения злокачественных заболеваний среди населения (рис. 3).

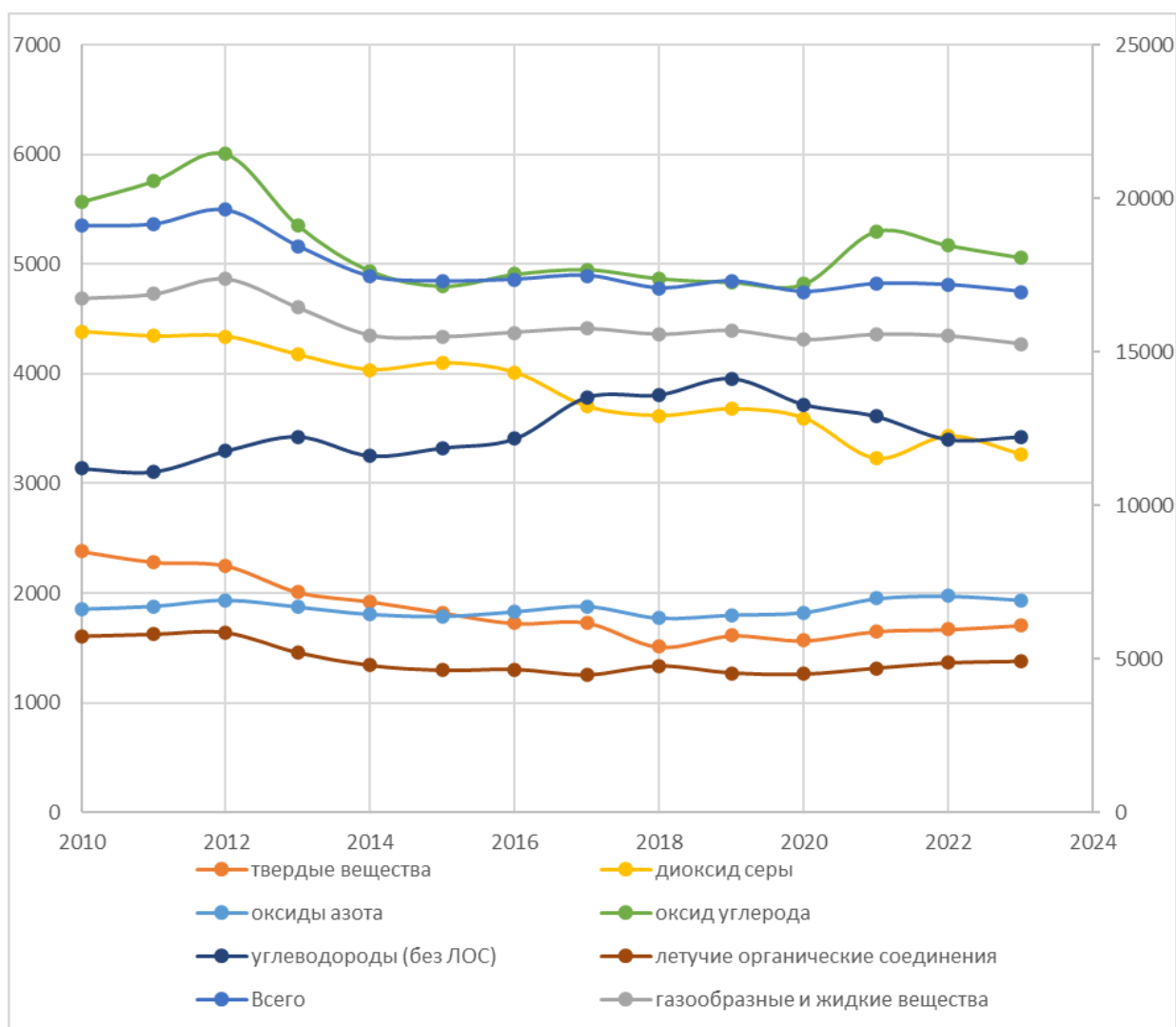


Рис. 3. Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, по РФ

Исследование влияния антропогенных факторов на промышленное производство демонстрирует значительную связь между воздействием на окружающую среду и уровнем жизни населения. Является очевидным, что это воздействие должно быть учтено в социально-экономических и эколого-экономических стратегиях регионального развития. Важным аспектом является создание единой информационной базы для оценки качества жизни населения, что позволит проводить мониторинг и контролировать меры, направленные на его улучшение [2, 3].

Следовательно, при оценке качества жизни населения необходимо учитывать экологический аспект антропогенных факторов, основываясь на показателях, анализирующих изменения в выбросах загрязняющих веществ и парниковых газов.

Показатели относительно поступлений загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы свидетельствуют о том, что систему очистки и фильтрации водных ресурсов и сточных вод необходимо модернизировать.

Неопределенность в развитии научно-технического прогресса в сфере рекреации и повседневной целевой среды как для городского, так и для сельского населения, в сочетании с поставками энергоносителей, угрожающих экологическому равновесию, оказывает негативное влияние на этот процесс.

Таким образом, антропогенные факторы, связанные с промышленным производством, воздействуют на качество жизни граждан не только через интегральные показатели, но и сказываются на инвестиционном рейтинге региона. Учет риска, снижение качества жизни населения при оценке риска способствует принятию более взвешенных решений, создавая необходимые экономические, экологические и социально-психологические условия.

Литература

1. Архипова М.Ю. Инновации и уровень жизни населения. Исследование взаимосвязи и основных тенденций развития – Вопросы статистики. – 2013. – № 4. – С. 45-53.
2. Белик И.С., Камдина Л.В. Взаимосвязь антропогенного воздействия и качества жизни населения в Свердловской и Челябинской областях – Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 7 (417). – С. 39-48.
3. Петина М.А., Киреева-Гененко И.А., Симонова М.А. Пространственная оценка качества окружающей среды в горнодобывающих районах Курской магнитной аномалии как фактора экологической безопасности в регионе // Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы. Сборник материалов Всероссийской молодежной школы-конференции, посвященной 15-летию основания кафедры природопользования и геоэкологии и 10-летию возрождения деятельности Чувашского республиканского отделения ВОО «Русское географическое общество». Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. 2016. – С. 182-188.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ДЕМА В ПРЕДЕЛАХ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

Фатхутдинова И.Ш.

Научный руководитель: Фатхутдинова Р.Ш., старший преподаватель
Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Башкортостан, Россия
Rossiairina.fatkhutdinova@yandex.ru

В статье приводится анализ антропогенного загрязнения природных вод на примере реки Дема, находящаяся на территории Уфимского промышленного узла.

Ключевые слова: река Дема, качество воды, Уфимский промышленный узел, антропогенное воздействие, экологическое состояние.

В настоящее время очень остро стоит проблема количественного и качественного истощения водных ресурсов. Немалую роль в этом играет Уфимский промышленный узел, в котором сосредоточено большое количество хозяйственных, коммунально-бытовых, промышленных объектов.

Актуальность проведения исследования по Уфимскому промышленному узлу обуславливается большим сосредоточением хозяйственных объектов на изучаемой территории, а также не малыми показателями водопотребления и водоотведения, что впоследствии приводит как к качественным, так и к количественным истощениям водных ресурсов.

Повышенный водозабор на реке Дема обусловлен повышенным развитием промышленности по производству тепловой энергии и строительством оздоровительных центров.

Если рассматривать экологическое состояние водного объекта, то на реке Дема происходит увеличение сброса сточных вод с 2011 по 2013 г. Далее после 2013 года по 2019 год данные показывают примерно одинаковые значения (рис. 1), но уже с 2021 года идет резкое увеличение сброса сточных вод. Связано это с тем, что в последние годы произошло увеличение числа респондентов, осуществляющих сброс сточных, транзитных и других вод в реку Дема.

Спад в 2011 году обусловлен уменьшением количества респондентов, осуществляющих сброс, а в 2020 году связан с пандемией COVID-2019, когда многие работники находились на локдауне и многие предприятия приостановили свою деятельность. Необходимо указать, что сами потоки с загрязняющими веществами до того, как попасть в водные объекты, попутно создают негативные условия и процессы. Подземный сток, загрязненный растворами серной, азотной кислоты, углекислоты активизирует процесс растворения гипсов, известняков, тем самым обостряет проблему развития карста; является агрессивной средой для подземных коммуникаций.

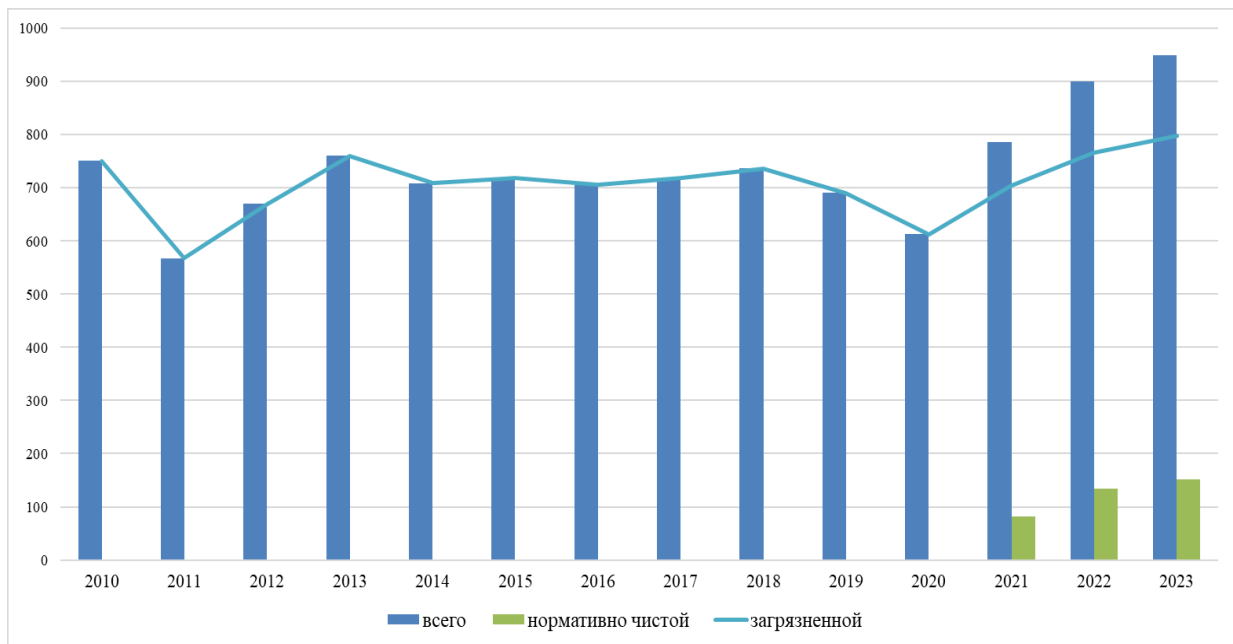


Рис. 1. Сброс сточных, транзитных и других вод в р. Дема, тыс. куб. м. (составлено автором [1])

Открытые загрязненные потоковые системы являются объектом антисанитарных условий. Сосредоточенный поверхностный сток активизирует эрозионные процессы.

На рис. 2 приведено изменение массы загрязняющих веществ: БПК_{полн}, взвешенные вещества, нитрат-анион, нитрит-анион, фосфат (по фосфору) в реке Дема в пределах Уфимского промышленного узла в период с 2010 по 2020 гг., поступающих в поверхностный водный объект путем сброса сточных вод.

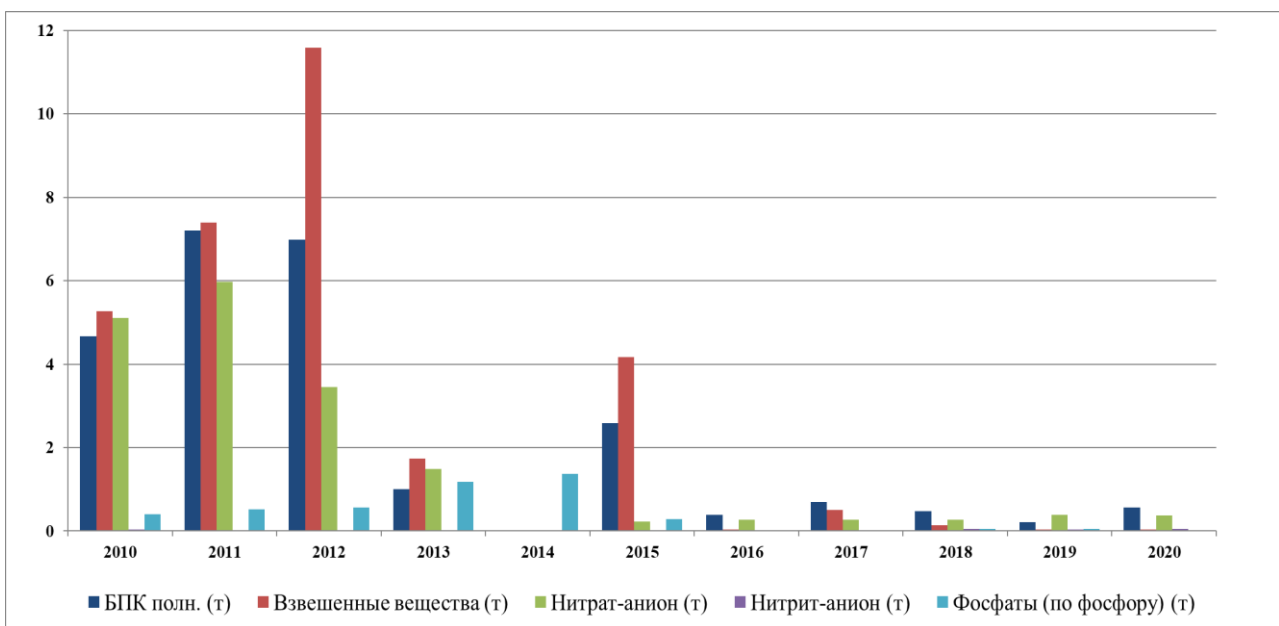


Рис. 2. Загрязняющие вещества в реке Дема в пределах г. Уфа, поступающие в водный объект путем сброса сточных вод (составлено автором [1])

По данным, приведенным на рис. 2, можно сделать вывод, что к 2020 году количество загрязняющих веществ, поступающих в реку Дема в пределах города Уфы и Уфимского района, путем сброса сточных вод идет на спад.

Максимальные показатели отмечаются в 2012 году у взвешенных веществ и в 2017 году у нитрата-аниона.

Подводя итоги, по данным из наблюдаемых пунктов в пределах города Уфы и Уфимского района, можно заметить в последние годы влияние загрязняющих веществ значительно снижается.

Подводя итог, можно заметить тенденцию того, что в последние года происходит увеличение количества сбрасываемой воды, но в то же время идет снижение концентрации загрязняющих веществ. Это может происходить по ряду причин, например, установка более эффективных очистных сооружений на предприятиях, уменьшение количества забора и сброса, путем возникновения новых технологий оборотного использования воды, а также уменьшение количества респондентов, осуществляющих сброс в реки Уфимского промышленного узла.

Литература

1. Фондовые данные ФГБВУ «Центррегионводхоз».
2. Фатхутдинова И.Ш., Фатхутдинова Р.Ш. Динамика качества речных вод, находящихся под влиянием промышленных сбросов в пределах города Уфа // Экологические чтения – 2024: материалы XV Национальной научно – практической конференции, 2024. – С. 704-708.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

О ПОСЛЕДСТВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИЛОВЛИНСКОГО РАЙОНА

Дрокина Д.А.

Научный руководитель: Овчарова А.Ю., к. г. н.
*Волгоградский государственный аграрный университет
Институт непрерывного образования, Россия
Drokinadiana0@gmail.com*

В статье рассматриваются экологические проблемы и их последствия, связанная с использованием пестицидов и химикатов на полях Иловлинского района Волгоградской области, повлекшие за собой лейкоз крупного рогатого скота.

Ключевые слова: лейкоз коров, Иловлинский район, эпидемия лейкоза, пестициды на полях.

Проблема применения пестицидов и гербицидов на полях стоит очень остро, т.к. последствия их применения могут отразиться через 10-30 лет. Крупный и мелкий рогатый скот потребляющий токсичные посадки часто заболевают неизлечимыми инфекциями. Использование мяса или молока таких животным может привести к болезням человека. Токсичность зерновых культур, обусловленная использованием вредных веществ, имеет важное значение для здоровья человека и экологии. Приводит к значительному снижению урожайности, потере биоразнообразия, загрязнению почвы и воды, заболеванию домашнего скота [1]. В Иловлинском районе, хуторе Ширяевском, уже не первый год были обнаружены коровы больные лейкозом. В мае 2024 года снова была зафиксирована вспышка данного заболевания у коров. Согласно открытым источникам, молоко данных коров крайне опасно для человека, поскольку оно содержит канцерогенные вещества, способные запустить опухолевые процессы в организме человека. В целях нераспространения вируса местные власти данную территорию объявили эпизоотическим очагом. Специалистам предстоит обеспечить убой больных животных, а также прочие мероприятия для предотвращения распространения вируса [2]. Данная проблема меня сильно взволновала и решила разобраться с ней, поскольку о причинах периодического появления вспышек лейкоза не сообщалось ни в одной из СМИ.

По нашим наблюдениям, данным из ветеринарного пункта и опросам жителей хутора установлено, что сначала массово начали погибать коровы от лейкоза, а затем это заболевание не обошло и людей. В каждом дворе зафиксированы были случаи смерти от рака. Выяснилось, что, не смотря на запреты использования мяса и молока больных коров местное население

пренебрегало им, поскольку для многих они являлись единственным источником доходов [3]. Вспышка лейкоза у коров в мае 2024 года, по данным СМИ и работникам ветеринарного пункта, далеко не единичный случай. Впервые оно было отмечено еще в 90-х годах XX века. Многие могут сказать, что это было давно, но анализ состояния почвы, воды и растений в целом никто не проводил. Эта тема актуальна, ведь до сих пор люди и животные умирают от рака.

Мы начали выяснять, с чем связано данное заболевание у коров и продолжительность его инкубационного периода. Оказалось, что явные признаки лейкоза проявляются спустя 5-7 лет после поражения животного. Причинами могут служить несколько факторов: низкий уровень иммунитета, обусловленный некачественным кормом и содержанием животного, генетические воздействия, стресс, наличие патологий и соответствующего лечения. К сожалению, лейкоз у коров не лечится, а мясо и особенно молоко от таких коров крайне опасно для человека [4, 5]. Дальнейшее интервьюирование сторожил поселения, показало, что ещё в 80-х годах XX века была завезена «отрава» для зерновых культур от вредителей – пестициды. В то время как остальные колхозы отказались от данной «отравы», в х. Ширяевском посчитали её относительно безопасной. После своза данного пестицида со всего Советского Союза и его использования начались проблемы со здоровьем у крупнорогатого скота, а затем и у людей. К сожалению, данная проблема мало освещалась в СМИ, особенно о причинах возникновения этого заболевания у коров, что повлекло большое количество смертей среди местного населения из-за недостаточной и несвоевременной осведомленности.

Таким образом, можно сказать, что применение пестицидов на полях негативно сказывается на животных, способствуя появлению у них неизлечимых заболеваний, которые могут быть в скрытом состоянии ни один год, а затем и у местного населения. Переход на органическое земледелие является необходимой задачей всех сельскохозяйственных работников.

Литература

1. Логинов С.И. Основные принципы анализа проявления эпизоотического процесса лейкоза крупного рогатого скота. В сборнике: Теория и практика современной аграрной науки. Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2024. С. 765-767.
2. Двоглазов Н.Г., Агаркова Т.А., Осипова Н.А., Амироков М.А., Гулюкин М.И., Шмат Е.В. Ретроспективный анализ инструктивных документов по борьбе с лейкозом крупного рогатого скота // Ветеринария и кормление. 2024. № 4. С.11-20.
3. Ремезов Д.А. Профилактика и меры борьбы с лейкозом крупного рогатого скота. В сборнике: Студенческая наука – первый шаг в академическую науку. Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. В 3-х частях. Чебоксары, 2023. – С. 104-108.
4. Макаров В.В. Эпизоотические аспекты ретровирусной патологии (часть II) // Ветеринария. – 2023. – № 9. – С. 3-10.
5. Шевченко А.А., Кривоносов Р.А., Яковенко П.П., Дмитриев Н.И., Черных О.Ю., Шевченко Л.В. К вопросу диагностики лейкоза крупного рогатого скота // Ветеринария Кубани. – 2023. – № 2. – С. 9-11.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ПЛОЩАДИ ПРУДОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Жигулина Е.В.

*Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия
evkand@yandex.ru*

В статье рассматривается современное состояние прудов Воронежской области. На примере Семилукского района Воронежской области рассмотрена динамика площади прудов с 2002 по 2023 гг. Исследования показали, что практически все пруды сократили площадь своего зеркала, что привело к ухудшению ландшафтно-экологического состояния региона.

Ключевые слова: пруд, деградация, динамика, современное состояние

В настоящее время наблюдается тенденция деградации прудов в Воронежской области. Большинство из них находятся в запущенном состоянии, в связи с отсутствием регулярного ухода и необходимого обслуживания. Это приводит к постепенному ухудшению качества водоемов, загрязнению воды и образованию водорослевых наслоений [2]. Кроме того, проведенные исследования показали, что большинство прудов Семилукского района Воронежской области сокращают свою площадь зеркала.

Физико-географические условия Воронежской области благоприятно влияют на формирование и функционирование прудов, также они играют важное значение для определения состояния прудов. Пруды как физико-географические комплексы по степени и сложности строения представляют собой семейство урочищ. Внутреннюю структуру прудов определяют наиболее типичные фации и подурочища: центральное глубоководье, прибрежное мелководье свободное от погружной и плавающей мягкой водной растительности, прибрежное мелководье с жесткой растительностью, абразионный уступ, плотина [3].

На примере прудов Семилукского района Воронежской области были выделены три группы по особенностям строения и функционирования:

1. Слабозаросшие необлесенные пруды ложбинообразных балок плакорного типа местности. В пределах Семилукского района к данному типу относится Разинский пруд. Данный пруд имеет ширину около 20-25 метров, длину в районе 600 метров, средняя глубина от 3 до 4 метров, глубина у плотины составляет 5 метров, уклон днища составляет 0,008.

2. Заросшие пруды пойменного типа местности. Данный тип в Семилукском районе представлен Меловатский пруд. Он имеет меньшие

размеры, длина около 70 метров, ширина 40 метров, плотина имеет высоту 3 метра. Ложбина имеет более крутые склоны и большую глубину до 3-4 метров. Берега водоема луговые, плотина укреплена древственной растительностью, водная поверхность на 45 % занята растительностью.

3. Пруды склонового типа местности. Они расположены в балках склонового типа местности – Землянский и Маловеерейский пруды. Данные пруды окружены сельскохозяйственными ландшафтами и из-за чего они подвержены плоскостному смыву распаханых земель, а близость водоема привела к загрязнению смываемыми водами и интенсивному зарастанию береговой зоны.

Изучая современное состояние прудов Семилукского района можно сделать вывод, что состояние большинства из них находится в критическом состоянии, так многие из них находятся в стадии зарастания надводной флорой (осока, камыш), уменьшается глубина прудов. Так же часть прудов выведена из хозяйственной деятельности (Меловой пруд, Серебрянский пруд, Долговской пруд).

Стоит отметить и большую загрязненность прудов внутри сельских поселений отходами жизнедеятельности человека. Кроме того, в районе ведутся действия, направленные на мелиорацию. Здесь ведется очищение береговой линии от зарастания, очистка дна от ила. Так, в 2019 году на Развенском пруду происходила очистка берегов от камыша, в части плотины происходили ремонтные работы. На Перлевском пруду также проходила очистка берегов от камыша, создана рекреационная зона, ведется рыбно хозяйство. Головищенский пруд и Кондрашовский пруд также расчищены береговые зоны [1]. Но большинство прудов Семилукского района требуют мелиорации, следует заметить уменьшение площади прудов за последние 20 лет. Самые заросшие пруды это: Меловой пруд, Кондрашовский пруд 1, Малопокровский пруд, Ивановский пруд (табл. 1).

Для улучшения современного состояния прудов Семилукского района следует разработать и реализовать комплекс мероприятий. Также необходимо проводить просветительскую работу среди населения района, чтобы повысить их осведомленность о важности сохранения водных ресурсов. Регулярные образовательные мероприятия и культурные мероприятия на берегах прудов могут помочь сформировать уважение к окружающей среде и заинтересовать людей в активном участии в ее сохранении. Только совместными усилиями и осознанными действиями можно достичь положительных результатов в сохранении и оздоровлении прудов Семилукского района Воронежской области.

**Динамика площади прудов Семилукского района
Воронежской области с 2002 по 2023 гг. (составлено автором)**

№ группы	Название	Площадь, га	
		2002 год	2023 год
1	Землянское водохранилище	21,1	20,8
2	Головищенский пруд	20,8	20,5
3	Рудовской пруд	28,7	28,1
4	МалOVERЕЙСКИЙ пруд	22,5	21,8
5	Малопокровский пруд	44,02	42,77
6	Ивановский пруд	54,1	51,3
7	Ливенский пруд	11,2	9,31
8	Долговской пруд	2,66	2,36
9	Казинский пруд	7,05	6,75
1	Старо Ольшанский пруд 1	44,3	43,99
1	Старо Ольшанский пруд 2	62,5	61,8
1	Старо Ольшанский пруд 3	17,03	16,82
1	Старо Ольшанский пруд 4	30,45	30,34
1	Меловатский пруд	6,9	6,68
	Разинский пруд	5,45	5,35
1	Серебрянский пруд	2,78	2,52
1	Кондрашовский пруд 1	5,64	4,96
1	Кондрашовский пруд 2	6,81	6,61
1	Кондрашовский пруд 3	7,89	7,75
2	Меловой пруд	5,54	5,04
2	Перлевский пруд	23,87	23,61
2	Медвеженский пруд	13,56	13,31
2	Богоявленовский пруд	17,99	17,92
2	Нижневедужский пруд	30,96	30,76
2	Пруд Точирино	2,81	2,61

Литература

1. Богданов А.В., Жигулина Е.В. Современное состояние прудов Семилукского района Воронежской области // Региональные эколого-географические и туристско-рекреационные исследования: сборник научных статей. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2024. – Вып. 2. – С. 26-29.
2. Жигулина Е.В., Межова Л.А. Использование ландшафтно-географического подхода к анализу устойчивости в районах интенсивного сельскохозяйственного природопользования // Астраханский вестник экологического образования. – 2023. – № 4 (76). – С. 40-45.
3. Михно В.Б., Добров А.И. Ландшафтно-экологические особенности водохранилищ и прудов Воронежской области – Воронеж : Воронеж. гос. пед. ун-т, 2000. – 185 с.

МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Канипов Р.Р.

Научный руководитель: Сайфуллина Е.Н., канд. геогр. наук, доцент
Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия
Kanipov04@mail.ru

Широкая география загрязненности водных объектов продуктами антропогенного воздействия, обусловлена внедрением в практику использования современных подходов контроля за гидрохимическим и экологическим состоянием водоёмов. Однако при огромном числе существующих способов мониторинга важно учитывать их при применении в различных условиях местности. В работе рассмотрены физические, физико-химические и биологические методы мониторинга водных объектов, в целях выявления отрицательного влияния загрязняющих веществ на целостность водных экосистем.

Ключевые слова: водные объекты, нефтепродукты, мониторинг, физико-химические методы, биоиндикация, биотестирование.

Процесс поступления нефтепродуктов в водные объекты Земли рассматривается, как одна из актуальных тем современной экологии. Как правило, особенно высокая динамика распространения соединений, наблюдается в районах, базирующихся на нефтяной отрасли. По данным материалов государственного доклада о состоянии окружающей среды, отметим, что за 2023 год на поверхностных водных объектах было зарегистрировано 14 аварий. Из них, 12 случаев аварий сопровождались выбросом определенного количества нефтяных углеводородов в водные пространства РФ [7]. Данная информация позволяет установить о высокой частоте встречаемости водоёмов, где уровни загрязнения были запредельными.

В основном тенденцию к наблюдающейся химической нагрузки обуславливает различные технические аварии на предприятиях нефтяной отрасли. Так, значительная доля нефтепродуктов поступают в водоёмы при транспортировке топлива, а также через объекты нефтедобычи, переработки, химической и других отраслей промышленности [4]. Необходимо отметить, что на количество поступающих загрязнителей влияют сточные воды, образованные преимущественно водами, применяемых в производственных циклах нефтепереработки [5]. Нефть, представленная в виде элемента техногенного ЧС, безусловно, становится одним из сильнейших токсикантов, способствующий преобразованию основных структур гидробиоценозов, тем самым, приводя к разрыву её экологической устойчивости. При этом, необходимо учесть о том, что при растворении и растекании нефти, некоторые её частицы соединяясь с другими микрочастицами, выпадают в виде осадка на дно [1]. Поступление нефтепродуктов в реки или озера подразумевает собой их непременно накопление. В первую очередь, при проникновении и накоплении нефти в водные пространства экосистем, происходит изменение состава воды, её

физических и химических свойств. Отметим, что при увеличении концентрации нефтепродуктов в водоёме, возрастает вероятность интоксикации водных и прибрежных представителей живых организмов. На фоне интоксикации с течением определенного количества времени наблюдается снижение численности биомассы и, следовательно, происходит изменение пищевых цепочек экосистемы. Накопление веществ в поверхностном слое водных объектов, также способствует формированию нефтяной пленки, которая, нарушая процесс воздухообмена, отрицательно влияет на живые организмы [2].

Исходя из вышеизложенного, следует, что проблема загрязненности водных ресурсов нефтяными загрязнителями в реальности требует разработки новых подходов по мониторингу и очистке. Существуют различные методики, позволяющие точно оценить степень загрязненности водных объектов нефтепродуктами. Каждый способ применяется в соответствии от определенных условий исследования. В целом, мониторинг загрязненных объектов подразделяется на физико-химические и биологические методы.

Применение датчика-реле. Зачастую, когда необходимо исследовать загрязненность непосредственно в поверхностной части водоёма, применяются методы определения наличия нефтепродуктов и их соединений в воде, а также определения размеров нефтяной пленки. Так, в научной работе [6] рассматривается разработка и применение датчика-реле, позволяющий измерять уровни границы раздела фаз двух жидкостей, обладающих различными значениями диэлектрической проницаемости [6]. При контакте чувствительного элемента с нефтью, происходит преобразование электрической емкости элемента, которое регистрируется индикатором датчика. Применение данного устройства позволяет измерить толщину нефтяной пленки в поверхностном слое. Благодаря данному исследованию, можно определить размеры нефтяной пленки, а также её границы распространения.

Физико-химические методы. В изучении загрязнений водоемов нефтью также применяются методики, основанные на физических и химических принципах анализа вод. К числу данных способов относятся методы хроматографии, спектроскопии, а также использования гибридных вариантов и их комбинации. При ИК-спектрометрическом анализе, происходит регистрация интенсивности спектра поглощения C-H – связей нефтепродуктов в диапазоне чисел 2700-3150 см⁻¹ после экстракции и очистки экстрагента. В основе флуориметрического метода исследования лежит измерение интенсивности флуоресценции загрязнителей после их экстракции гексаном. Газохроматографический метод основан на экстракции и анализе нефтепродуктов на газовом хроматографе [8].

На основании приведенных примеров, выделим основные преимущества и недостатки применения физико-химических методов.

Существенные преимущества данного способа заключаются в том, что:

1. Многие физико-химические методы обладают высокой эффективностью применения, по сравнению с другими способами мониторинга.

2. Проведение физико-химических исследований отличаются возможностью одновременного определения нескольких компонентов загрязнения.

Из недостатков способа отметим:

1. Дороговизну использования. Реализация мониторинга загрязнения с помощью физико-химических методов на практике, требует большого количества ресурсов и финансирования.

2. Некоторые способы мониторинга, предполагают применение различных высокотоксичных веществ, используемых в качестве экстрагента.

Немаловажное значение в мониторинге водных объектов играют биологические методы. В основе данного способа лежит высокая чувствительность организмов-индикаторов, что позволяет фиксировать как внушительные, так и незначительные загрязнения. При помощи метода биоиндикации определяется первоначальное загрязнение вод нефтепродуктами непосредственно в пределах самого водоёма. Известно, что большинство микроорганизмов по способу своего питания относятся к группе гетеротрофов, то есть в качестве пищи используют готовые органические вещества. Многие беспозвоночные микроорганизмы и бактерии, поедая органические вещества-загрязнители, являются эффективными очистителями водных экосистем биосферы. Исходя из описанной пищевой закономерности, следует отметить, что данные микроорганизмы также могут часто становиться одним из точных биоиндикаторов чрезмерного антропогенного загрязнения. В работе [3] проводилось исследование, направленное на биоиндикацию родника, отмечено, что в пределах водного объекта зафиксировано преобладающее количество гетеротрофных микроорганизмов. Это позволяет установить, что при периодическом поступлении органических веществ (антропогенного происхождения, включая нефтепродукты), происходит значительное увеличение нефтеокисляющих бактерий. Данные микроорганизмы обладая высокой эффективностью, могут использоваться в качестве индикатора нефтяного загрязнения.

Таким образом, можно сделать следующие выводы о применении биологических методов оценки состояния водных объектов. Отличительными достоинствами данного способа являются:

1. Возможность эффективного визуального определения устойчивости экосистемы и ее компонентов.

2. Простота применения метода, не требующих дополнительных затрат.

3. Невысокая стоимость внедрения метода, обосновывающая тем самым экономическую целесообразность.

4. В отличие от других способов, биоиндикация и биотестирование обеспечивают более быстрое получение результатов о загрязненности водоема.

Таким образом, на основании обзора, рассмотрены различные методы мониторинга водных объектов. В Российской Федерации существуют множество методик, позволяющих эффективно и оперативно оценить уровень загрязнения многих водных объектов нефтяными углеводородами. Каждый из методов обладают своими преимуществами и недостатками, и зависят от различных факторов, влияющих на их продуктивность. Для достижения наиболее точных сведений о состоянии водоемов, следует внедрять комбинированные способы мониторинга. К примеру, применение такого подхода, позволяет установить корреляцию между результатами химического анализа и наличием специфических биоиндикаторов, и тем самым, проводить более детальное изучение гидрохимического состояния природных водоёмов. Исследование процессов загрязнения водных объектов нефтью и ее компонентами является неотъемлемой частью в своевременном решении проблемы. Точные и оперативные данные о состоянии воды, позволяют разрабатывать и совершенствовать меры по очистке водных объектов, делая их экологически чистыми и безопасными.

Литература

1. Акимова, А.С., Филиппова Л.С. Последствия загрязнения поверхностных и сточных вод нефтью и нефтепродуктами // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 11(125).
2. Двадненко М. В. , Маджигатов Р. В., Ракитянский Н. А. Воздействие нефти на окружающую среду // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 3-1. – С. 89-90.
3. Жакова Г.С. Индикация нефтяного загрязнения Родника биологическими методами // Антропогенная трансформация природной среды. – 2018. – № 4. – С. 148-150.
4. Локтионова Е.Г. Яковлева Л. В., Болонина Г.В. Мониторинг загрязнения фенолами, нефтепродуктами и синтетическими поверхностно активными веществами внутренних водоемов Г. Астрахани // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 6(142). – С. 112-116.
5. Малышева А.В., Сырчина Н. В. Натуральные сорбенты на основе отходов обогащения фосфоритов и торфа для очистки воды от нефтепродуктов // Технологии переработки отходов с получением новой продукции: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 24 ноября 2021 года. – Киров: Вятский государственный университет, 2021. – С. 127-131.
6. Милованова М. И. Современные методы мониторинга загрязнения водных поверхностей рек и водоемов нефтью и нефтепродуктами // Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения : Сборник трудов III Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 21–22 декабря 2018 года / Под редакцией С.В. Костюк. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – С. 210.1-210.5.
7. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2023 год / отв. ред. Г. М. Черногаева. – М.: Росгидромет, 2024 – 215 с.
8. Толкова Т. С., Куликова М. Г. Методы экологического мониторинга нефтяных загрязнений // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-1. – С. 90-91.

УДК 658.567.1

УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

Ковалев А.А., Сабитова Э.Ф.

Научный руководитель: Судакова О.М., старший преподаватель

Уфимский университет науки и технологий, Россия

zdorov.svezh.svetel1998@gmail.com, e.shayakhmetova@bk.ru

Статья предоставляет ценную информацию о проблеме управления отходами и о значении перехода к устойчивому управлению. Она помогает понять основные принципы устойчивого управления отходами и ознакомиться с различными методами их утилизации. Результаты исследования могут быть использованы для разработки и внедрения эффективных стратегий управления отходами на уровне отдельных организаций и государства в целом.

Ключевые слова: Управление отходами, устойчивое развитие, устойчивое управление отходами, экология, ТБО, отходы, утилизация, переработка.

Проблема исследования. Иногда бывает сложно разобраться в основных процессах сокращения, повторного использования и переработки отходов, чтобы уменьшить воздействие отходов на окружающую среду и при этом раскрыть экономические и социальные преимущества. Статья поднимает проблему недостаточной эффективности и неустойчивости системы управления отходами в современном мире. Автор подчеркивает необходимость перехода к устойчивому управлению отходами, которое минимизирует негативное влияние на окружающую среду и обеспечит рациональное использование ресурсов.

Актуальность исследования. В нашем современном мире управление отходами стало насущной проблемой для экологов, ученых, политиков, гражданских лиц. Устойчивое управление отходами стало критически важным решением для решения проблем, вызванных ростом образования отходов, истощением природных ресурсов и ухудшением состояния окружающей среды. Переход к устойчивому управлению отходами является необходимым шагом для сохранения окружающей среды и обеспечения устойчивого развития.

Методы исследования. Авторами проведен анализ статистических данных, научный обзор литературы по проблематике исследования, сформулированы тенденции в области устойчивого управления отходами, выделены перспективные векторы в совершенствовании управления отходами с помощью синтеза, сравнения, индукции, аналогии и метода описания.

Основные результаты, полученные в исследовании. Устойчивое управление отходами направлено на то, чтобы как можно дольше сохранять материалы в использовании и минимизировать количество твердых отходов, которые вывозятся на свалки или сжигаются. Однако в нашей существующей

линейной экономике отходы начинаются еще до производства продукции, и более глубокий подход к устойчивому управлению отходами должен фокусироваться на всем жизненном цикле продукта, чтобы позволить нам помочь снизить негативные экологические, социальные и финансовые последствия потребления в 21 веке.

Прежде всего рассмотрим определение понятия отходов.

Так, А.А. Орлов формулирует следующее определение: «Отходы – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования, либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства» [3, с. 2-3].

Традиционно управление отходами относится к трем методам управления отходами – сбор, транспортировка и утилизация отходов. Традиционно образующиеся отходы собираются и отправляются на свалки или мусоросжигательные заводы. Однако этот метод в основном касается последствий образования отходов, редко устраняя коренную причину проблемы.

Устойчивое управление отходами делает шаг вперед, чем просто избавление от отходов. Речь идет не только об удалении отходов с объекта, но и о достижении целей устойчивого управления отходами, таких как:

- сокращение количества отходов, образующихся в первую очередь;
- повторное использование, где это возможно;
- переработка того, что не может быть использовано повторно;
- продаем то, что можем («отходы одного человека – сокровище другого»);
- только тогда, избавляясь от того, что осталось.

Устойчивое управление отходами ищет решения, которые не наносят вреда окружающей среде и здоровью человека и направлены на сокращение потребления природных ресурсов.

Процесс устойчивого управления отходами включает несколько ключевых этапов: во-первых, это сбор отходов; во-вторых, сортировка и обработка; в-третьих, восстановление материалов или энергии из отходов; в-четвертых, переработка в новые продукты.

Рассмотрим важность и необходимость устойчивого управления отходами. В первую очередь, устойчивое управление отходами способствует снижению загрязнения и сохранению природных ресурсов. Оно также приносит существенные экономические и социальные выгоды. Понимание значимости устойчивого управления отходами заключается не только в признании его преимуществ, но и в наблюдении за его практическими последствиями. Для

более подробного обзора разберем экологические, экономические и социальные преимущества устойчивого управления отходами.

Мы живем в мире, где загрязнение является серьезной проблемой, а отходы вносят значительный вклад в эту проблему. Хорошей новостью является то, что устойчивое управление отходами может помочь смягчить эти проблемы. Сосредоточившись на сокращении отходов и сохранении природных ресурсов, мы можем улучшить качество воздуха и воды, значительно снизив уровень загрязнения.

Устойчивое управление отходами играет важную роль в сокращении выбросов углерода. В Российской Федерации отходы либо сжигаются, либо отправляются на свалку, и ведутся жаркие споры о том, что чище. Идеал – попытаться предотвратить попадание всех отходов на свалку или сжигание. Например, путем просвещения широкой общественности и поощрения ответственной переработки можно сократить процент потенциального вторсырья в черных мешках для отходов. Объединив просвещение с внедрением лучших методов предотвращения образования отходов, мы можем внести позитивный вклад в существенное сокращение выбросов CO₂.

И затем возникает вопрос сохранения природных ресурсов. Перерабатывая такие материалы, как бумага и картон, мы можем сократить необходимость вырубки лесов и сократить потребление энергии и воды. Это, в свою очередь, помогает смягчить экологическую нагрузку и гарантирует, что наши ресурсы используются более эффективно.

Переходя к экономическому аспекту, устойчивое управление отходами, несомненно, может привести к существенной экономии средств. Например, налог на пластиковую упаковку, действующий по всей Великобритании, побуждает предприятия использовать больше переработанных материалов в своей упаковке, помогая им избегать дополнительных расходов. Более того, расширенная ответственность производителя (РОП) за упаковку стимулирует предприятия сокращать использование материалов, которые трудно перерабатывать, способствуя повышению эффективности использования материалов.

В исследовании И.В. Бабенко, А.Ю. Анисимова, Н.П. Машегова и В.П. Гришаевой отмечается: «Переработка отходов – новый тренд в экологическом движении. Очевидно, что со временем все больше и больше стран примут тот факт, что все полученные отходы необходимо сортировать и соответствующим образом перерабатывать для повторного использования. Переработка может предотвратить утилизацию потенциально полезных материалов и сократить потребление первичного сырья, тем самым снизив

потребление энергии, загрязнение воздуха (от сжигания), загрязнение воды, загрязнение почвы (от захоронения)» [2, с. 22].

С точки зрения потребителя, схема возврата депозита мотивирует переработку и способствует эффективному использованию ресурсов, добавляя стоимость депозита к цене напитков, продаваемых в контейнерах, которые клиенты получают обратно при переработке. С точки зрения промышленности, есть финансовая выгода, которую можно получить, превратив в товар потоки отходов, которые в настоящее время могут быть убыточными, например, тюкование картона или использование анаэробного сбраживания пищевых отходов.

Одним из наиболее существенных преимуществ социальной составляющей значимости устойчивого управления отходами является улучшение общественного здравоохранения. Снижая загрязнение и улучшая качество воздуха и воды, устойчивое управление отходами помогает предотвращать заболевания, вызванные ненадлежащим управлением отходами, и делает города более пригодными для жизни.

Опасные отходы вызывают особую озабоченность, поскольку они могут представлять угрозу как для людей, так и для окружающей среды. Этот тип отходов включает материалы, которые могут легко загореться, вызвать коррозию других материалов или вступить в опасную реакцию, среди прочих характеристик. Для устойчивого управления опасными отходами необходимо соблюдать строгие правила и использовать одобренных перевозчиков и объекты утилизации.

Крупнейшим компонентом твердых бытовых отходов (ТБО) являются бумажные и картонные изделия, которые, хотя обычно и поддаются биологическому разложению и наносят меньший вред, чем пластик, все равно оказывают чрезмерную нагрузку на окружающую среду из-за расточительного потребления. Использование сырья в производстве новых продуктов из бумаги и картона приводит к вырубке лесов, а также к использованию огромного количества энергии и воды. Кроме того, хотя этот конкретный поток отходов имеет очень высокие показатели переработки, 100 миллионов тонн древесины можно было бы сэкономить каждый год, если бы вся макулатура перерабатывалась с помощью эффективных программ переработки [5].

Пищевые отходы являются вторым по величине компонентом твердых бытовых отходов. Устойчивое управление отходами фактически могло бы удерживать «отходы» в цикле посредством пожертвований или компостирования, но вместо этого наши существующие системы отправляют их на свалку, где они разлагаются и выделяют CO₂ и метан, оба из которых вносят значительный вклад в глобальное потепление.

Проблема неэффективного управления твердыми отходами начинается с воздействия производства продуктов питания в первую очередь, на которое приходится более четверти мировых выбросов парниковых газов и более 70 % забора пресной воды. Если мы не решим проблему перепроизводства у источника, кажется маловероятным, что системы сбора смогут справиться с огромным количеством отходов, производимых в любой день [6].

Третьим по величине компонентом ТБО является пластик, который стал олицетворением опасностей линейной экономики, когда одноразовые изделия душат сушу и океан. От нефтехимических веществ, которые необходимо извлекать для производства новых материалов, до ущерба и потерянных ресурсов на сумму около 2,5 триллиона долларов, пластиковые отходы являются проблемой. Устойчивое управление отходами означает сокращение и исключение количества одноразовых пластиковых изделий, а также увеличение количества перерабатываемых в то же время, которое в настоящее время составляет всего 8,5 % [5].

Устойчивое управление отходами опирается на иерархию управления отходами, систему, которая фокусируется на избегании, сокращении, повторном помещая возобновляемые и менее расточительные методы на вершину пирамиды. Здесь мы рассмотрим, как иерархия управления отходами играет центральную роль в устойчивом управлении отходами.

Избежание и сокращение количества образующихся отходов является первоочередной задачей. Этого можно достичь за счет максимизации эффективности и сокращения потребления. Во-первых, предприятия и частные лица должны выбирать продукты, требующие наименьшего количества ресурсов для производства (включая упаковку). Кроме того, следует избегать одноразовых или одноразовых товаров везде, где это возможно – эти материалы являются воплощением линейных отходов, в которых ресурсы извлекаются, обрабатываются и распределяются только для того, чтобы быстро стать отходами.

Если потребления продукта невозможно избежать, то следует сосредоточиться на покупке продуктов, которые можно повторно использовать или отремонтировать, а также на обучении тому, как повторно использовать отходы.

Повторное использование предпочтительнее вариантов ниже по иерархии, поскольку его можно осуществить без переработки новых материалов, на что требуются деньги, энергия и часто другие ресурсы. Повторное использование, которое также является одним из центральных принципов философии нулевых

отходов, может принимать форму ремонта обуви, пожертвования одежды и предметов для использования другими и даже исследования рецептов для остатков еды вместо того, чтобы выбрасывать их в мусор.

Если предмет нельзя использовать повторно, то следующим лучшим вариантом будет переработка. Здесь процесс начинает напоминать обычное управление отходами, поскольку теперь мы имеем дело с материалами, которые достигли конца своего срока службы в их нынешнем виде. Переработка, как и повторное использование, сохраняет материалы в цикле, избегая необходимости извлечения первичных ресурсов, а также устраняя некоторые негативные последствия простой утилизации отходов.

Переработка считается менее желательной, чем предыдущие варианты, поскольку для превращения отходов обратно в пригодные для использования материалы требуются энергия, деньги и ресурсы.

Тем не менее, выгоды, связанные с переработкой, существенно различаются от материала к материалу, например, алюминий более чем покрывает стоимость своей собственной переработки, экономя более 90 % требуемой энергии по сравнению с использованием чистого металла. Стекло, с другой стороны, экономит энергию всего на 10–15 %, но все равно является лучшей альтернативой простой утилизации отходов [5]. Компостирование также находится на этой ступени иерархии, поскольку оно позволяет перенаправлять органические отходы со свалки и превращать их в то, что может быть полезно для выращивания новой продукции.

Следующий шаг – это восстановление энергии, то есть преобразование отходов в пригодное для использования тепло, электричество или топливо, такое как биогаз. Это достигается с помощью различных процессов, таких как сжигание (с получением энергии), газификация, пиролизация, анаэробное сбраживание и восстановление свалочного газа, которое имеет некоторое пересечение с последним этапом управления отходами.

Сжигание является распространенным методом получения энергии из неопасных отходов, и, хотя оно, очевидно, менее предпочтительно, чем повторное использование или переработка, оно действительно уменьшает физический объем отходов, которые будут отправлены на свалки, а также обеспечивает энергию из процесса сжигания, для которого в противном случае потребовалось бы ископаемое топливо.

Последний и наименее желательный шаг – это обработка или утилизация. Обычно это означает захоронение или сжигание без получения энергии. Это неизбежно произойдет с некоторыми отходами, но этого следует избегать как можно дольше с помощью устойчивого управления отходами.

Существует несколько простых способов начать внедрять устойчивое управление отходами в домах и на предприятиях, и вот несколько советов, которые помогут вам выяснить, как и где образуются отходы, и принять меры по решению этой проблемы.

Во-первых, это утилизация одноразовых предметов. Следует заменить одноразовые предметы на многоразовые. Вместо картонных кофейных стаканчиков использовать кружки или стаканы. Также важно отметить, что даже на коммерческих заводах по компостированию многие, казалось бы, экологичные предметы – например, компостируемые кофейные стаканчики – на самом деле не могут быть компостированы, а вместо этого разлагаются на свалке. Переход на более экологичную альтернативу может спасти планету, а также деньги.

По мнению А. Р. Шевченко: «Сознательное сокращение потребления ресурсов, внедрение экологичных технологий переработки и утилизации позволяет создать эффективную систему управления отходами. Кроме того, участие организаций и предприятий в процессе управления отходами даёт возможность для создания замкнутого цикла потребления ресурсов, что благоприятно скажется на окружающей среде» [4, с. 60].

Во-вторых, переход на цифровое вещание, электронный документооборот. Как упоминалось ранее, бумага и бумажные изделия составляют самую большую часть ТБО. Для предприятий относительно простой способ улучшить устойчивое управление отходами – перевести как можно больше бумажной работы в цифровые версии. Это может быть выставление/получение счетов онлайн, а не физически, ведение протоколов встреч в общем документе, а не в распечатанном виде, или переход на онлайн-банкинг.

Е. П. Малкова, А. Е. Хачатуров-Тавризян пишут: «Внедрение отлаженного процесса планирования материальных потоков в рамках циклической модели экономики является важным инструментом управления отходами потребления. Главными механизмами в системе регулирования потока отходов являются сокращение образования отходов; сортировка отходов в месте их образования; переработка (рециклинг); обезвреживание с целью понижения класса опасности» [1, с. 50].

Повторное использование лучше переработки, поэтому рассмотрение того, может ли бизнес пожертвовать какие-либо материалы, которые в противном случае отправились бы в отходы, является отличным способом повышения устойчивости. Это могут быть затоваренные продукты в магазинах и ресторанах, старое оборудование из офисов, товары, которые не подлежат рекламе, из непродовольственных магазинов или даже материалы из ремонтных работ.

Управление отходами может быть устойчивым как в экономике, предприятиях, так и в домах, если будет внедрена правильная структура. Но что еще важнее, последствия, если отходы не будут контролироваться, слишком велики, чтобы их не учитывать.

Таким образом, устойчивое управление отходами необходимо для более чистого, здорового и устойчивого мира. Речь идет не только об избавлении от отходов, но и о трансформации нашей точки зрения – рассмотрении отходов не как проблемы, а как ресурса.

От внедрения иерархии отходов до изучения технологий переработки отходов в энергию и стремления к нулевым отходам – существует множество стратегий, которые мы можем использовать.

Литература

1. Малкова Е.П., Хачатуров-Тавризян А.Е. Совершенствование системы управления отходами потребления для обеспечения устойчивого развития // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – Т. 37, № 3(265). – С. 50-52.

2. Менеджмент отходов и экономическая устойчивость: опыт и перспективы в России / И. В. Бабенко, А. Ю. Анисимов, Н. П. Машегов, В.П. Гришаева // Регион: системы, экономика, управление. – 2024. – № 1(64). – С. 17-31.

3. Орлов А. А. Экономическая сущность отходов производства и потребления в системе экономической безопасности // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16, № S2.

4. Шевченко А. Р. Управление отходами как индикатор устойчивого развития: реализация в Российской Федерации // Пробелы в российском законодательстве. – 2023. – Т. 16, № 2. – С. 55-60.

5. Environmental Impacts of Food Production – URL: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>.

6. United Nations Environment Programme. Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource. – 2024. – Nairobi. – URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>.

7. Environmental Impacts of Food Production – URL: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>.

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА СТОК РЕК БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ В ПЕРИОД ЗИМНЕЙ МЕЖЕНИ

Козлова Ан.С., Козлова А.С.

Научный руководитель: Камалова Р.Г., к. г. н.
Уфимский университет науки и технологий, Россия
nastena.vlll0@gmail.com

Основным климатическим фактором, влияющим на зимний меженный сток, является температура воздуха. Потепление климата приводит к уменьшению промерзания почвы и сокращению периода устойчивого снежного покрова, что приводит к уменьшению зимнего меженного стока. В качестве объектов исследования были использованы среднемесячные и 30-ти суточные расходы воды на гидропостах по данным БашУГМС и метеорологические параметры по данным ВНИИГМИ-МЦД за период 1961–2022 гг. [1,3]

Ключевые слова: зимняя межень, холодный период, Башкирское Предуралье.

Изменение стока рек за зимний сезон, которое характерно в период последних десятилетий, определилось, главным образом, фактом смещения дат установления зимней межени и участвовавшими оттепелями в этот сезон. Увеличивающееся количество оттепелей обусловлено повышением зимних температур воздуха, ростом сумм отрицательных и положительных температур за холодный период [2]. Повышение температуры зимой приводит к сокращению глубины промерзания почвы, что приводит к уменьшению миграции влаги в зимний период и её общей накопительной способности в почве. Кроме того, повышение температуры воздуха в зимний период замедляет мерзлотные процессы на водосборе, приводит к увеличению потерь на инфильтрацию и уменьшение талого стока весной.

Основной характеристикой температурного режима в холодный период служат средние месячные температуры воздуха. Рассмотрим распределение многолетней средней, максимум и минимум температуры воздуха холодного периода.

На рассматриваемых метеостанциях температура воздуха становится отрицательной в ноябре, но также наблюдаются годы в данном временном промежутке с отрицательными среднемесячными температурами в октябре. Наименьшие температуры наблюдаются в январе, наибольшие температуры холодного периода наблюдаются в ноябре.

В лесной природной зоне Башкирского Предуралья наблюдаются более низкие среднемесячные температуры воздуха, по сравнению с лесостепной зоной, где наблюдаются положительные максимумы температуры в марте и ноябре.

Таблица 1

Среднемесячные максимумы и минимумы температур на метеостанциях Башкирского Предуралья

Показатели	Месяц					Сумма отриц. Т, С
	I	II	III	XI	XII	
Лесная зона						
Среднее	-13,8	-12,7	-5,9	-4,8	-10,9	-1450,2
Максимум	-13,5	-12,6	-5,7	-3,9	-10,5	-1391,1
Минимум	-27,4	-22,1	-14,4	-15,6	-21,8	-2523,1
Лесостепная зона						
Среднее	-13,2	-12,4	-5,7	-4,1	-10,4	-1375,4
Максимум	4,3	-3,8	1,4	2,2	-4,1	-511,8
Минимум	-28,9	-21,8	-12,9	-14,1	-20,2	-2583,2

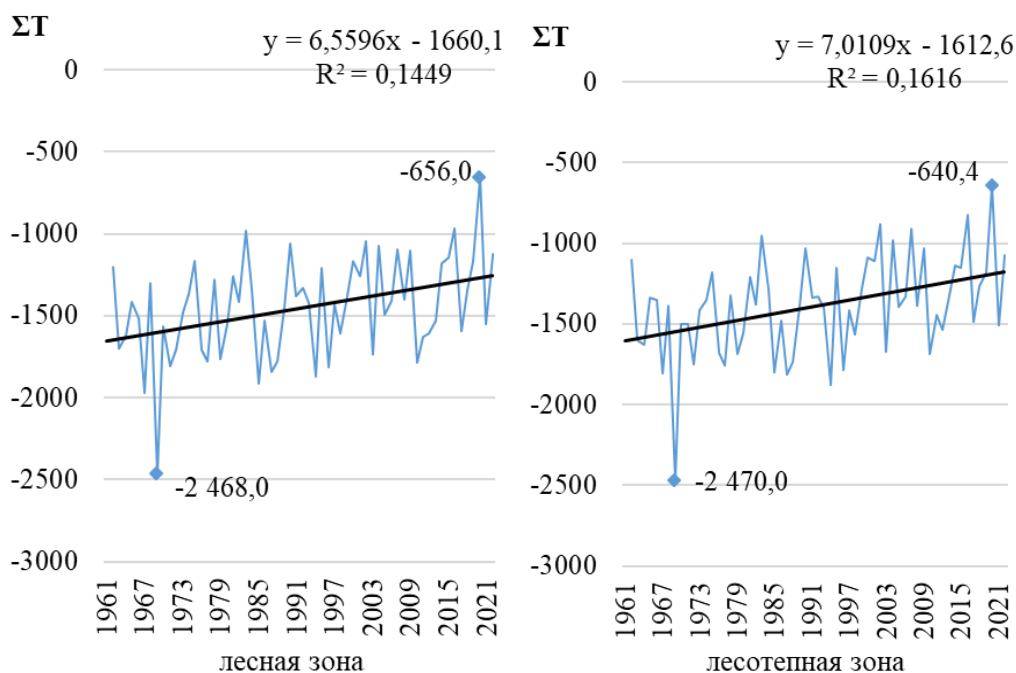


Рис. 1. Многолетний ход сумм отрицательных температур холодного периода за 1961-2022 гг.

В изменении сумм отрицательных температур наблюдается временная закономерность, минимумы наблюдаются в 60-70-х годах, максимумы в 2015-2017 гг. Линии тренда и коэффициент детерминации (R) говорят о значимом повышении отрицательных температур за рассматриваемый период.

Рост отрицательных температур воздуха зимнего периода происходит из-за увеличения количества дней с положительной температурой, что проявляется в уменьшении глубины промерзания почвы (рис. 2 и 3).

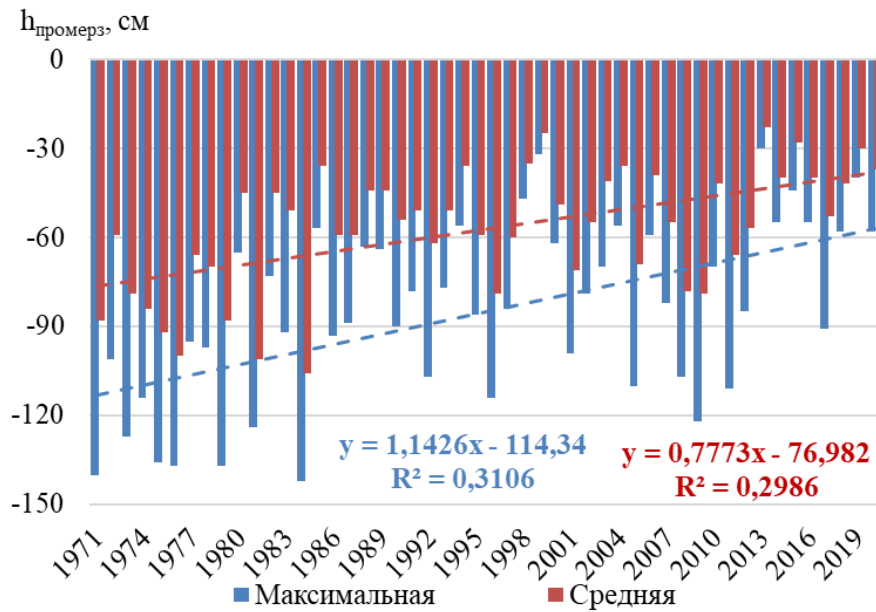


Рис. 2. Изменение глубины промерзания почвы в лесной природной зоне Башкирского Предуралья

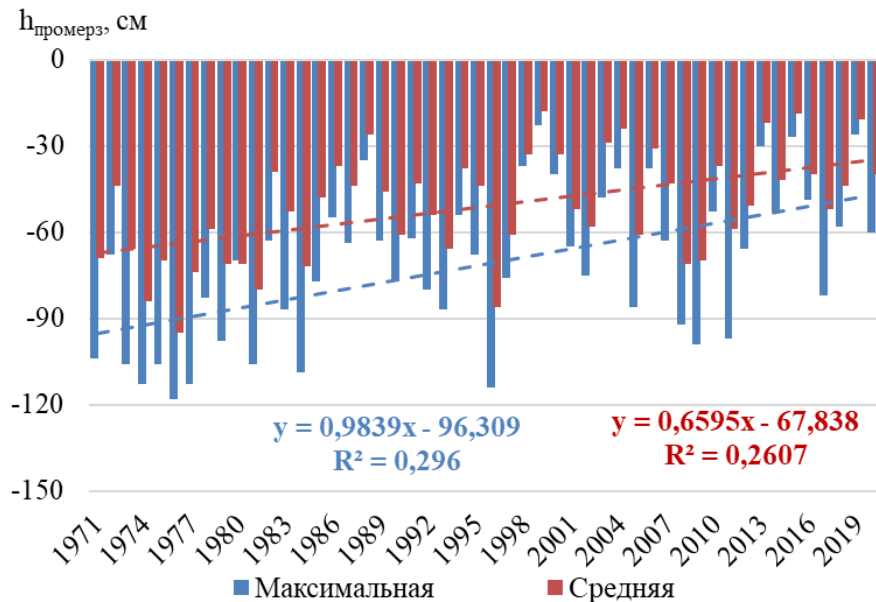


Рис. 3. Изменение глубины промерзания почвы в лесостепной природной зоне Башкирского Предуралья

Средняя глубина промерзания в лесной природной зоне уменьшилась с 69 см до 50 см, в лесостепной – с 60 см до 45 см за период 1991-2020 гг., по сравнению с 1971-1990 гг.

В лесной природной зоне происходит уменьшение глубины промерзания почвы значительнее (7,78 см/10 лет), чем в лесостепной зоне (6,60 см/10 лет). При этом максимальная глубина промерзания, осредненная для двух природных зон имеет более значимый тренд на увеличение. Уменьшение глубины промерзания почвы говорит об улучшении условий питания подземных вод и в следствие этого, увеличение зимнего стока рек.

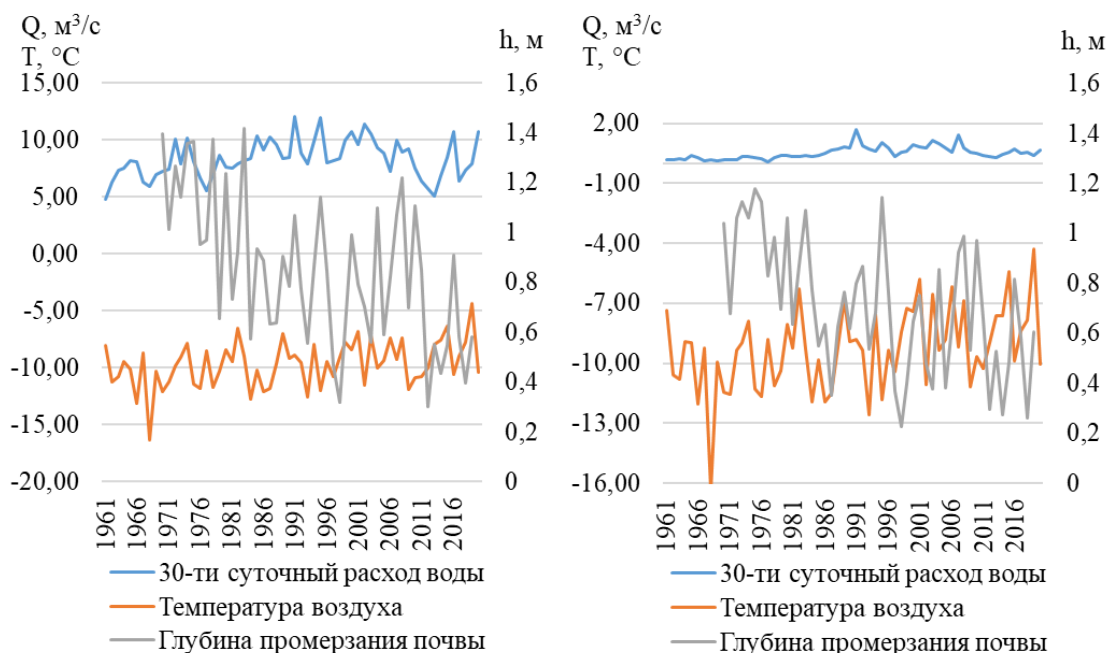


Рис. 4. Динамика 30-ти суточных расходов воды, температуры воздуха и глубины промерзания почвы в лесной (слева) и лесостепной (справа) природных зонах за 1961-2020 гг.

При повышении температуры воздуха, наблюдается уменьшение расходов воды и глубины промерзания почвы. Можно выделить относительно высокие пики в гидрографах стока, связанные с оттепелями и выпадением жидких осадков. Колебания расходов связаны с колебаниями отрицательной температуры воздуха.

С учетом значимости связи среднемесячных значений расходов, температуры воздуха и глубины промерзания почвы были построены графики для лесной и лесостепной природных зон (см. рис. 4).

Анализируя полученные данные, можно сказать, что уменьшение расходов воды в зимний межень происходит при увеличении температуры воздуха и уменьшении глубины промерзания почвы.

Литература

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Сайт]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru>.
2. Джамалов Р.Г., Сафронова Т.И., Телегина Е.А. Внутригодовое распределение стока рек с оценкой роли зимней межени // Водные ресурсы. – Т. 44. – № 6. – 2017. – С. 603-611.
3. Специализированные массивы: Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных [Сайт]. URL: <http://meteo.ru/data>

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Пустовалова С.М.

Научный руководитель: Овчарова А.Ю., к.г.н.
Волгоградский государственный аграрный университет
Институт непрерывного образования, Россия
Pustovalovasofka14@gmail.com

В статье рассматриваются принципы рационального природопользования в пределах Волгоградского региона.

Ключевые слова: рациональное природопользование, Волгоградская область, солнечная энергия, Ветровая энергия, альтернативная энергетика.

Неразумный подход к расходованию природных ресурсов и энергии может привести к их быстрому исчезновению. Тем более уголь, газ, нефть и различные руды являются не только топливом, но и ценнейшим сырьём для химической, текстильной, фармацевтической, строительной и других промышленности. Если каждого научить бережному отношению к окружающей природной среде, соблюдать принципы рациональности в потреблении ресурсов и энергии, то в общем масштабе будет существенная экономия и энергетический кризис наступит не так скоро.

Природные ресурсы представляют собой богатства природы, необходимые для человеческого существования. Данные ресурсы могут быть классифицированы по принципу возобновляемости как возобновляемые и невозобновляемые [1]. К последним относятся все виды извлекаемых полезных ископаемых из недр Земли, включая газ, нефть, уголь, рудное и нерудное сырьё. Эти ископаемые относятся как **невозобновляемые**, поскольку их образование может занимать миллионы лет. Активная разработка шахт, рудников и месторождений приводит к быстрому истощению полезных ископаемых, изменению ландшафтов, деградации почвенных и экосистем. Разумное использование этих ресурсов предполагает минимизацию вреда для окружающей среды в процессе их добычи. Многие государства понимают, что переход на альтернативную энергетику и вторичную переработка металлов, бумаги, пластика и других материалов, является необходимостью [2].

К возобновляемым природным ресурсам относятся животные, растения, реки и озёра, почвы. Все они способны относительно быстро восстанавливаться, особенно при бережном отношении.

Природные ресурсы играют ключевую роль в национальном богатстве государства и служат основой для создания материальных благ и услуг. Общество не может прогрессировать без использования природных ресурсов.

В Волгограде дела с рациональным использованием природных ресурсов обстоят следующим образом. По данным Комитета экологии и природных ресурсов Волгоградской области, в 2023 году в Волгоградской области на охрану и рациональное использование природных ресурсов было направлено 2370,8 млн рублей инвестиций в основной капитал. Из них потрачено 1547,6 млн рублей на охрану и рациональное использование водных ресурсов; 176,3 млн рублей – на охрану атмосферного воздуха; 295,4 млн рублей – на защиту и экологическую реабилитацию земель. За счёт собственных средств организаций в 2023 году профинансировано 88,2 % инвестиций, направленных на природоохранные мероприятия [3, 4].

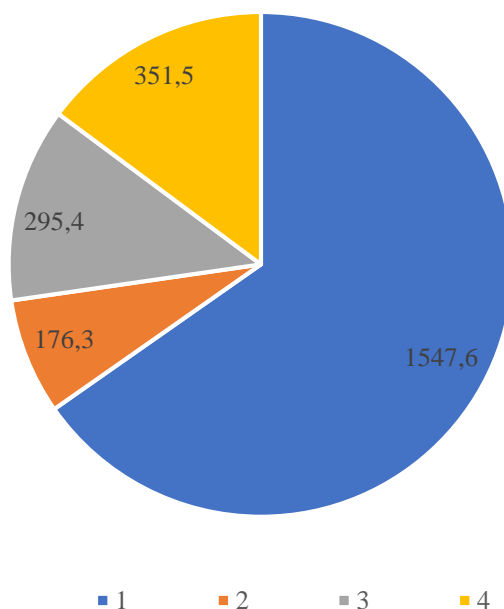


Рис. 1. Структура инвестиций на охрану и рациональное использование природных ресурсов на территории Волгоградской области (в млн рублей)
(1 – охрана и рациональное использование водных ресурсов;
2 – охрана атмосферного воздуха;
3 – защита и экологическая реабилитация земель; 4 – прочие траты)

С 2018 года наш регион принимает активное участие в развитии альтернативной энергетике. Именно в этом году была введена в эксплуатацию первая в регионе солнечная электростанция. На 2024 год в области работают порядка 5 солнечных электростанций, а в ближайшие годы планируется строительство ещё нескольких. Не осталась без внимания и ветровая энергия. Согласно данным Областной Думы, в 2025 году планируется ввести в эксплуатацию несколько ветровых электростанций. Природные возможности нашего региона способствуют развитию альтернативной энергетике, в основу

которой положены солнце и ветер. Мощность данных установок конечно не большая, по сравнению с Волжской ГЭС, но предпосылки обнадёживают.

Что касается, вторичной переработки отходов, здесь ситуацию плачевнее. В городе расположен крупный завод по вторичной переработке металлов, в остальной части переработки отходов особенно похвастаться нечем. Также следует отметить, что многие мусорные полигоны заполнены на 80-90 %, поэтому строительство мусороперерабатывающих предприятий стало ключом к решению этой проблемы.

По мере развития общества растут его потребности и увеличивается потребление природных ресурсов. В настоящее время в нашей стране нет недостатка в природных ресурсах. Но будет ли так всегда? Конечно же, нет.

Перед человечеством стоит важная задача – обеспечить разумное и рациональное использование природы, которое позволит удовлетворять жизненные потребности людей, одновременно заботясь о сохранении и восстановлении окружающей среды [5].

Человек должен понимать, что он часть природы, а не её властитель. Он должен жить в гармонии с ней. Природа создана не человеком, и не человеку её менять и уничтожать. Задача современного поколения – оберегать природу и её богатства, только это поможет человечеству выжить!

Литература

1. Гусев А.А. Об экономической оценке природных ресурсов и ее использовании в народном хозяйстве // Экономическая наука современной России. 2017. – № 2 (77). – С.19-27.
2. Гусев В.А. Природные ресурсы и их использование. Учебное пособие. Саратов, 2012. – 37 с.
3. Колесова А.К. Современные проблемы природопользования / Рациональное использование природных ресурсов в целях устойчивого развития : мат-лы Всерос. конф. обучающихся учреждений среднего общего, среднего профессионального и высшего образования, проводимой при поддержке Красноярского краевого фонда науки (26-28 октября 2022 года, г. Красноярск) / Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, 2022. – С. 17-20.
4. Соловьева О.А., Овчарова А.Ю. Реабилитация водных объектов Волго-Ахтубинской поймы. В сборнике: Водные ресурсы в условиях глобальных вызовов: экологические проблемы, управление, мониторинг. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах. Новочеркасск, 2023. – С. 311-316.
5. Филиппова С.П. Рациональное использование природных ресурсов / Рациональное использование природных ресурсов в целях устойчивого развития : мат-лы Всерос. конф. обучающихся учреждений среднего общего, среднего профессионального и высшего образования, проводимой при поддержке Красноярского краевого фонда науки (26-28 октября 2022 года, г. Красноярск) / Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, 2022. – С. 39-41.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЧЕРЕЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНО-ЗЕЛЁНОГО КАРКАСА

Сулимов А.Д.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Россия

sulimovalesha@yandex.ru

В данной статье рассматривается концепция рационального использования природных ресурсов через преобразование компонентов водно-зелёного каркаса (ВЗГК) в городской среде. Основное внимание уделяется разработке и оценке проекта трансформации долины реки Малая Язловая в городе Перми как модельного объекта ВЗГК. Исследование направлено на анализ потенциала преобразования городских природных территорий. Результаты исследования демонстрируют эффективность комплексного подхода к трансформации городских природных территорий и могут быть использованы при планировании аналогичных проектов в других городах.

Ключевые слова: водно-зелёный каркас, геоэкология, рациональное природопользование, трансформация городских территорий, устойчивое развитие, городское планирование.

В условиях стремительной урбанизации и возрастающей антропогенной нагрузки на окружающую среду особую актуальность приобретает концепция рационального использования природных ресурсов в городском пространстве. Одним из ключевых инструментов реализации данной концепции является создание и развитие водно-зелёного каркаса города (ВЗГК). Этот подход позволяет не только сохранить экологический баланс в урбанизированной среде, но и повысить качество жизни горожан.

Водно-зеленый городской каркас представляет собой систему взаимосвязанных природных и озелененных территорий, включающих водные объекты, зеленые насаждения, парки и скверы. Эта система играет важную роль в формировании устойчиво развивающихся городов, обеспечивая экологическую стабильность, улучшая микроклимат и создавая комфортную среду для жителей [1]. Город Пермь выделяется среди других российских городов высоким качеством составляющих элементов ВЗГК. Он лидирует по площади городских лесов, сохранению особо охраняемых природных территорий и наличию редких экосистем. Уникальной особенностью Перми является наличие 100 малых рек в черте города (и до 300 с учетом прилегающих территорий), что создает исключительные возможности для развития водно-зеленого каркаса.

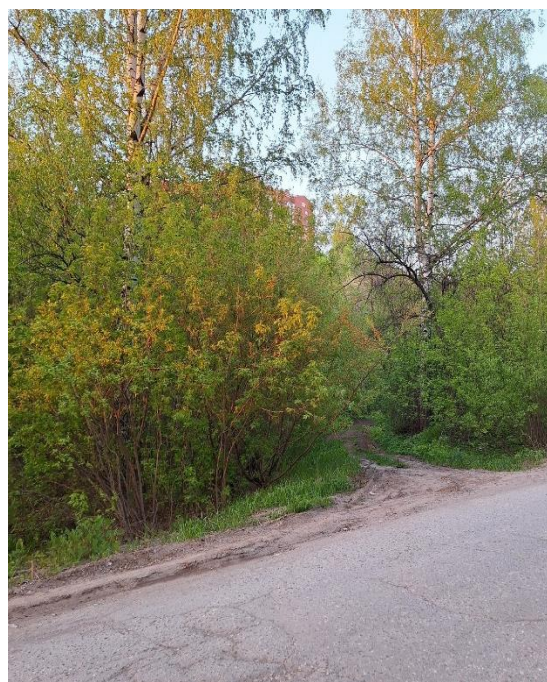
Цель исследования заключается в разработке и оценке проекта трансформации долины реки Малая Язловая в городе Перми как модельного объекта водно-зелёного каркаса, направленного на рациональное использование природных ресурсов. Проведенное исследование и разработка проекта по преобразованию долины реки Малая Язловая позволило выявить ряд важных аспектов рационального использования природных ресурсов через трансформацию компонентов водно-зеленого каркаса города.

Проект предусматривает разделение территории на три участка, что позволяет оптимально распределить функциональную нагрузку. Первый участок решает проблему транспортной доступности, предлагая систему лестниц и пешеходных троп (рис. 1). Второй участок представляет собой многофункциональное пространство, сочетающее транзитные, рекреационные и научно-познавательные функции (рис. 2). Третий участок интегрирует транзитные и рекреационные функции, обеспечивая связность территории (рис. 3). Такой подход к зонированию соответствует принципам устойчивого развития городских территорий и позволяет максимально эффективно использовать природный потенциал долины реки. Проект учитывает необходимость сохранения и улучшения экологического состояния долины реки. Предлагаемые решения, такие как создание системы пешеходных троп, смотровых площадок и мостов, разработаны с учетом минимизации воздействия на природные экосистемы. Это способствует сохранению биоразнообразия в городской среде и соответствует концепции рационального использования природных ресурсов.

Таким образом, проект преобразования долины реки демонстрирует комплексный подход к рациональному использованию природных ресурсов в городской среде. Он не только решает локальные проблемы территории, где находится долина, но и вносит вклад в развитие водно-зеленого каркаса города Перми в целом. Реализация подобных проектов способствует формированию устойчивой городской среды, повышению качества жизни населения и сохранению природных экосистем в условиях урбанизации. Опыт, полученный при разработке и реализации данного проекта, может быть использован для преобразования других компонентов водно-зеленого каркаса города Перми и других российских городов.



а)



б)

Рис. 1. Предлагаемое проектное решение:

а) концептуальная модель (составлено автором), б) реальное состояние (июнь 2024)



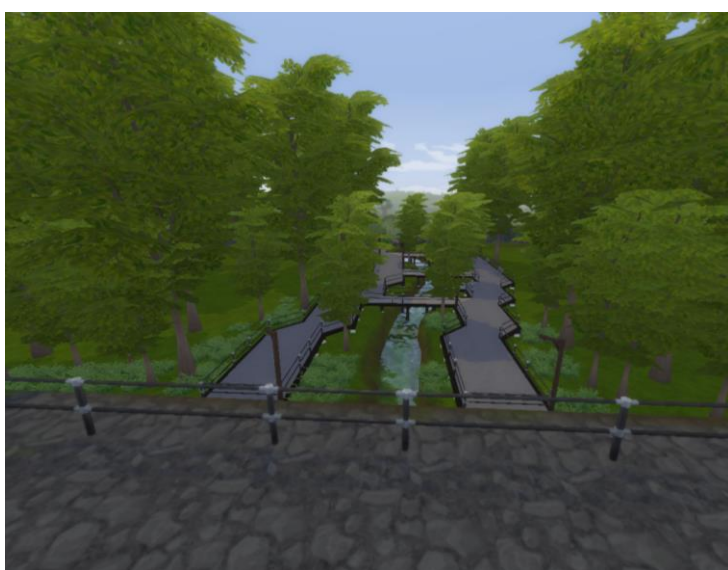
а)



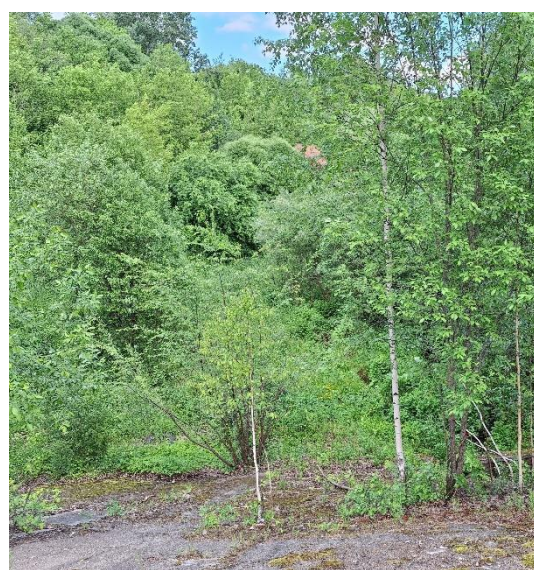
б)

Рис. 2. Предлагаемое проектное решение:

а) концептуальная модель (составлено автором), б) реальное состояние (июнь 2024)



а)



б)

Рис. 3. Предлагаемое проектное решение:

а) концептуальная модель (составлено автором); б) реальное состояние (июнь 2024)

Литература

1. Управление по экологии и природопользованию администрации города Перми Состояние и охрана окружающей среды г. Перми в 2023 году / Управление по экологии и природопользованию администрации города Перми [Электронный ресурс] // URL: <http://www.priodaperm.ru/upload/others/Sbornik-2023-chast-1.pdf> (дата обращения: 31.03.2024).

2. Шуклина Т.С., Романов Д.А. Благоустройство прибрежных территорий малых рек в г. Перми // Современные общественные пространства как инструмент развития городской среды: Материалы II Межрегиональной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 02–03 апреля 2020 года. СПб : Санкт-Петербургский гос. арх.-строит. универ., 2020. – С. 138-141.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГОРОДЕ АСТАНЕ ЧЕРЕЗ ЗЕЛЁНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ

Тимергалиев Д.Б.

Научный руководитель: Кузнецова Э.А., к.г.н., доцент
Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
danil_timergaliev@mail.ru

Город Астана является столицей Республики Казахстан с 1997 года. С момента становления столицы в Астане активно ведутся строительные работы и быстрый рост населения. Однако, в свою очередь большая антропогенная нагрузка наносит ощутимый урон окружающей среде, ухудшая тем самым качество проживания. Известно, что экологический каркас снижает антропогенную нагрузку и создаёт экосистемные услуги, позволяющие улучшить качество окружающей среды. На данный момент ведутся работы по созданию экологического каркаса вдоль агломерации Астаны. Тем не менее анализ карты NDVI показывает, что для функционирующего экологического каркаса необходимо расширить площадь озеленения, чтобы укрепить связь его ядра с внешними элементами. Целью настоящей статьи является представить ряд рекомендаций по высадке зелёных насаждений в городе Астане, чтобы улучшить свойства экологического каркаса и решить проблемы антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Ключевые слова: геоэкология, рациональное природопользование, озеленение, экологический каркас, урбанистика.

История градостроительства города

Город именовался Акмолинском с момента его основания 3 сентября 1832 года до 2 марта 1961. В эту дату он был переименован в Целиноград, как центр Целинного края, имевший всесоюзное значение. Акмола была переименована в Астану как столицу Республики Казахстан 10 декабря 1997 года по указу «О столице Республики Казахстан» президента Нурсултана Назарбаева. Данная хронологическая информация имеет значение, потому что можно разделить историю градостроительства и благоустройства города до и после становления столицей Казахстана.

В советском Целинограде проводились эксперименты по улучшению качества жизни, когда разрабатывался генеральный план Целинограда в 1962 г. План предусматривал три функциональные зоны:

- зона отдыха вдоль р. Ишим,
- промышленная зона,
- селитебная зона.

Кроме этого, принимались во внимание характеристики резко-континентального климата, чтобы благоустройство города могло уменьшить силу летних и зимних ветров, снизить влияние летней температуры и увлажнить воздух. Однако, как сообщается в статье «Астана. В поисках образа идеального

города» К.Г. Токжуманова, в Целинограде не получилось создать комфортную городскую среду, потому что было нарушение сочетание функциональных зон. Общежитие, профессиональное техническое училище и несколько многоэтажных жилых домов разместили в промышленной зоне, а комбинат противозероэрозийной техники, троллейбусное депо, производственные базы, прядильно-ниточное объединение, хлебозавод разместили в парковой зоне. Это неудачное совмещение объектов и функциональных зон привело к ухудшению санитарного состояния городской территории и условию проживания людей. В 1987 году был разработан новый проект генерального плана, в котором большое внимание было обращено на восточную неосвоенную часть города. Был освоен левый берег реки Ишим, а зона отдыха была расширена благодаря обустройству парковой зоны на правом берегу [1, 2].

Целиноград был переименован в Акмолу 6 июля 1992 года, после обретения Казахстана независимости. Через 5 пять лет город вновь поменял название. Акмола была переименована в Астану как столицу Республики Казахстан 10 декабря 1997 года по указу «О столице Республики Казахстан» президента Нурсултана Назарбаева. После переноса столицы из Алматы в Астану был объявлен международный конкурс, чтобы выбрать новый генеральный план. Победителем стал японский архитектор Кисе Курокава, который хотел реализовать в проекте генерального плана свою философскую доктрину симбиотической архитектуры. Архитектор разработал такую доктрину из-за проблемы экологизации градостроительства и экологического подхода. Доктрина базируется на трёх ключевых категориях космологической теории создателя: «симбиоз», «метаболический город» и «абстрактный символизм». Под категорией «симбиоз» архитектор предполагал гармоничное сосуществование разных элементов города, урбанистической структуры и природы.

По мимо этого, Курокава также принял во внимание большое влияние окружающую среды на качество проживания в городе, чтобы проектировать следующие объекты:

- создание вокруг русла реки Ишим водоохранной полосы. Река Ишим является единственным источником питьевой воды в регионе,
- создание вокруг Астаны эколеса для смягчения климата, живописного пейзажа и защиты города от летних суховеев, штормовых зимних бурянов, пыльных и снежных бурь,
- в перспективе предлагается создания экокоридоров для их более тесной связи городской среды и природы.

Однако, на данный момент в генеральный план Курокавы вносятся изменения, потому что показатели проектных решений по развитию

инфраструктуры не соответствует реальному темпу роста столицы, иначе говоря, изначальная планировка в плане Курокавы не предполагала такого большого притока населения [3].

Тем не менее в начале процесса изменения генерального плана власти города сделали ошибку, отдав приоритет автомобилистам в ущерб интересам пешеходов, что в свою очередь стало причиной одной из экологических проблем в Астане.

Экологические проблемы в городе

Загрязнение атмосферы. Загрязнение от автотранспорта составляет 57 % от всего загрязнения в воздухе [4]. Объём выбросов составляет 89,11 тыс. тонн загрязняющих веществ. По данным Городского территориального управления охраны окружающей среды г. Астаны, объёмы вредных выбросов от передвижных источников загрязнения, то есть от автомобилей, ежегодно растут. В то же время, объёмы вредных выбросов от стационарных источников имеет тенденцию к снижению. Концентрация загрязняющих веществ, выбрасываемых автомобилями, увеличивается [5].

Загрязнение почвенного покрова. Управление природных ресурсов и регулирования природопользования г. Астаны сообщает, что почвенный покров постепенно накапливает загрязняющие вещества [6, 7].

Поднятие уровня грунтовых вод. В результате накопления атмосферных осадков в грунте образуются безнапорные воды. Они не испаряются как верхние воды, потому что они залегают на одном и том же уровне. Такие воды мешают проводить строительные работы. Кроме этого, плотная застройка является основной причиной поднятия уровня грунтовых вод [8].

Заболачивание рек и болота. В болотах, расположенных в городской черте, поднимается уровень воды во время весенних паводков. Зимой в Астане выпадает большое количество осадков, при таянии они не поглощаются застроенной поверхностью, что ведёт к их эвтрофикации [9].

Создание экологического каркаса

На данный момент проводятся работы по созданию экологического каркаса для улучшения качества окружающей среды в городе. Он состоит из зелёной кольцевой зоны вокруг города; крупных клиньев в виде лесных массивов, вдающихся в центр города и равномерно расположенных по его территории озеленённых территорий, таких как, парки, скверы и зеленые насаждения вдоль рек и водоёмов. Самым важным условием является связь между всеми элементами каркаса с использованием зеленых коридоров, чтобы формируемая биота образовала неразрывную сеть [10-13]. Согласно программе «Зелёный пояс Астаны», с 2017 года по 2030 год на площади 3,5 тыс. га участков межкулисного пространства планируется посадка около 5 млн сеянцев [14].

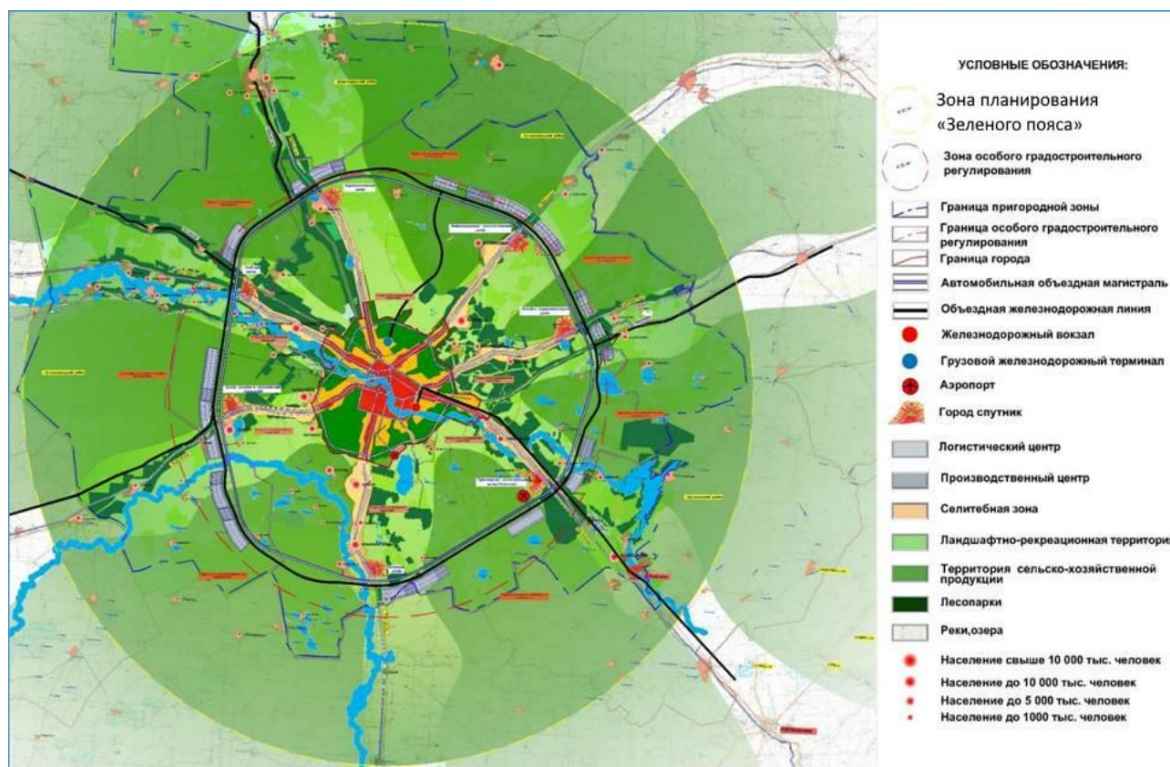


Рис. 1. План развития «Зеленого пояса» агломерации до 2030 г. [14].

Предложения по улучшению озеленения городской среды

Несмотря на создание экологического каркаса в пригородной зоне Астаны, всё ещё необходимо уделить внимание посадке зелёных насаждений внутри самого города. Для краткого анализа озеленения была сделана карта NDVI. NDVI является нормализованным вегетационным индексом. С помощью частот спутниковых снимков, он показывает, насколько озеленены участки. Чем больше значение NDVI, тем более озеленен участок.

На карте NDVI наглядно показано, что больше всего озеленены пригородные зоны, на территории которых ведутся высадки для создания экологического каркаса, крупные общественные пространства и берега р. Ишим. В центре города не хватает озеленённых территорий.

По данным генерального плана столицы, больше всех озеленён планировочный район Есиль (8 849,3 га), а самым менее озеленённым планировочным районом является Сырыарка (600 га). Следовательно, возникает вопрос того, как можно расширить площадь зелёных насаждений в центре города и некоторых планировочных районах, чтобы улучшить качество окружающей среды и эстетику городского ландшафта. В свою очередь это укрепит связь центральных и краевых элементов экологического каркаса. Прежде всего необходимо узнать информацию о местном климате и почвах. Астана расположена в зоне резко-континентального климата, характеризующемся резким дефицитом влажности, сильными ветрами и продолжительными зимами [14].

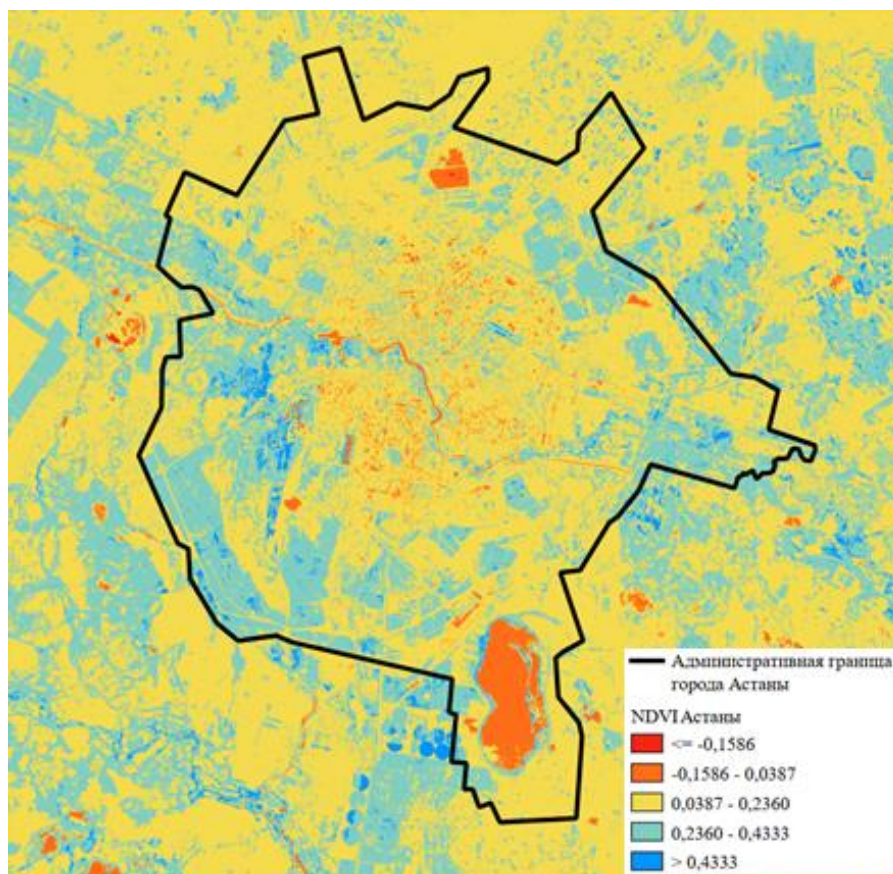


Рис. 2. Карта NDVI города Астаны

Что касается почв, в статье «Ландшафтная структура в городе Нур-Султан в развитии «Зелёного пояса»» содержится информация о почвах в пределах агломерации столицы, на которых можно выращивать деревья, чтобы сократить транспортные расходы для транспортировки саженцев. Этими почвами являются среднemocные тяжелосуглинистые черноземы. И южные карбонатные тяжелосуглинистые черноземы [16, 17]. Проблема масштабной лесопосадки объясняется трудными лесорастительными свойствами виде засоленных почв, высокого уровня залегания засоленных грунтовых вод и слабой тренированности почвогрунтов на значительных площадях [18]. Для улучшения свойств почв, чтобы выращивать деревья, необходимо вносить фосфатных и азотных удобрений, кроме этого, необходимо принять во внимание ветровую и водную эрозии.

Следующим шагом является посадка определенных видов, которые могут приспособиться к местным климатическим условиям. Такими растениями являются:

- сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.)
- береза повислая (*B. Pendula* L.)
- лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.)
- ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.)

- липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.)
- ива ломкая (*Salix fragilis* L.)
- тополь гибридный (*Populus* L.)
- черемуха виргинская (*Padus virginiana* (L) Mill.) [19].

Выделяются 4 группы почв для лесопосадки: лесопригодные почвы, ограниченно-лесопригодные, условно-лесопригодные почвы и нелесопригодные почвы. Следовательно, нужно создать почвенную карту городских почв для более эффективно посадки деревьев в зависимости от их солеустойчивости, например, сосна обыкновенная плохо переносит солонцеватость по сравнению с лиственницей сибирской и берёзой повислой [20].

Кроме этого, можно принять ряд других мер, таких как, посадка саженцев с размещением корневой системы в корзинах [21] и использование лишних грунтовых вод для орошения почв. Площадь и эстетика озеленения также может быть расширена за счёт посадки злаковых культур [22].

Заключение

Итак, можно сделать вывод, что загрязнение воздуха, почв, заболачивание рек и водоемов, поднятие грунтовых вод в городе Астана имеет связь с недостаточным количеством озеленения, следовательно, эти проблемы окружающей среды могут снизиться или решиться за счёт расширения озеленённых территорий. Для этого на данный момент идет создания экологического каркаса вокруг города. Карта NDVI показывает, что большинство зелёных насаждений расположено в пригороде, в общественных местах и вдоль р. Ишим, но в центре городе не хватает озеленения. Это ставит новые вопросы о том, как можно посадить еще больше насаждений в городе, чтобы улучшить свойства экологического каркаса. Из полученных результатов видно, что необходимо применить ряд рекомендаций для расширения площади озеленений. Можно садить саженцы на определённых почвах в границах агломерации, вносить удобрения и сконцентрироваться на посадке видов, более устойчивых для местного климата. Потом можно высаживать выросшие саженцы в корзинах и создать систему орошения, используя поднятые грунтовые воды. Кроме этого, можно массово сажать злаковые культуры из-за простоты посадки и ухода за ними для расширения озеленённых территорий и эстетики ландшафта.

Литература

1. Государственный архив г. Астаны. Ф. 32. Оп. 5. Д. 275.
2. Токжуманов К. Г. Астана. В поисках образа идеального города // Новый взгляд. Международный научный вестник. – 2014. – № 3. – С. 7-16.
3. Матайбеков Ш. Архитектура Астаны: поиск, идеи, направления развития в XXI веке // Архитектура. Строительство. Дизайн. – 2006. – № 1(42). – С. 16-23.

4. Тюменцева Е. Ю., Даулетканова А. Д. Экологические проблемы Астаны // Декада экологии: материалы X юбилейного международного конкурса, Омск, 11–19 мая 2016 года. – Омск: Омский университет дизайна и технологий, 2016. – С. 94-97.
5. Кульбеков А. Б. Транспортно-экологические проблемы Астаны // Эколого-географические проблемы развития регионов и городов Республики Казахстан: сборник статей. – Москва: Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 2017. – С. 225-241.
6. Вечерняя Астана [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.vechastana.kz.
7. Омарова, Н. К. Экологическая ситуация в Республике Казахстан // Экология и здоровье нации. – 2006. – С.4–10.
8. Татембаев С. Е., Мусабаяев Т.Т. Проблема грунтовых вод в городе Астана // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 21(103). – С. 22-24..
9. Дороги на болоте. [Электронный ресурс]. – <https://img7.motor.kz/r/780x/uploads/1bf7a25ee3a1ae45db05ae321c020829d/28518e5e6ff94828c33076b3d00b5f9aef.jpg>
10. Григорьев В.А., Огородников И. А. Экологизация городов в мире, России, Сибири // Аналитический обзор, серия «Экология», вып.63. – Новосибирск, 2001. – 152 с.
11. Катаева А.Р. Формирование экологического каркаса – как принцип устойчивого развития городской среды // Архитектон: известия вузов. – 2012. – №38. – С. 126–130.
12. Пименова, Г. И., Контеев Д. Л. Формирование зеленого каркаса города // Science and World. – 2014. – №8(12). – С. 64–66.
13. Байтанаев О.А., Абаева К. Т., Кентбаев Е. Ж. Проблемы экологизации города Астаны: предпосылки и перспективы // Наука и мир. – 2015. – № 2-1(18). – С. 106-108.
14. Ландшафтная структура города Нур-Султан в развитии «Зеленого пояса» / Ж. Г. Берденов, С. Калибекова, Н. Б. Маханова [и др.] // Вестник ЗКГУ. – 2020. – № 4(80). – С. 322-332. – DOI 10.37238/1680-0761.2020.80(4).37.
15. Гвоздецкий Н.А., Николаев В.А. Казахстан. М.: Издательство «Мысль», 1971. – С. 142-160.
16. Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т. Почвы Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 364 с.
17. Сваричевская З.А. Очерки по геоморфологии Казахстана. – Л., 1941. – 61 с
18. Обезинская Э.В., Рахимжанов А.Н., Эбель А.В., Дудина Н.Н. Лесные культуры зеленой зоны г. Нур-Султан // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lesnye-kultury-zelenoy-zony-g-nur-sultan> (дата обращения: 27.03.2024).
19. Zalesov S.V., Azbaev B.O., Dancheva A.V. et.al. Iskusstvennoe lesorazvedenie vokrug g. Astany [Artificial afforestation around the city of Astana] [Electronic resource] // Modern problems of science and education. 2014. No. 4. URL: [www. Science education. Ru / 118-13438](http://www.scienceeducation.ru/118-13438). [in Russian] (accessed: 20.08.19).
20. Азбаев Б.О., Луганский Н.А., Суюндиков Ж.О., Залесова Е.С., Платонов Е.П. Создание лесных культур в зеленой зоне г. Нур-Султан на почвах различной лесопригодности // МНИЖ. 2019. №11-2 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-lesnyh-kultur-v-zelenoy-zone-g-nur-sultan-na-pochvah-razlichnoy-lesoprigrigodnosti> (дата обращения: 27.03.2024).
21. Обезинская Э.В., Рахимжанов А.Н., Эбель А.В., Дудина Н.Н. мониторинг состояния зеленых насаждений города Нур-Султан // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2019. – №54. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-sostoyaniya-zelenyh-nasazhdeniy-goroda-nur-sultan> (дата обращения: 27.03.2024).
22. Имамбекова Г.А. Калашников Д.В. Приемы использования злаковых культур при озеленении территорий в условиях города Астана // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2023. – № 33. – С. 32-36.

ПРОБЛЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ОХРАНЫ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОДЗЕМНО-КАРСТОВОЙ ПРИРОДЫ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КРЫМСКОГО РЕГИОНА

Токарев С.В.

*Крымский Федеральный университет им. В.И. Вернадского,
Симферополь, Россия
tokcrimea@list.ru*

*Представленная работа выполнена за счет гранта
Российского научного фонда № 23-27-10045,
<https://rscf.ru/project/23-27-10045/>.*

В статье обосновывается использование специальных подходов к организации санитарной охраны питьевых источников карстовых вод. В качестве научной основы для этого следует использовать результаты специальной оценки уязвимости подземных вод к загрязнению в условиях карста. В качестве примера приводятся результаты оценки уязвимости, полученные для Краснопещерного источника в Горном Крыму.

Ключевые слова: источник водоснабжения, зона санитарной охраны, карстовые воды, оценка уязвимости, Горный Крым.

Согласно имеющимся данным [3], более 60 % территории России подстилаются растворимыми (карстующимися) породами. В Крыму доля площади развития карстующихся пород составляет 84 % [1]. Закарстованные породы характеризуются высокой водовместимостью и проницаемостью, содержат воды отменного природного качества, однако их водно-коллекторские параметры отличаются ярко выраженной контрастностью и анизотропией [6]. Карстовым коллекторам свойственны крайне высокая степень концентрации подземного стока, очаговый характер питания и разгрузки подземных вод, высокая скорость их движения и низкая способность к самоочищению от загрязнений. Определение водосборной площади карстовых источников, границы которой обычно не совпадают с топографическими водоразделами, само по себе является отдельной сложной задачей. Перечисленные особенности указывают на необходимость разработки особых подходов к охране подземных вод карстовых горизонтов, учитывающих их гидрогеологические особенности [7].

В Крыму практически все ресурсы пресных подземных вод содержатся в трещинно-карстовых коллекторах. Кроме того, крупные карстовые источники в Горном Крыму дают начало большинству значительных рек полуострова, формируя более половины их стока и обеспечивая наполняемость построенных на них водохранилищ питьевого назначения. Таким образом, карстовые воды являются основой водоснабжения населения Республики Крым и г. Севастополя. В условиях происходящего бурного социально-экономического развития

региона на фоне сохраняющейся вододефицитности особо остро встает вопрос сохранения качества ресурсов карстовых вод.

В международной практике в качестве гидрогеологического обоснования для установления зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения принята оценка уязвимости водоносных горизонтов к загрязнению [7]. Для оценки уязвимости водоносных горизонтов карстового типа разработана масса методов, большинство из которых относится к категории индексно-рейтинговых. На основе наиболее широко апробированных методов «СОР» и Словенского нами разработана Горно-Крымская методика оценки уязвимости подземных вод (УПВ), максимально учитывающая региональные условия развития карста и уровень их изученности. Она позволяет построить карту уязвимости ресурса карстовых вод, т.е. всего водоносного горизонта, а также карту полной уязвимости для конкретных источников и/или водозаборов подземных вод (рис. 1).

Согласно действующим в РФ нормативам [4], для подземных источников водоснабжения устанавливаются 3 пояса зон санитарной охраны (ЗСО). Вследствие гидрогеологических особенностей закарстованных территорий, поясная конфигурация ЗСО является неприменимой для охраны источников карстовых вод. Для этого следует использовать дискретную конфигурацию ЗСО, которая наилучшим образом отражает реальные условия питания карстовых водоносных систем [2]. Для установления ЗСО карстовых источников водоснабжения нами предлагается использовать карту полной уязвимости к загрязнению. Для этого границы ЗСО следует проводить по границам участков с различной категорией уязвимости, как показано на рис. 2.

Апробирование региональной методики оценки УПВ выполнено нами в различных районах Горного Крыма [5]. В данной работе приводится результат такой оценки, выполненной для водосборной площади Краснопещерного карстового источника, расположенного на Долгоруковском массиве. Данный источник, имея среднемноголетний расход около 150 л/с, участвует в водоснабжении г. Симферополь. Границы водосборной площади определены по спелеологическим данным и результатам серии трассерных экспериментов, которые также позволили выполнить оценку полной уязвимости Краснопещерного источника, наряду с уязвимостью ресурса подземных вод (рис. 3). Полученная карта полной УПВ Краснопещерного источника создает основу для зонирования его санитарной защиты. На участках высокой уязвимости следует устанавливать строгий режим охраны, а в пределах зон средней и низкой уязвимости – вводить ограничения, как для второй и третьей ЗСО. На данный момент действующими в РФ нормативными документами не предусмотрены дифференцированные подходы к организации охраны источников подземных вод разных типов (поровых, трещинных, карстовых), так же, как и использование для этого результатов оценки уязвимости этих источников к загрязнению. Для организации эффективной охраны источников

карстовых вод, используемых в водоснабжении, необходимо нормативное закрепление методик оценки УПВ, подобных предложенной в данной работе. Это следует делать, как минимум, на региональном уровне, где есть свои особенности в условиях формирования карстовых подземных вод.

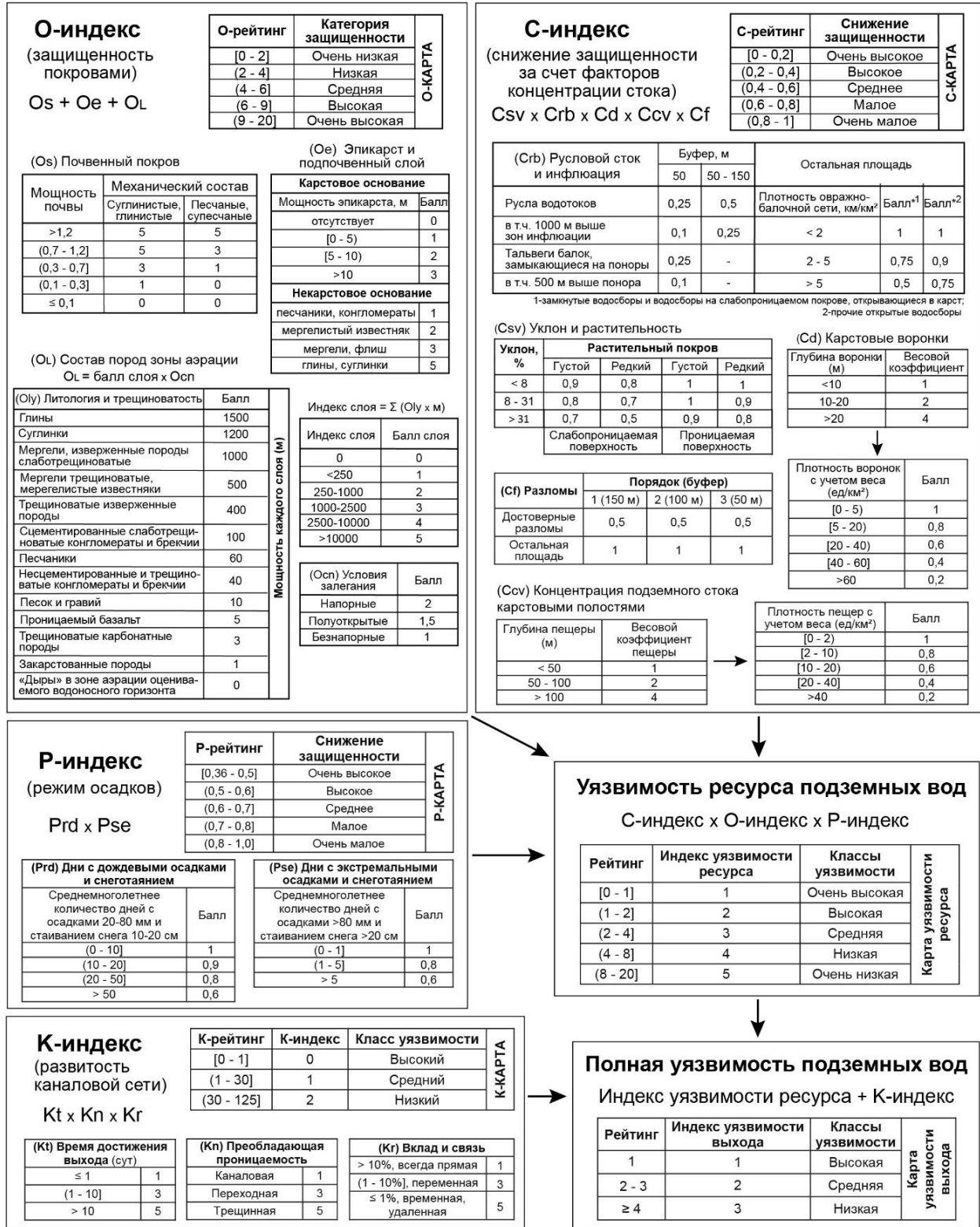


Рис. 1. Схема Горно-Крымской методики оценки уязвимости карстовых подземных вод к загрязнению

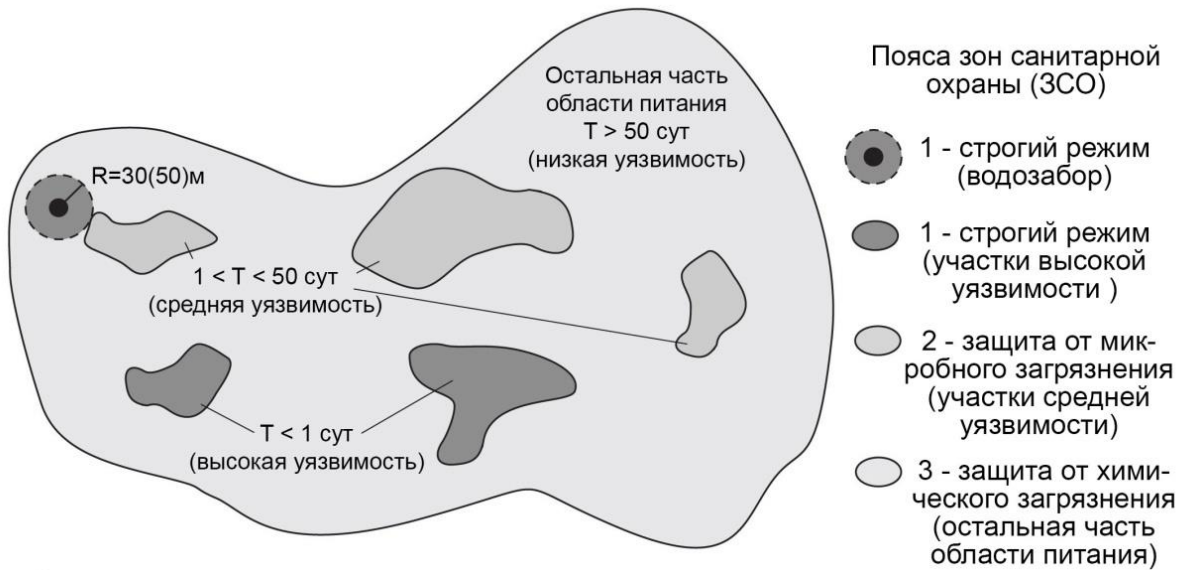


Рис. 2. Концептуальная схема установления зон санитарной охраны для источников карстовых вод на основе карты их уязвимости к загрязнению (по [2] с доработками автора)

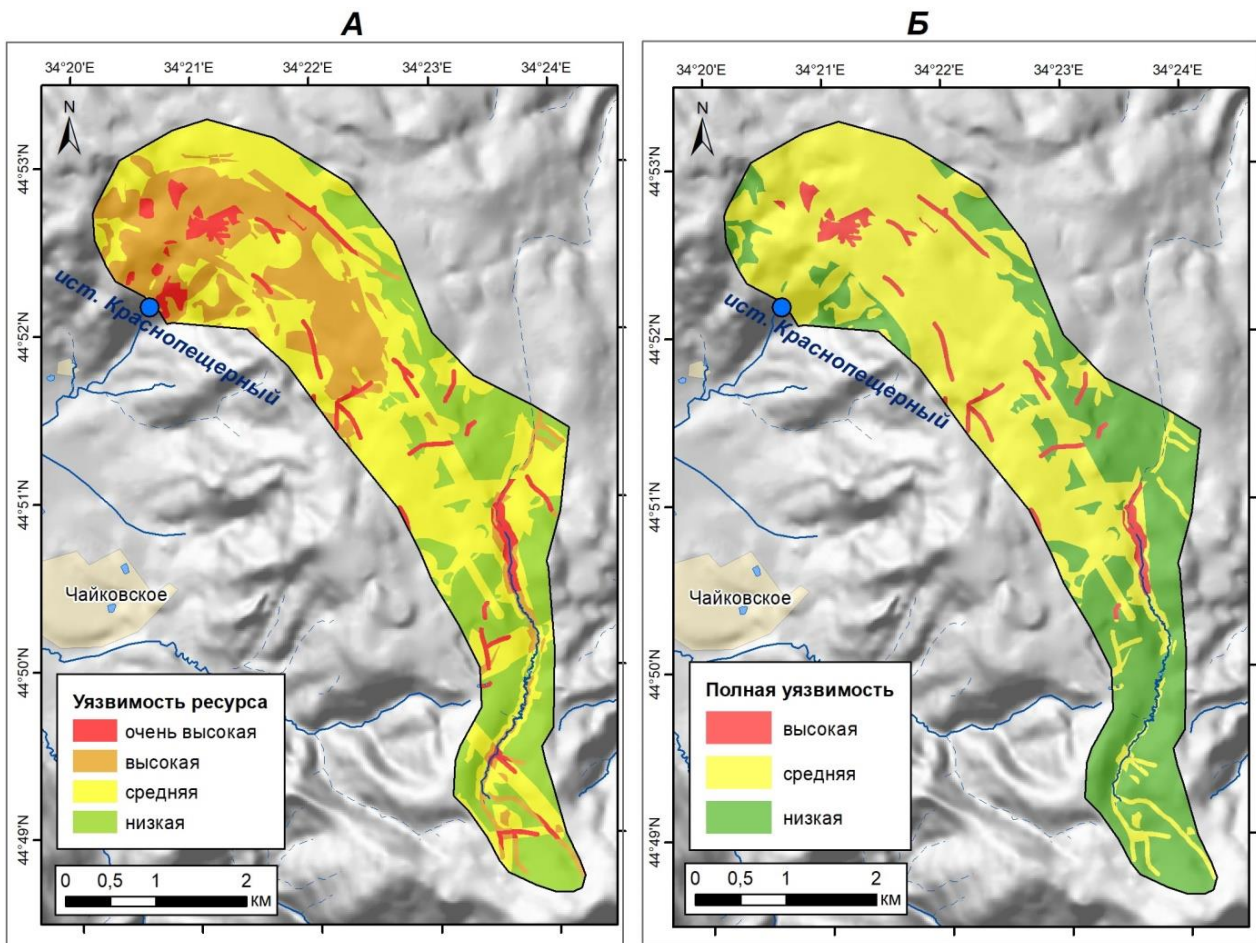


Рис. 3. Карта уязвимости ресурса карстовых вод для области питания Краснопещерного источника (А) и карта полной уязвимости данного источника (Б) в Горном Крыму

Литература

1. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карстовая республика (Карст Крыма и его проблемы). – Симферополь, 1996. – 88 с.
2. Климчук А.Б., Токарев С.В. Рекомендации по охране подземных источников питьевого водоснабжения в карстовых регионах // Спелеология и карстология. – 2014. – № 12. – С. 5–16.
3. Национальный атлас России: в 4 т. Т. 2: Природа. Экология. – Калининград : Янтарный сказ, 2007. – 496 с.
4. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2002. – 18 с.
5. Токарев С.В., Амеличев Г.Н., Амеличев Е.Г. Оценка уязвимости карстовых подземных вод к загрязнению на основных массивах Горного Крыма с использованием региональной методики // Устойчивое развитие горных территорий. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 397–409.
6. Ford D., Williams P. Karst Hydrogeology and Geomorphology. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2007. – 562 p.
7. Ravbar N. The protection of karst waters. – Postojna-Ljubljana, 2007. – 254 p.

ГОРНОЕ ДЕЛО И РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УЧАСТКА ПЕСКА СТРОИТЕЛЬНОГО ВОЗЛЕ С. ПРИНЦЕВКА (ВАЛУЙСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ)

Верейтин Н.А.

Научный руководитель: Зайцев Д. А., к. т. н.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Белгород, Россия

Nikita.Verik@yandex.com

В данной статье на основании выполненного разведочного бурения описаны особенности геологического строения и гидрогеологических условий участка песка строительного в районе с. Принцевка Валуйского городского округа. Охарактеризованы продуктивная толща, вскрышные породы и изменение уровня грунтовых вод по площади месторождения.

Ключевые слова: песок, надпойменная терраса, продуктивная толща, разведочное бурение, глинистость пород, уровень, обводненность.

На территории Белгородской области сосредоточены значительные запасы различных твердых полезных ископаемых: железных руд, бокситов, карбонатного и цементного сырья, строительных материалов. Основная добыча ведется в направлении железных руд, которые составляют 45 % от их общих запасов по стране [1, 2].

Не менее важным является разработка осадочных пород, которые имеют региональное значения и представлены по области песками (строительными, для производства силикатных изделий, формовочными и стекольными), глинами (кирпично-черепичными, керамзитовыми), мелом, мергелями и торфом. Всего разрабатывается 19 песчаных карьеров общим запасом 276 млн м³ и распределены они неравномерно, в следствии чего западные и часть южных районов не в полной мере обеспечена различными песками. Месторождения находятся на территориях Шебекинского, Валуйского, Яковлевского и Губкинского городских округов, Вейделевского, Красногвардейского и Белгородского районов [3, 4].

Исследован участок распространения строительных песков возле с. Принцевка Валуйского городского округа. Район работ находится в 15 км от г. Валуйки, в 0,3 м западнее от с. Принцевка. Территория приурочена к южным склонам Средне-Русской возвышенности и относится к эрозионной равнине,

которая отчетливо разделена овражно-балочной системой. Перепад высот составляет 12 м и находится в значениях от 96 до 108 м. Наиболее высокая точка в районе устья скважины 2, резкий подъем наблюдается на линии скважин 2-7 и 4-6, а рельеф выше в северо-западной и западной частях территории.

На исследуемой площади выполнено бурение 7 шт геологоразведочных скважин (рис. 1). На основании анализа установлено, что полезная толща представлена строительными песками, пригодными для разработки и имеет мощность в среднем 5,5 м. Она сложена аллювиальными необводненными песками 2-й надпойменной террасы р. Оскол. Сверху полезная толща перекрывается почвенно-растительным слоем незначительной мощности 0,3-0,8 м, причем он сильно запесоченный, а в некоторых местах песок выходит на дневную поверхность.

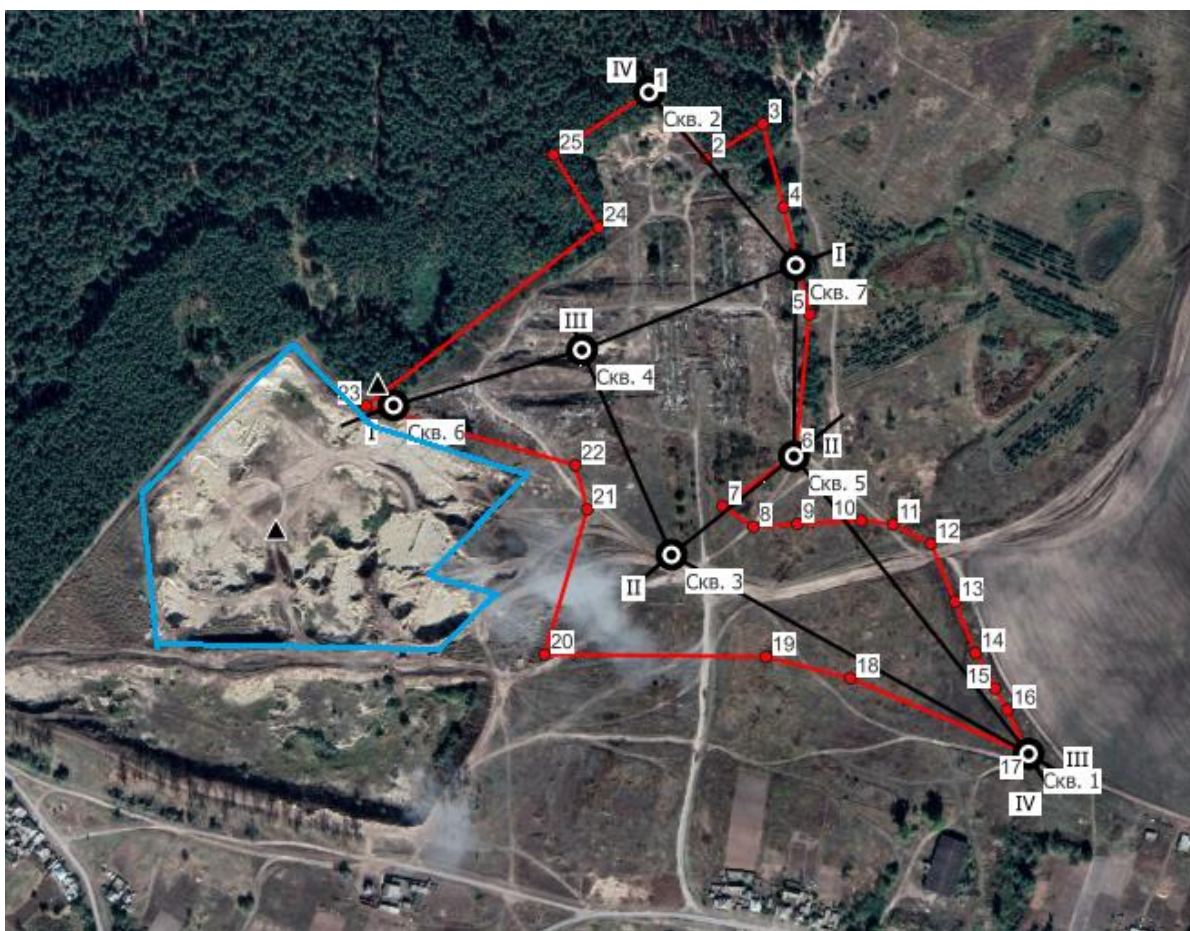


Рис. 1. Ситуационный план изучаемого участка

Ниже залегают обводненные пески. Уровни подземных вод изменяются от 2,9 до 10,0 м в зависимости от расположения скважины, причем ниже уровня подземных вод песчаная толща сильно глинистая с переслаиванием глин и суглинков. По гранулометрическому составу песок относится к очень мелким и принадлежит ко второй категории качества.

По результатам разведочного бурения построены геологические разрезы по линиям скважин, которые максимально аппроксимируют геологическое строение участка. Продуктивная песчаная толща аллювиальных отложений подстилается глинами голубовато-зеленовато-серыми, пластичными с высокой запесоченностью. Отложения в верхней части сложены, в основном, песком желтовато-светло-серым, кварцевым очень мелким с незначительным включением обломков створок раковин; в нижней части – голубовато-темно-серым, что свидетельствует о близости подстилающих глин. Наибольшая мощность верхней толщи аллювиальных отложение зафиксирована в районе 2 и 6 скважин, порядка 15-17 м, соответственно. С продвижением на восток и юго-восток абсолютные отметки рельефа и мощность песчаного слоя значительно уменьшается, причем появляются прослой 0,4-0,5 м глины зеленовато-голубовато-серой, образуя внутреннюю вскрышу (скважины 1, 5, 7).

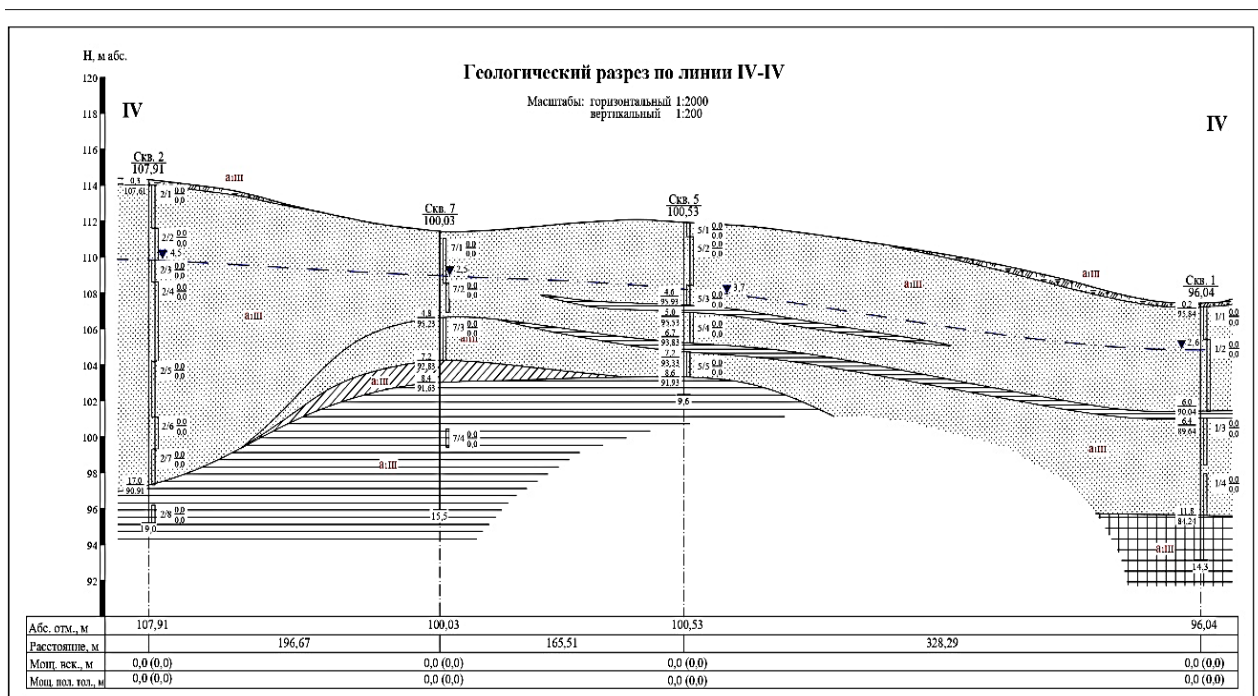


Рис. 2. Геологический разрез по линии скважин 2-7-5-1

На месторождении развит ниже-верхнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт, приуроченный к песчаным отложениям второй надпойменной террасы р. Оскол. Абсолютные отметки зеркала грунтовых вод составляют от 94,04 м до 103,41 м. Водоносный горизонт получает питание за счет инфильтрации атмосферных осадков и потока части вод с дочетвертичных отложений, которые примыкают к аллювиальным. Коэффициент фильтрации полезной толщи песков составляет 1,45 м/сут, что свидетельствует о незначительной дренируемости и просачивании в водоносный горизонт.

Наибольшая абсолютная отметка зеркала грунтовых вод зафиксирована в скважине 2 (абс. отм. 107,91) и с продвижением на юг, юго-запад уменьшается до 94 м. Поверхность подземных вод повторяет поверхность рельефа и для линии скважин 2-7 характерен резкий подъем. Поток направлен по понижению рельефа в южном направлении. В районе скважины 7, поток сходящийся из-за наличия вогнутой поверхности, на линии 3-5 наоборот – расходящийся, благодаря близкому расположению водораздела.

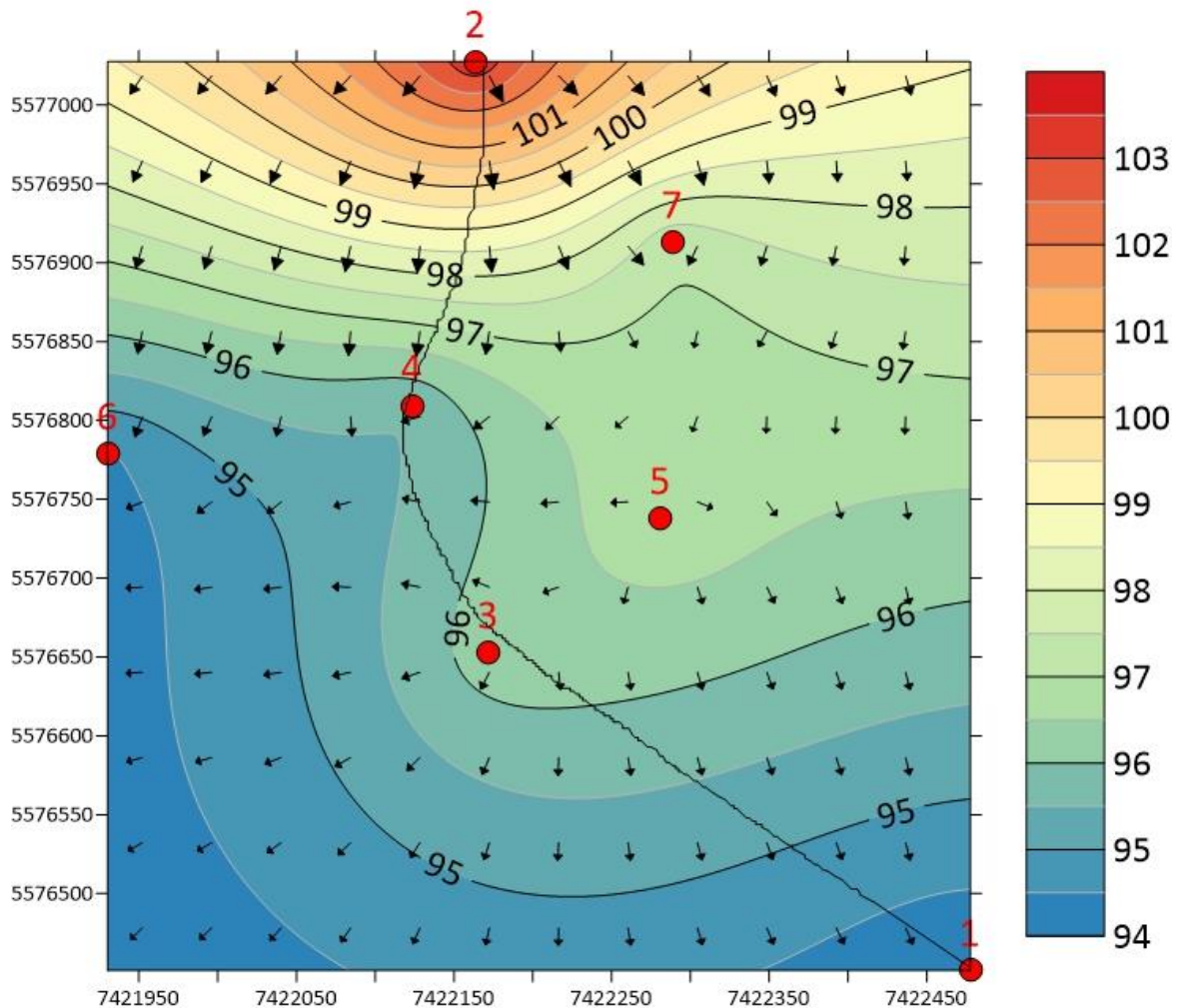


Рис. 3. Карта гидроизогипс и направление линии тока

В настоящее время, рядом с рассматриваемым участком, разрабатывается карьер «Принцевский 2», отработка в котором ведется экскаваторным способом. Мощность продуктивной толщи больше, по сравнению исследуемым участком, она составляет порядка 12-19 м, что отчетливо заметно на бортах карьера. Это связано с большей высотой рельефа и более низким уровнем подземных вод, так как абсолютные отметки кровли увеличиваются с продвижением на запад именно из-за этого на изучаемом участке значительно меньше мощность аллювиальных отложений. На дне карьера присутствуют заболоченные

низменные участки, в которых скапливаются подземные воды, образуя своеобразные озера с абсолютными отметками зеркала воды 92,4 м – на севере и 91,4 м – на юге.

Месторождение «Принцевский 2» эксплуатировалось в течении 6 лет, при этом отрабатывались необводненные пески. За это время были отработаны практически все запасы песка, находящиеся в центральной и северо-западной частях месторождения. Частично неотработаны запасы необводненных песков и в подошве карьера, где их мощность, как правило, не превышает 1,0 м.

Таким образом, исследуемый участок может являться перспективным для дальнейшего расширения действующего карьера в восточном направлении. Однако, выявленные особенности гидрогеологических условий, связанные с повышением уровня подземных вод в восточном направлении, будут являться лимитирующим фактором для применения экскаваторной техники.

Литература

1. Погорельцев И.А., Петина В.И., Белоусова Л.И. Минерально-сырьевая база Белгородской области как основа развития ее экономики в XXI веке. – Белгород // Региональные геосистемы. – 2016. №11 (232). – 172-182 с.

2. Хрисанов В.А., Петин А.Н., Яковчук М.М. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области. Белгород: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 2015. – 245 с.

3. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Белгородской области на 15.03.2021. Справка подготовлена ФГБУ «Институт Карпинского» в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 14.01.2021. № 049-00016-21-00. – 2021 г. – 11 с.

4. Петин А.Н., Фурманова Т.Н., Петина М.А. Геоэкологические проблемы добычи общераспространенных полезных ископаемых в Белгородской области // Горный журнал. – 2015. – № 8. – 61-63 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ КРЕПОСТИ

Власов Н.С.

Научный руководитель: Тюпин В.Н., д.т.н. профессор
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия
vlasov.nikita@icloud.com*

В данной статье представлено исследование влияния крепости горных пород на качество их дробления при использовании взрывных технологий. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности горных работ и снижения затрат на переработку полезных ископаемых. В ходе работы проведен анализ физико-механических свойств различных типов горных пород, таких как прочность на сжатие и трещиноватость, а также их влияние на результаты дробления.

Используя экспериментальные данные и методы численного моделирования, исследованы параметры взрывных воздействий, оптимальные для различных уровней крепости пород. Результаты показали, что более крепкие породы требуют применения специфических методов и технологий для достижения качественного дробления. Также предложены рекомендации по оптимизации взрывных работ с учетом геологических особенностей месторождения.

Полученные результаты могут быть полезны для практиков в области горного дела, а также для научных исследований, направленных на улучшение технологий дробления и переработки полезных ископаемых.

Ключевые слова: крепость, горная порода, гранит, гидротерматит, шпур, забой, дробление, паспорт бурения.

Дробление горных пород является ключевым процессом в горной промышленности, влияющим на эффективность добычи полезных ископаемых и последующую переработку. Одним из наиболее распространенных методов дробления является взрывное воздействие, которое позволяет разрушать массивы горных пород на более мелкие фрагменты, удобные для дальнейшей обработки. Однако качество дробления зависит от множества факторов, среди которых особое место занимает крепость горных пород.

Крепость горных пород определяется их физико-механическими свойствами, такими как прочность на сжатие, трещиноватость и минералогический состав. Эти характеристики влияют на поведение породы при взрывном воздействии, что может привести к различным результатам дробления. В условиях современных технологий и растущих требований к эффективности процессов добычи важно глубже понять взаимосвязь между крепостью горных пород и качеством их дробления.

Настоящее исследование направлено на изучение влияния различных уровней крепости горных пород на результаты взрывного дробления. Были

проведены анализы существующих методов оценки качества дробления и предложены рекомендации по оптимизации взрывных работ с учетом геологических особенностей месторождений. Результаты данного исследования могут способствовать повышению эффективности горных работ и снижению затрат на переработку полезных ископаемых.

Эта работа была проведена на базе рудника подземного Яковлевского горно-обогатительного комбината. Было выбрано два различных по крепости горной породы забоя очистной выработки – кварцитовый и гидрогематитовый. Коэффициент крепости данных горных пород по шкале Протодяконова – 10 и 4 соответственно. Следовательно, для обуривания, заряжания и взрывания этих забоев имеются различные паспорта.

Ниже представлены паспорта бурения для забоя, содержащий гидрогематитовую руду (рис. 1) и кварцитовую руду (рис. 2). Здесь мы можем увидеть принципиальные различия по количеству шпуров, а также их глубине.

Для более крепких забоев увеличивают количество шпуров и к тому же уменьшают глубину бурения. В крепких породах снижение глубины бурения помогает избежать избыточного давления на стенки шпуров, а увеличение количества шпуров позволяет более равномерно распределить взрывное воздействие, что улучшает дробление породы и снижает вероятность образование крупных (негабаритных) кусков.

В свою очередь, меньшая глубина бурения требует меньше времени и усилий, что ускоряет общий процесс добычи.

Таким образом, данная стратегия позволяет оптимизировать процесс добычи в условиях крепких рудных забоев.

Однако, бурить крепкие забои на 42 шпура глубиной 3,3 метра является очень продолжительным процессом, а также в результате взрыва иногда образуются большие куски в следствие плохого дробления, из-за того, что для такой крепкой горной породы, данная глубина шпура является высокой.

В ходе этих наблюдений, было вынесено предложение уменьшить глубину шпура до 2,7 метров, а их количество оставить неизменным. Был переделан паспорт бурения (рис. 3), а также проведены испытания с соответствующими новыми данными.

В результате этих испытаний, самоходная буровая установка (СБУ) сократила время на обуривание крепких забоев и, следовательно, увеличилось среднее количество обуренных забоев в смену. Уходка стала меньше на 0,5 метра, однако повысилось качество дробления. Меньшие куски легче обрабатывать и транспортировать, что снижает затраты на дальнейшую переработку и увеличивает общую эффективность добычи.

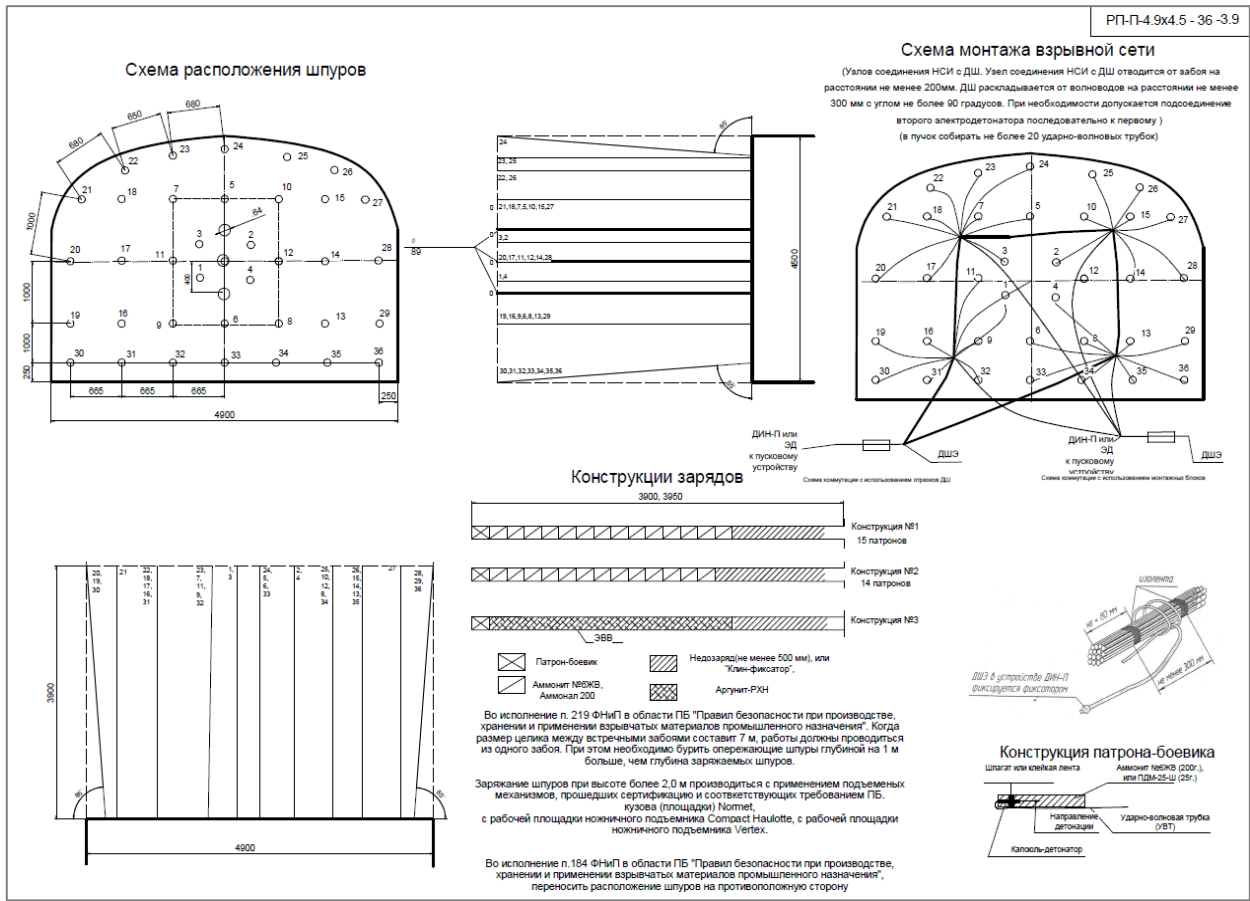


Рис. 1. Паспорт бурения для забоя с коэффициентом крепости $f = 4$

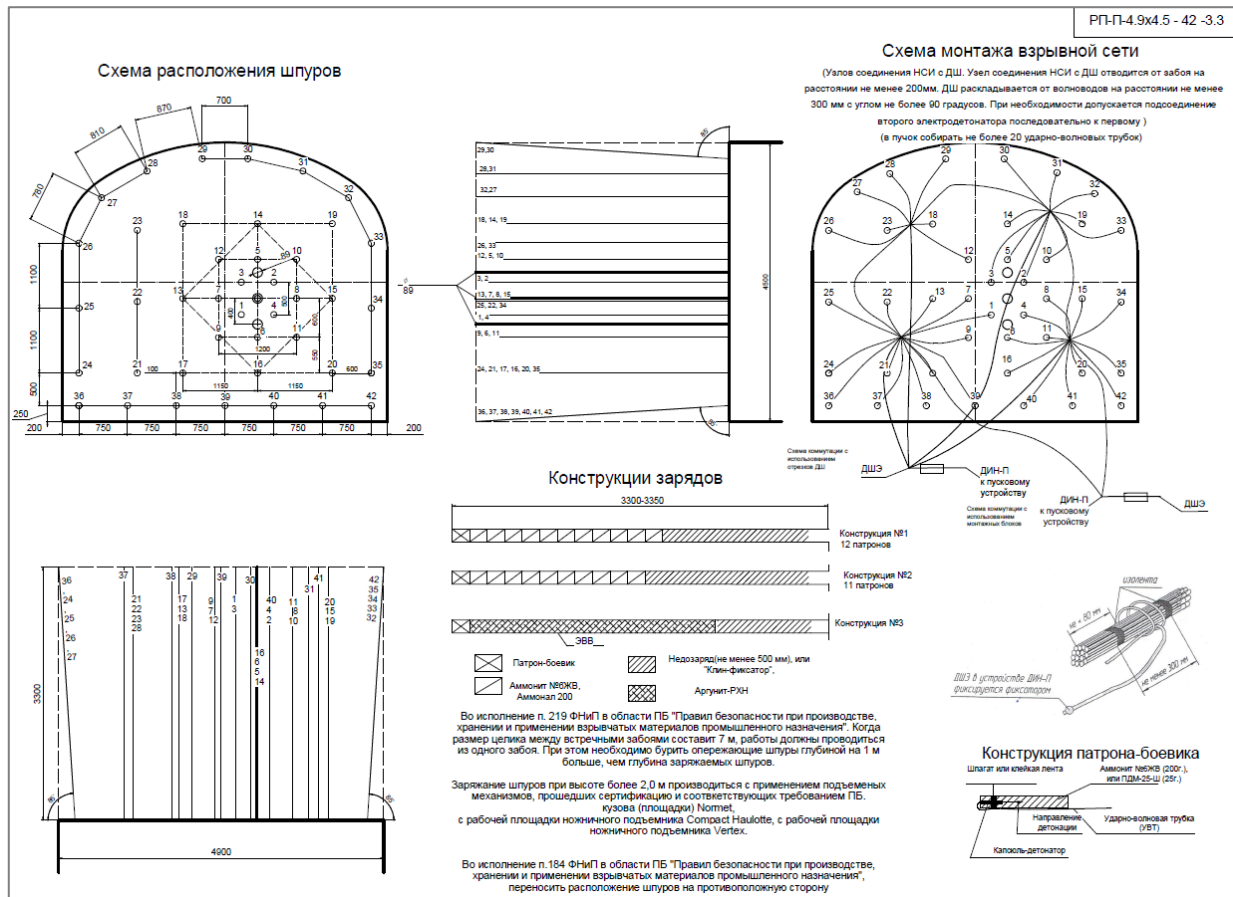


Рис. 2. Паспорт бурения для забоя с коэффициентом крепости $f = 10$

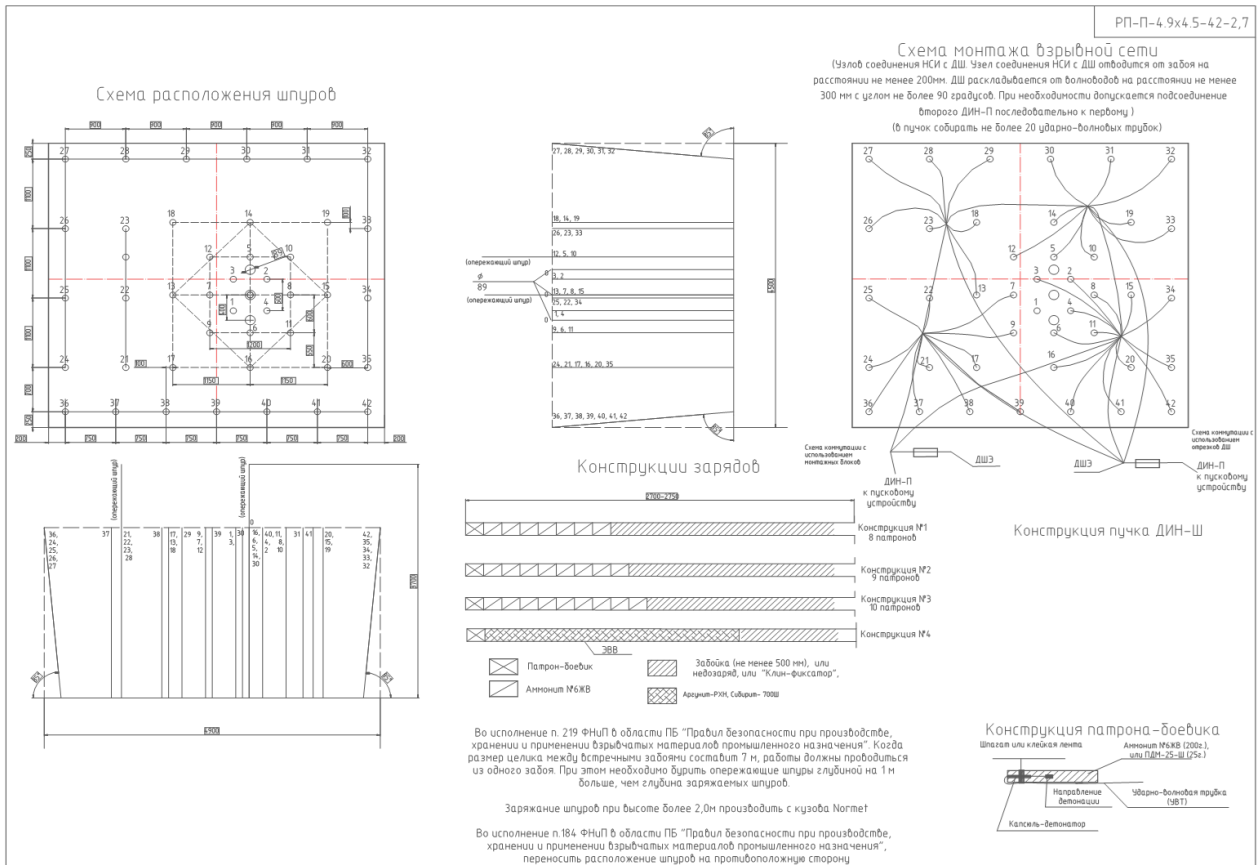


Рис. 3. Паспорт бурения с глубиной шпура 2,7 метров

В результате уменьшения глубины бурения шпуров, помимо повышения качества дробления породы и повышения эффективности СБУ, также наблюдается снижение расхода эмульсионного взрывного вещества (табл. 1) с 3,57 кг до 3,15 кг на 1 м³ горной массы.

Таблица 1

Плановые показатели взрыва

КИШ	Продвигание забоя за цикл, м	Отрыв горной массы за цикл, м ³	Расход на 1 м ³ горной массы					Шпурометров, м
			НСИ, шт.	Аммонал 200	ЭВВ, кг	ДШ, м	ДИН-П (или ЭД), шт	
для забоя с глубиной шпура 3,3 м (42 шпура)								
0,95	3,14	63,64	0,66	1,59	3,57	0,31	0,03	2,33
для забоя с глубиной шпура 2,7 м (42 шпура)								
0,95	2,57	52,07	0,81	1,31	3,15	0,38	0,04	2,34

Это связано с тем, что более мелкие шпуры требуют меньших объемов взрывчатки для достижения эффективного разрушения.

Таким образом, оптимизация параметров бурения способствует экономии ресурсов, что в конечном итоге приводит к снижению затрат на взрывные работы и повышению общей эффективности производственного процесса.

В заключение, результаты проведенного исследования подтверждают, что оптимизация параметров бурения в крепких рудных забоях, а именно уменьшение глубины шпуров и увеличение их количества, существенно улучшает качество дробления горной породы.

Данная стратегия позволяет создать более эффективную сеть взрывных шпуров, что приводит к равномерному распределению взрывного воздействия и минимизации образования крупных кусков. Это не только повышает эффективность последующей переработки руды, но и способствует к тому же улучшению безопасности на производстве.

Рекомендуется внедрение предложенных изменений в практику горного дела для достижения более высоких показателей производительности и снижения затрат на обработку руды.

Литература

1. Ишейский В.А., Рядинский Д.Э., Магомедов Г.С. Повышение качества дробления горных пород взрывом за счет учета структурных особенностей взрываемого массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 9-1. – С. 79–95.
2. Башкуев Э.Б., Бейсебаев А.М., Богацкий Б.Ф. Проектирование взрывных работ в промышленности. – 2 изд. перераб. и доп. – М. : Недра, 1983. – 359 с.
3. Разрушение горных пород взрывом: электронный учебнометодический комплекс для специальностей 1-51 02 01 «Разработка месторождений полезных ископаемых (по направлениям)», 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» / С.Г. Оника, В.И. Стасевич, И.М. Ковалёва. – Минск : БНТУ, 2016. – 168 с.

МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ СТЕНОК ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Гавриш В.О.

Научный руководитель: Ермолович Е.А., д-р техн. наук, проф.
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
Gavrish@bsu.edu.ru*

В статье приводится анализ существующих методов упрочнения стенок горных выработок. Рассмотрены такие способы как: опережающее химическое анкерование; нагнетание синтетических смол под большим давлением; комбинированный способ.

Ключевые слова: рыхлая руда, анкерное крепление массива, коэффициент фильтрации, влажность, трещиноватость, упрочнение массива, водные суспензии, синтетические смолы.

Горные выработки должны обеспечивать безопасную эффективную выемку полезного ископаемого, поэтому их прочностные, деформационные и другие характеристики должны удовлетворять конкретным условиям разработки месторождения. Эффективное управление состоянием горного массива обеспечивается рационально подобранным способом упрочнения и крепления стенок выработок, а также постоянным мониторингом их прочностных, упругих и деформационных свойств.

Технологии укрепления горных пород, которые представляют собой целенаправленное воздействие на горные массивы, успешно применяются на протяжении многих лет как в международной практике горного дела, так и в российских горнодобывающих компаниях.

Требования к горной крепи: достаточная прочность (способность выдерживать давление горных пород, не разрушаясь в течение всего срока ее службы); огнестойкость, стойкость против коррозии и гниения (в отдельных случаях сейсмостойкость, морозоустойчивость и т. п.); ремонтпригодность (в т. ч. легкая и удобная разборка/сборка при ремонте); транспортабельность; минимальный коэффициент аэродинамического сопротивления; минимум трудовых и материальных затрат на установку, эксплуатацию и ремонт [1].

Всем перечисленным требованиям не удовлетворяет ни одна крепь. Поэтому при выборе крепи решающим фактором является ее соответствие конкретным горногеологическим условиям.

Одним из самых широко применяемых способов укрепления является анкерное крепление массивов. Этот метод включает в себя соединение слоев горных пород при помощи анкерных систем, которые могут быть выполнены из металла, железобетона, полимеров и других материалов. В процессе используются также такие методы, как цементация, глинизация и битумизация, чтобы улучшить характеристики горных пород.

В последнее время наибольшей популярностью стал пользоваться инновационный метод смолоинъекционного укрепления, который существенно повышает стабильность трещиноватых горных образований. Этот подход позволяет значительно улучшать прочность различных типов горных пород, даже если они имеют лишь минимальную молекулярную прочность. К этому относятся как более крепкие и средние породы, так и более слабые слои, такие как песчаные и супеси. В настоящее время известны три способа упрочнения горных пород в очистных забоях: опережающее химическое анкерование; нагнетание синтетических смол под большим давлением; комбинированный способ.

Химическое анкерование [2] представляет собой процесс предварительного укрепления горных пород с помощью анкеров, которые фиксируются на всю длину с использованием вспенивающегося материала, обычно полиуретанового (рис. 1). Этот метод применяется преимущественно для усиления пород, подверженных обрушению крупными фрагментами размером от 10 до 50 см.



Рис. 1. Химическое анкерование пород кровли вспенивающимся составом

Упрочнение нагнетанием – инъекция под большим давлением синтетических смол с отвердителями. Применяется в остальных случаях.

Скрепляющие составы делятся на три основные категории: водные суспензии тонких частиц; гели, вязкость которых постепенно увеличивается до их полного отверждения; синтетические смолы, твердеющие под влиянием отвердителей или катализаторов. К первой категории относятся водные цементные растворы и растворы на основе глины. У них есть значительный недостаток – быстрое оседание (седиментация) частиц дисперсной фазы в жидкости или газе, что обусловлено действием гравитационных или

центробежных сил. Однако крупные размеры их частиц приводят к низкой проницаемости этих растворов. Ко второй группе можно отнести силикатные клеи, которые активно применяются для закрепления грунтов и водонасыщенных песков. Однако стоит отметить, что у них длительное время отверждения. По этой причине они могут быть использованы только для профилактического укрепления горных пород с продолжительной выдержкой [3].

Синтетические смолы обладают несколько преимуществ: возможно точно регулировать время начала гелеобразования и отверждения, они хорошо проникают в трещины, имеют высокую адгезию к породам и отличную механическую прочность.

На сегодняшний день применялись различные виды смол: фенол-формальдегидные, мочевино-формальдегидные, резорциновые; эпоксидные и полиуретановые составы.

Феноло-формальдегидные смолы характеризуются хрупкостью и низкими прочностными показателями. Для достижения лучших прочностных свойств применяются составы, которые затвердевают под действием тепла. Мочевино-формальдегидные смолы находят широкое применение в производстве клеящих веществ для древесины и в изготовлении древесно-стружечных плит. Однако они менее устойчивы к влаге и обладают более низкими физико-механическими характеристиками по сравнению с другими смолами. Эпоксидные смолы, напротив, затвердевают с минимальной усадкой и демонстрируют хорошие физико-механические свойства, а также отличную адгезию. Тем не менее их высокая вязкость, высокая стоимость и токсичность ограничивают их применение. Токсические свойства обусловлены наличием аминов и ангидридов двуосновных органических кислот [4].

Составы, основанные на полиуретанах, обладают высокой адгезией к большинству материалов и затвердевают при комнатной температуре. Тем не менее, они токсичны и требуют соблюдения основных мер безопасности. На сегодняшний день для укрепления крыш в очистных забоях, с использованием нагнетания смесей в шпурь, наиболее популярными стали полиуретановые составы. Эти смолы имеют следующие ключевые характеристики: время начала реакции 2–30 секунд; коэффициент расширения от 4 до 5,5; группа горючести «Г» (трудногорючие); оптимальный температурный диапазон применения составляет 2–35 °С.

Важно отметить, что указанные параметры являются ориентировочными и могут варьироваться в широких пределах.

Эффективность процесса упрочнения пород во многом определяется природными условиями и выбранными параметрами нагнетания. В настоящее время источники скрепляющих составов вводятся, как правило, в шпурь с

использованием инъекционных анкерных систем или через герметизирующие материалы. Шпуры бурят непосредственно в массиве, который необходимо укрепить. Обычно, при упрочнении кровли в очистных забоях, шпуры располагают в один ряд. Их размещение выше пласта и длина зависят от характеристик трещиноватости пород. В случае наличия массивных обрушений шпуры могут быть организованы в два или более рядов [5].

К ключевым параметрам нагнетания скрепляющего состава относятся длина шпура и угол его наклона относительно пласта, интервал между шпурами, глубина герметизации их устьев, а также давление и скорость нагнетания, расход материала на один шпур и общее количество нагнетаний. Указанные параметры зависят от таких физико-механических свойств упрочняемых пород, как их трещиноватость, мощность, содержание карбонатов и уровень обводнения, а также от коэффициента фильтрации. Не последнее значение имеют используемые методы упрочнения кровельных пород и скорость перемещения очистного забоя. Параметры нагнетания вычисляются расчетным способом, после чего уточняются на основе фактических данных. Длина шпура должна быть больше величины подвигания очистного забоя на 0,5 метра. Полиуретановая смола получается при перемешивании двух исходных компонентов (часто обозначаемых просто: компонент А и компонент В). Данные компоненты доставляются к месту нагнетания отдельно, а смешивание происходит непосредственно в смесительной трубке, непосредственно перед подачей в шпур [6].

В последнее время, как в отечественной, так и в зарубежной горной отрасли отмечается растущее применение полимерных смол для усиления породы вокруг выработок и разрабатываемых пластов, а также различных химических растворов. В отличие от цементных вариантов, химические растворы обладают более высокой проникающей способностью, а также сроки их затвердевания и показатели прочности могут значительно варьироваться.

Литература

1. Нестерова С.Ю. Горная крепь подземных выработок шахт и рудников: учебное пособие / Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 55 с.
2. Химический способ упрочнения пород в очистных забоях угольных шахт / И.Т. Бутенко, В.В. Кара, В.К. Сальников, И.Я. Пихович. – К.: Техника, 1978. – 69 с.
3. Управление кровлей и крепление очистных забоев с индивидуальной крепью / Е.П. Мухин, Е.П. Захаров, Е.Д. Дубов и др. – К.: Техника, 1994. – 190 с.
4. Барановский В.И. Влияние природных факторов на выбор способов разработки пологопадающих пластов на глубоких горизонтах. – М.: Горгостехиздат, 1963. – 60 с.
5. Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве / Г.О. Смирнова, В.Г. Голубев, О.С. Байдаков, А.В. Комиссаров, А.Е. Жуковский. Новосибирск, 2012. – 75 с.
6. Иванов И.Е. Совершенствование метода прогнозирования зон обрушений пород непосредственной кровли в очистных забоях тонких пологих пластов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.15.11. – Донецк, 2000. – 337 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Зезекало Д.С.

Научный руководитель: Тюпин В.Н., д. т. н., профессор
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
zezekalodima@gmail.com*

Тема исследовательской работы отражает актуальную проблему Гремячинского месторождения – недостаточную изученность свойств горных пород, слагающих массив, а также процессов, происходящих в нем, влияющих на устойчивость выработок. На данный момент на месторождении всё ещё ведутся разведочные и исследовательские работы. Стоит отметить, что за время строительства рудника, некоторые выработки были частично разрушены, в связи с недостатком данных, из-за чего выбран неподходящий способ охраны. Поэтому тему считаю актуальной на данном этапе строительства рудника.

Ключевые слова: геологические параметры массива, физико-механические свойства пород, силвинитовый пласт, устойчивость горных выработок, горный массив.

Поддержание устойчивого состояния выработок – одна из главных задач при строительстве рудника, а для этого необходимо наиболее точно изучить условия, в которых осуществляется их проходка. К таким условиям относятся горно-геологические условия калийных месторождений, включающие в себя структурное строение, гидрогеологические условия, напряженно-деформированное состояние массива горных пород, физико-механические свойства пород.

При отработке месторождений полезных ископаемых подземным способом нарушается устойчивость горных пород в области влияния очистных и подготовительных горных выработок, что вызывает сдвигание горных пород, при этом происходит воздействие горного давления на окружающий массив, целики и крепь.

Основные задачи при выборе способов охраны и крепления горных выработок для условий Гремячинского месторождения калийных солей предопределены особенностями залегания и строения продуктивного пласта и вмещающих пород, которые являются специфическими и отличаются от других калийно-соляных месторождений. Основные отличия заключаются в следующем: большая глубина залегания калийного пласта – 1100-1300 м; значительная мощность продуктивного пласта при его пологом залегании; отсутствие в составе пород, как продуктивного пласта, так и в породах кровли достаточно мощных глинистых прослоек, залеганием в почве карналлитовых

пород. Все эти особенности осложняют выбор наиболее эффективного метода охраны выработок. К положительным факторам следует отнести достаточно крепкие породы, слагающие кровлю продуктивного пласта, представленных каменной солью, ангидрит-галитовыми и галит-ангидритовыми породами с их сопротивлением сжатию от 36 МПа до 70 МПа, а также наличие в верхних слоях ангидрит-доломитовых и доломитовых пород. Высокопрочные породные слои будут воспринимать основную часть горного давления от налегающих выше пород, и на достаточно больших площадях обеспечат благоприятные условия ведения очистных работ.

Выбор наиболее рациональных параметров крепления выработок для создания безопасных условий труда в процессе строительства горно-капитальных выработок [4], ведения очистных работ необходимо осуществлять на основании расчета устойчивости массива горных пород, который данные выработки пересекают. Расчет производят с учетом геологического строения массива, известных параметров напряженного состояния массива и физико-механические свойства пород. Изучаемый участок, на котором проводились разведочные работы представлен на рис. 1.

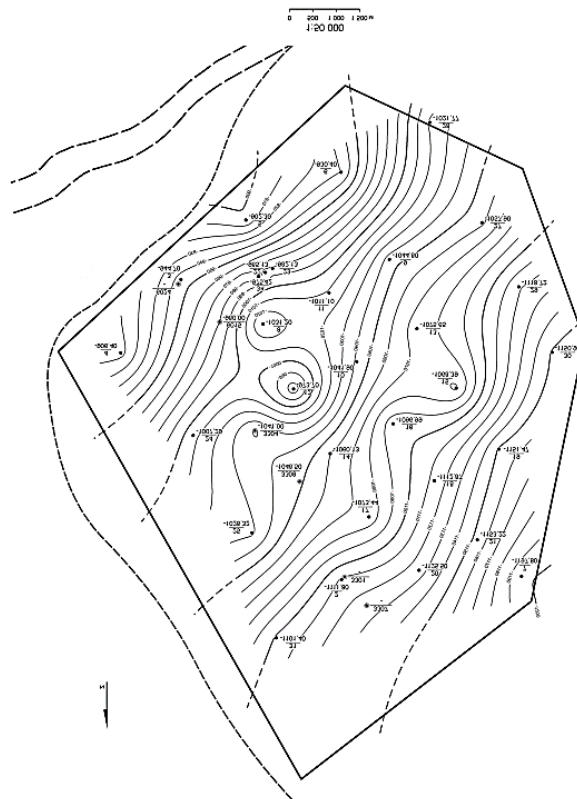


Рис. 1. План расположения скважин

Исследования физико-механических свойств горных пород проводились во время разведки месторождения. Результаты лабораторных исследований детально

изложены в многочисленных отчетах, выполненных ОАО «Белгорхимпром» в 2006-2010 гг., обобщение результатов выполнено в работе [2].

Прочностные свойства и деформационные характеристики пород непосредственной кровли, калийного пласта и подстилающих пород изучены по геологоразведочным скважинам 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31 (см. рис. 1). Породы непосредственной кровли над калийным пластом детально изучены на высоту около 20 м, подстилающие породы – на глубину около 10 м ниже почвы калийного пласта.

Грунты незасоленные, максимальное содержание легко- и среднерастворимых солей достигает 5,34 %, содержание сульфатов и хлоридов составляет 3,07 г/кг. Коррозионная агрессивность грунтов по лабораторным и геофизическим данным определена, как средняя и высокая, в техническом отчете [3] рекомендована, как высокая.

Геологическое строение и прочностные свойства горных пород верхней части надсоляных отложений (до мощного маркирующего слоя глауконитово-кварцевого песка) однородны по составу и значениям прочностных свойств и деформационных характеристик, что позволяет использовать полученные данные для скважин, по которым определения не производились.

Геологическое строение и прочностные свойства горных пород нижней части надсолевых отложений на южном и юго-западном участках шахтного поля до линии скважин 24–11–28 представлены ангидритами, доломитами, ангидрит-доломитовыми разностями и реже аргиллитами, конгломератами с высокими прочностными свойствами. На других участках достаточно мощная пачка с аналогичным строением и прочностными свойствами горных пород залегает в верхней части надсоляных отложений. Значения плотностных и влажностных свойств пород с высокими прочностными свойствами, залегающими в нижней части надсолевых отложений практически одинаковы, как и для аналогичных пачек в составе верхней части соленосных отложений.

Определение физико-механических свойств пород является важной задачей на рудниках с глубоким залеганием продуктивного пласта. На Гремячинском калиеносном руднике существует проблема, связанная с поддержанием устойчивого положения выработок. В связи с этим производятся исследовательские работы по изучению параметров массива.

Эксперименты на одноосное сжатие выполнялись в режиме жесткого нагружения с постоянной скоростью деформирования. Образцы соляных пород испытывались на электромеханическом прессе Zwick/Z250 (рис. 2, а) с предельным усилием 250 кН, ангидритовых, ангидрит-доломитовых и доломитовых пород – на гидравлическом прессе ИП 2000 (рис. 2, б), предельное усилие – 2000 кН. Результаты исследований множества образцов пород слагающих паст, структурированы и определены средневзвешенные значения, продемонстрированные в табл. 1.

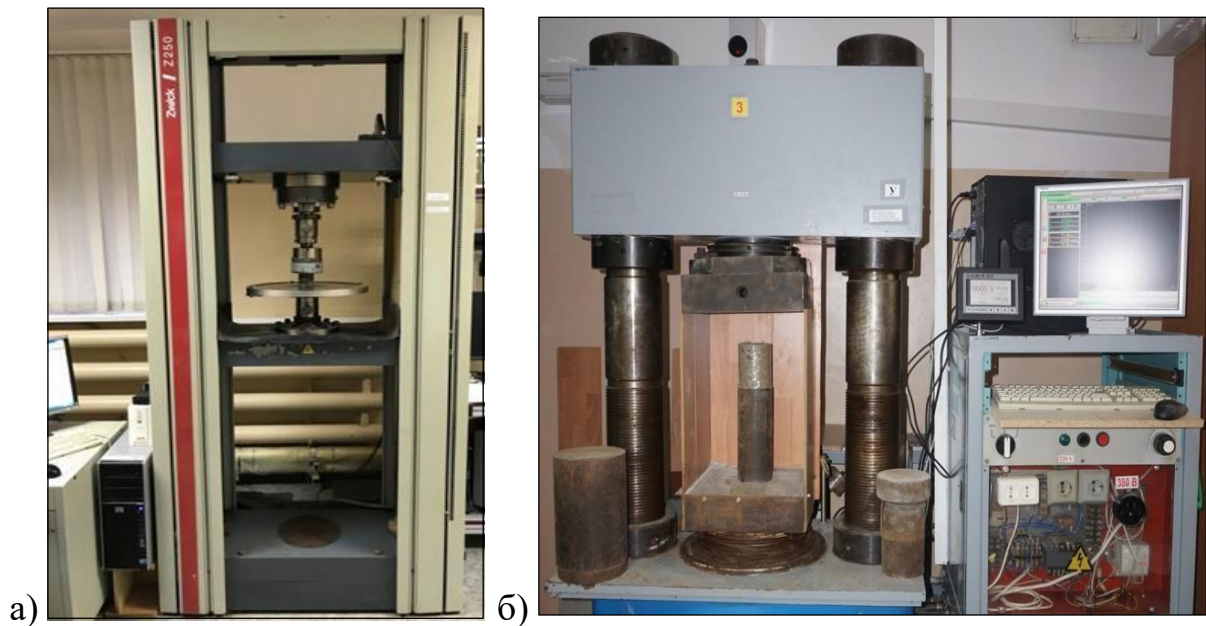


Рис. 2. Оборудование для проведения экспериментов по определению физико-механических свойств пород:
 а – электромеханический пресс Zwick/Z250; б – гидравлический пресс ИП 2000

Таблица 1

Физико-механические параметры пород Гремячинского месторождения

Порода	Интер-вал, м	Мощ-ность, м	Предел прочности на сжатие, МПа	Модуль деформации, ГПа	Удель-ный вес, МН/м ³	Сцепление, МПа	Коэффициент Пуассона
Глина, алевролиты	6-498	492	3,34	0,39	0,049	0,75	0,37
Известняки, аргиллиты	498-947	449	19,7	2,54	0,022	4,41	0,32
Ангидриты, доломиты	947-1004	57	50,9	7,13	0,017	11,40	0,25
Ангидриты, доломиты, с каменной солью	1004-1126	122	36,2	2,58	0,019	8,11	0,28
Ангидрит-доломиты	1126-1163	37	56,8	6,30	0,018	12,72	0,32
Каменная соль	1163-1165	2	28	1,83	0,022	5,2	0,38
Сильвинитовый пласт	1165-1176	11	26	1,86	0,021	5,82	0,32
Каменная соль	1176-1180	4	35	1,83	0,022	5,2	0,38
Карналит-галитовая порода	1180-1183	7	15	0,99	0,021	3,36	0,41

В ходе экспериментов на сжатие в режиме реального времени велась запись осевого усилия и деформации. По результатам испытаний каждого образца строилась диаграмма деформирования в координатах «продольное напряжение-относительная продольная деформация» и в общем случае определялись следующие механические показатели (рис. 2): предел прочности при одноосном сжатии ($\sigma_{пр}$, МПа); разрушающая деформация ($\varepsilon_{пр}$); модуль упругости (E , ГПа); секущий модуль деформации ($D_{пр}$, ГПа); касательный модуль деформации (на пределе упругости, D_u , ГПа); касательный модуль спада (M_c , ГПа); остаточная прочность при одноосном сжатии ($\sigma_{ост}$, МПа).

Выводы

Для определения параметров, позволяющих определить наиболее эффективные параметры охраны выработок, произведены следующие исследования: изучено горно-геологическое строение шахтного поля Гремячинского месторождения, а также проанализирован опыт других калийных рудников; проведены исследования по определению физико-механических свойств горных пород.

Произведя анализ литературы, проведя исследования, можно сделать вывод, что для определения необходимых параметров поддержания выработки в устойчивом состоянии необходимо наиболее точно определить параметры массива горных пород. Для этого рекомендуется отбирать пробы непосредственно в месте расположения охраняемой выработки.

Литература

1. Кацемба С.Н., Злебова А.Е. Выполнить документирование и опробование керна скважин, комплекс опытно-фильтрационных работ, камеральную обработку полевых материалов с целью уточнения геологического разреза, определения водозащиты и гидрогеологических условий за период с января 2009 г. по февраль 2010 г.: Сводный отчет о НИР по договору № 790.2008, этап 10. – Минск : Белгорхимпром, 2010. – 206 с.
2. Кацемба С.Н., Романов В.Л. Отчет о результатах разведки Гремячинского месторождения калийных солей в Волгоградской области в 2006-2010 годах (с подсчетом запасов по состоянию на 01.07.2010). – Котельниково – Москва – Минск : ЕвроХим–ВолгаКалий, ГеолХимПроект, Белгорхимпром, 2010. – 154 с.
3. Проскураков Н.М. Физико-механические свойства соляных пород. – Ленинград: Недра, 1973. – 271 с.
4. Токсаров В.Н. Отчёт о НИР по теме «Разработка дополнения к «Временному положению по креплению и поддержанию горных выработок на руднике Гремячинского ГОКа». – Пермь : ГИ УрО РАН, 2023. – 109 с.
5. Хохлов А.И., Рубан Н.С. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Горно-обогатительный комбинат по добыче и обогащению калийных солей мощностью 2,0 млн. тонн в год 95 % КСЛ Гремячинского месторождения Котельниковского района Волгоградской области». – Волгоград : Технопроект НВТИСИЗ, 2007. – 186 с.

УДК 622.86

КОНЦЕПЦИЯ БУРЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Пелипенко Н.А., Бакланов Р.Р.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия*

pelipenkona@mail.ru, baklanov@bsu.edu.ru

В данной статье описывается концепция бурения спасательных скважин большого диаметра с целью спасения людей, попавших в горную ловушку. Буровые работы включают в себя 2 этапа: 1 этап – бурение поисково-контрольной скважины для определения местоположения горной ловушки, связи с горняками и подачи предметов жизнеобеспечения; 2 этап – бурение спасательной скважины большого диаметра для челнока. Важным фактором для успешного исхода спасательной операции является поддержание психологического климата при участии врачей, а также передача лекарств и средств оказания первой медицинской помощи.

Ключевые слова: горноспасательные работы, аварийные ситуации, скважины большого диаметра, спасательный челнок, кумулятивные заряды, короткозамедленный взрыв, колонковое бурение, буровой снаряд, оптимизация времени бурения.

В настоящее время проблема безопасности на горнорудных предприятиях, особенно при подземной разработке месторождений, остается актуальной. Учитывая местные особенности горнопромышленных предприятий, не существует универсального способа предотвращения аварийных ситуаций. При возникновении аварийной ситуации персонал должен незамедлительно проследовать к пункту эвакуации согласно инструкции, однако есть вероятность, что единственный выход может быть заблокирован. Главный приоритет – организация операции по спасению людей, оставшихся под дневной поверхностью. Наиболее очевидный и доступный способ – бурение спасательных скважин.

Одна из наиболее известных операций по спасению людей с помощью спасательных вертикальных скважин была проведена в 2010 году в шахте Сан-Хосе, Чили, где из горной ловушки успешно спасли 33 шахтера, несмотря на возникавшие сложности [1]. Подобный случай также произошёл в марте 2024 года на золотодобывающем руднике «Пионер», Амурская область. Под завалами оказались 13 шахтеров, была немедленно начата операция по спасению. Через некоторое время шахтеры перестали выходить на связь, позднее операцию было решено прекратить, а людей, оставшихся в выработках, признали погибшими [2].

При возникновении аварийной ситуации особенно важно поддерживать средства связи в рабочем состоянии т. к. своевременная координация действий является ключом к благополучному выходу из ситуации. В статье [3] подчеркивается важность данного тезиса и предлагается устройство, способное дать актуальную информацию, которая поможет при планировании спасательной операции. Авторы публикаций [4, 5] предложили использовать специальные камеры-убежища, применение которых позволит выиграть время при проведении спасательной операции. В работе [6] коллектив авторов предлагает использовать роботизированную технику для своевременного оказания помощи людям, оказавшимся в выработке на момент аварии.

Таким образом, разработка средств и технических решений для спасения горняков, оказавшихся в безвыходной ситуации под землей, является актуальным вопросом, решение которого позволит в будущем спасти немало человеческих жизней.

Основной проблемой на начальном этапе спасательной операции является локализация места нахождения заблокированных шахтеров. Локализацию района горной ловушки можно произвести путем бурения поисково-контрольных скважин диаметром 180...200 мм. Основной целью бурения поисково-контрольных скважин является установление связи с горняками в горной ловушке для координации дальнейших действий. В дальнейшем поисково-контрольная скважина используется в качестве направляющей для бурения основной спасательной скважины большого диаметра диаметром 580...800 мм.

Буровой снаряд представляет собой увеличенную версию буровой коронки с возможностью выемки керна. Главным преимуществом колонкового бурения является существенное уменьшение выбуриваемой массы горной породы относительно массы сформировавшегося керна. Размер керна определяется конструкцией бурового снаряда с ограничением по грузоподъемности.

Одной из основных проблем является срыв большого по сечению керна. Предполагается использование кумулятивных зарядов, располагающиеся аксиально и инициирующие короткозамедленно. Для отрыва корня керна используется гидроклин, встроенный в буровой инструмент.

Недостатком колонкового бурения является необходимость извлечения бурового снаряда вместе с керном. Для ускорения процесса бурения необходимо использовать 2-3 буровых снаряда для сокращения времени съема и спуска в забой. Процесс замены бурового снаряда требует высокого уровня организованности, а также автоматизации этой операции.

Особенностью конструктивно-технологических решений является использование специальных износостойких сталей, поскольку процесс бурения

ведется с большими осевыми усилиями и скоростью. Для этого буровой снаряд оснащается твердосплавными пластинками Т5К10 или Т15К6, что позволяет повысить скорость резания на 20...25 %.

При проектировании бурового снаряда вертикального направления используется принцип 2-3-палубных клетей. Использование этого принципа позволяет использовать наравне с традиционным бурением гидроклин икумулятивный заряд. На верхней палубе необходимо предусмотреть манипулятор и магазин для быстрой автоматической замены инструмента. При бурении особо крепких пород, например, гранита, для ускорения процесса необходимо использовать наложение вибраций на буровой инструмент.

При проходке вертикальной скважины необходимо учитывать конструктивные особенности шахты: повороты, колодцы, спуски, горизонтально наклонные участки. При проходке горизонтальной скважины необходимо учитывать минимизацию сечения с одной стороны, с другой – свободное прохождение спасательного челнока.

Спасательный челнок представляет собой специальную капсулу, предназначенную для помещения туда людей. Капсула должна обеспечивать устойчивое положение человека внутри и надежную защиту от внешних воздействий.

На рис. 1 представлено положение челнока 1 на дневной поверхности в крайнем верхнем положении.

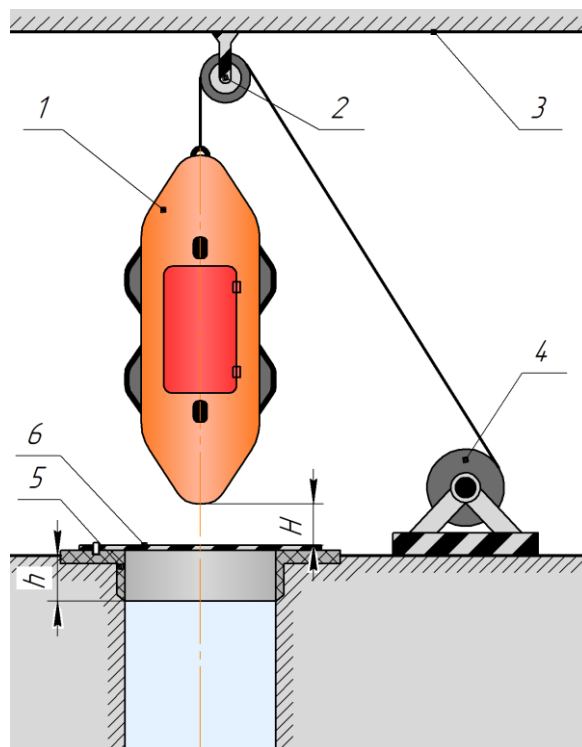


Рис. 1. Положение челнока на дневной поверхности. 1 – челнок, 2 – блок, 3 – крыша, 4 – приводной узел, 5 – кондуктор, 6 – крышка

Зазор H необходим для обеспечения свободного перекрытия скважины крышкой 6, которая имеет фиксатор, обеспечивающий надежность крепления. Челнок 1 опускается в скважину с помощью троса через блок 2, закреплённый на крыше 3. Спуск осуществляется с помощью приводного узла 4. Для обеспечения устойчивости устья скважин предусмотрен кондуктор 5, выполненный в виде бетонного кольца с высотой h . При опускании челнока на крышку необходимо обеспечить его устойчивое положение. При бурении спасательной скважины необходимо учитывать, что точность ее сопряжения с выработкой носит вероятностный характер. В случае, если пересечение не произошло, необходимо проводить дополнительные работы по доступу к челноку путем разрушения перемычки между выработкой и спасательной скважины. Для надежной фиксации челнока в горной выработке необходимо предусмотреть углубление спасательной скважины на 0,5-0,6 м.

На рис. 2 показано боковое положение горизонтальной спасательной скважины 3 в обход завала 1, сформировавшегося в горизонтальной горной выработке.

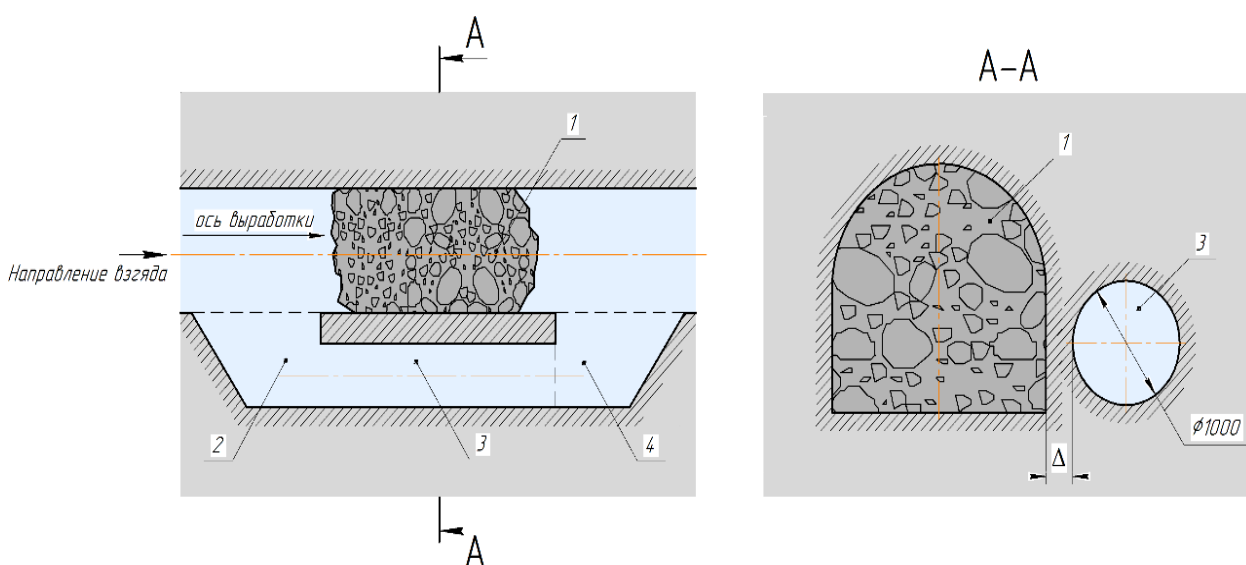


Рис. 2. Схема расположения горизонтальной спасательной скважины в обход завала: 1 – завал, 2 – камера входа, 3 – спасательная скважина, 4 – камера выхода

В стенке горной выработки создается камера 2 для входа бурового снаряда, который используется для проходки горизонтальной скважины 3. Положение спасательной скважины относительно выработки показано на рис. 2б, диаметр скважины составляет 1000 мм. Доступ в горную выработку после завала осуществляется из забоя скважины 3 путем разрушения перемычки Δ и создания обустроенной камеры выхода 4.

Спасение горняков осуществляется с использованием волокуши или других средств.

Заключение

1. Изложенное в статье концепция спасения горняков, попавших в горную ловушку, предусматривает привлечение специалистов различных профилей для решения назревшей проблемы.

2. Жизнь спасаемых горняков не должна измеряться материальными затратами на спасение людей.

3. Интенсификация скорости проходки скважины достигается использованием колонкового бурения с применением специальных режущих инструментов и приспособлений.

4. Для движения спасательного челнока необходимо предусмотреть его осевую гибкость, связанную с искривлением оси скважины. Наиболее вероятным решением является конструктивное исполнение челнока в виде радиально-гибких колец с высокой осевой жесткостью.

5. Необходимо разработать спецоборудование, приспособление и инструменты для создания бурового снаряда для скоростного бурения.

6. Необходимо предусмотреть дублирование и холодный резерв устройств и инструментов.

7. Для успешного решения поставленных задач необходимо обеспечить существенное повышение технологической вооружённости для ведения спасательных работ.

8. Главный критерий для обеспечения безопасности людей на горнорудных предприятиях – внедрение беспилотных машин.

Литература

1. Junginger S. The Chile Miner Rescue: A Human-centred Design Reflection // The Design Journal. –2012. – 15. – Р. 169-183. 10.2752/175630612X13258652805059.

2. Известия – новости политики, экономики, спорта, культуры: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://iz.ru/1675681/2024-04-02/chto-izvestno-o-chnp-na-rudnike-pioner> (дата обращения: 06.10.2024).

3. Zheng X., Wang H., & Guo J. & Zhang D. Method for multi-information drilling detection after mining disasters // Computers & Electrical Engineering. –2020. – 86. 106726. 10.1016/j.compeleceng.2020.106726.

4. Коряга М.Г. Исаченко А.А. Перспективы применения вентиляционных скважин большого диаметра для спасения людей на угольных шахтах // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2016. – № 3. – С. 493-496.

5. Коряга М.Г., Домрачев А.Н. Перспективы применения скважин для обеспечения аварийных режимов проветривания и спасения застигнутых аварией людей в условиях угольной шахты // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. –

6. № 1(45). – С. 55-58. – DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-55-58

7. Alla H. & Kalyan B. & Suryanarayana Ch. Mine Rescue Robot System – A Review. // Procedia Earth and Planetary Science. – 2015. – 11. – 457-462. 10.1016/j.proeps.2015.06.045.

ЦИФРОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА КОЛЛЕКТОРА ГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА БАЗЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Химуля В.В.

*Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН,
Москва, Россия
valery.khim@gmail.com*

*Исследование выполнено за счет гранта
Российского научного фонда № 23-77-01037,
<https://rscf.ru/project/23-77-01037/>*

В работе представлены результаты цифровых исследований порового пространства пород газового месторождения с использованием снимков компьютерной рентгеновской томографии. На их основе созданы цифровые 3D-структуры пород с разделением матрицы и порового пространства. Для детального анализа порового пространства проведен анализ путей перколяции. Построено распределение локальной пористости по направлениям в образце и оценена связность порового пространства. Подтверждено наличие слабой трансверсальной анизотропии емкостных свойств пород, исследовано распределение пор по размерам. Данные, полученные в ходе исследования, необходимы для наполнения гидродинамической модели месторождения, а также позволяют внести вклад в понимание взаимосвязи процессов фильтрации и структуры порового пространства в горных породах. Цифровые исследования, проведенные в данной работе, являются важным инструментом для изучения внутренней структуры горных пород, а также могут существенно дополнить и расширить спектр результатов, получаемых традиционными лабораторными методами. Совместное применение цифровых методов с классическими испытаниями горных пород может помочь в решении важнейших проблем газодобывающей промышленности, включая такие вопросы, как снижение проницаемости пород-коллекторов вблизи скважин, устойчивость ствола скважины, пескопроявление и другие.

Ключевые слова: цифровой анализ керна, рентгеновская томография горных пород, пористость, емкостные свойства коллекторов, распределение пористости, структура порового пространства, извилистость, пути перколяции.

Арктический шельф является огромной кладовой углеводородов, содержащей как минимум четверть мировых запасов нефти и газа. Однако в настоящее время освоение арктического региона сталкивается со значительными трудностями. В первую очередь они связаны со сложностями разработки и эксплуатации месторождений в сложных условиях арктического шельфа, а также с высокими экономическими издержками. Особенно ярко эти сложности проявляются в отношении коллекторов газовых и газоконденсатных месторождений, расположенных на российском арктическом шельфе. Эти коллекторы часто представляют собой слабосцементированные,

высокопроницаемые песчаники с относительно низкими прочностными характеристиками. Для успешной разработки и освоения таких коллекторов необходимы разносторонние исследования кернового материала. Эти исследования крайне важны для создания адекватных геомеханических и гидродинамических моделей, необходимых для минимизации нежелательных процессов в скважинах, включая вынос песка, потерю устойчивости ствола и снижение проницаемости в призабойных зонах.

Одним из важных неразрушающих методов исследования внутренней структуры горных пород является рентгеновская компьютерная томография (КТ), являющаяся незаменимым дополнением к прямым лабораторным исследованиям кернового материала. Этот подход подразумевает реконструкцию пространственного распределения коэффициентов линейного ослабления рентгеновского излучения путем компьютерной обработки полученных проекций, полученных во время сканирования. Результат КТ-исследования представляется в виде серии полутоновых изображений, образующих в совокупности трехмерное изображение поглощения рентгеновского излучения в исследуемом образце [4]. Для проведения количественного анализа материала и использования результатов томографии для численного моделирования пластовых процессов становится необходимой сегментация изображений [5]. Сегментация является методом для создания цифровых 3D моделей материала, на базе которых возможно количественное исследование внутренней структуры горных пород для решения широкого круга проблем промышленности.

В данной работе представлены результаты цифровых исследований порового пространства горных пород-коллекторов газоконденсатных месторождений при помощи рентгеновского томографа высокого разрешения ProCon X-Ray CT-MINI Института проблем механики РАН [1]. На основе томографических изображений были созданы 3D-структуры исследуемых пород. Проведен численный и количественный анализ распределения пор в породе, исследована связность порового пространства и распределение пор в срезах породы. Построены распределения перколяционных путей и оценена извилистость путей фильтрации в породе. Получены данные, необходимые для наполнения гидродинамической модели месторождения и лучшего понимания процессов переноса вещества в породах. В качестве образцов использовались фрагменты керна произвольной формы размером 5-15 мм. Ориентация осей в образцах соответствовала осям напластования породы.

После проведения серии сканирований получены наборы проекций порового пространства и матрицы исследуемых образцов (рис. 1а). Для улучшения качества изображений и упрощения процесса сегментации была

проведена обработка изображений, после чего выполнена процедура сегментации (рис. 1б). Пример создаваемой трехмерной цифровой модели породы представлен на рис. 1в.

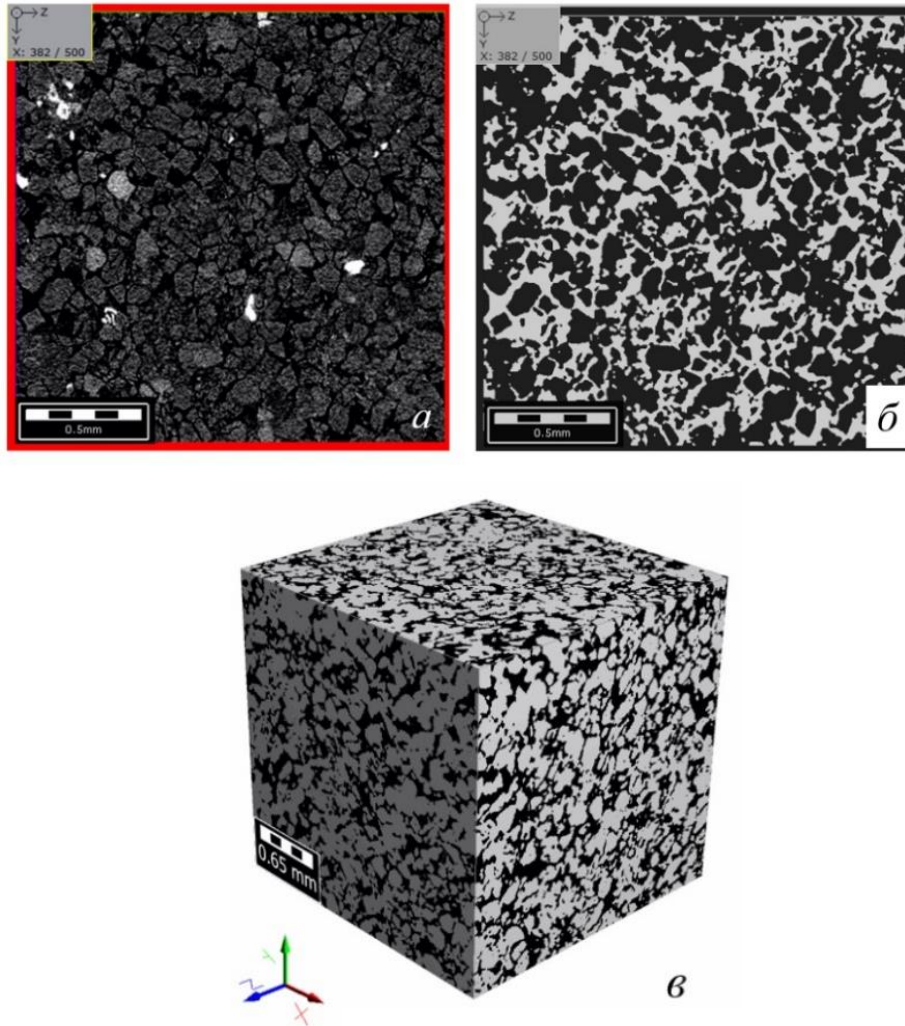


Рис. 1. Проекция, полученная после сканирования и реконструкции (а); результат сегментации (б); пример итоговой 3D модели горной породы (в)

Для оценки характерных размеров пор был использован модуль PoroDict пакета GeoDict [2]. Результаты анализа показали, что поровое пространство включает поры размером от 10 мкм до 140 мкм. Наибольшее количество пор имеет размеры 20-30 мкм и 35-45 мкм. При этом поры размером более 50 мкм составляют 30 % и более от общего объема. Однако, несмотря на большую ширину пор, известно, что фильтрационные потоки оцениваются по наименьшему размеру пор, через которые должна пройти частица при транспортировке. Для их изучения были проведены расчеты путей перколяции. Для расчета перколяционных путей с помощью алгоритма MatDict [5] определяются максимальные диаметры сферических частиц, способных пройти

через среду. Кроме того, вычисляются и отображаются кратчайшие пути, пройденные самыми крупными частицами.

Визуализация 100 случайных путей перколяции представлена на рис. 2 для двух направлений в породе: перпендикулярно напластованию (ось X, рис. 2а) и вдоль напластования (ось Y, рис. 2б)

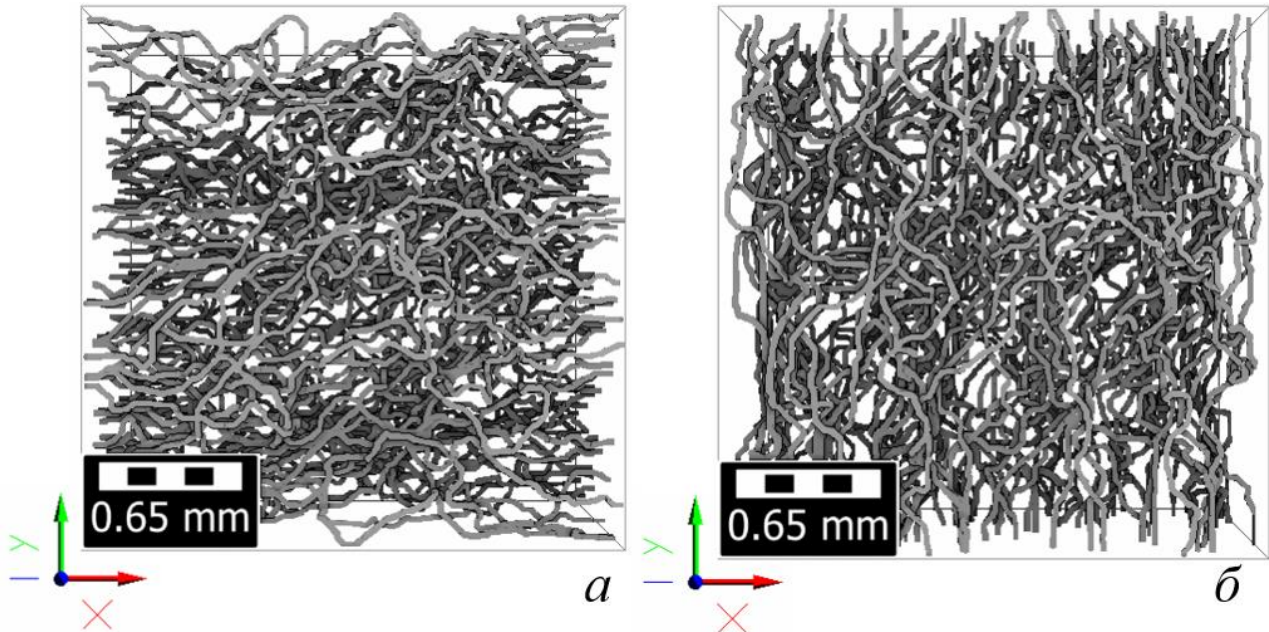


Рис. 2. Пути перколяции перпендикулярно плоскостям залегания породы (а); пути перколяции вдоль плоскостей залегания (б)

Для каждого пути рассчитывается максимальный диаметр частицы, способной двигаться по нему. В направлении, перпендикулярном напластованию, максимальная ширина пути находилась в диапазоне от 18 до 28 мкм. В направлении вдоль напластования пути были немного шире: от 20 до 30,5 мкм. Столь незначительные различия в размерах частиц, способных пройти по рассчитанным путям, определяют различия в значениях проницаемости вдоль разных направлений и свидетельствуют о слабой степени анизотропии проницаемости. Для структуры с линейным размером 2,479 мм (500 вокселей) средние длины перколяционных путей по осям X и Y составили 4,424 и 4,474 мм соответственно. Таким образом, длины путей незначительно различаются по осям (на 1,1 %), причем рассчитанные пути немного короче по оси X.

Для комплексной оценки распределения пор вдоль каждой оси образца были построены также двумерные карты пористости. Такие распределения строятся на основе расчета распределения объемной доли пор в плоскости, нормальной к выбранному направлению. Порода изучаемого интервала обладает слабой степенью трансверсальной анизотропии фильтрационных и

емкостных свойств. Анизотропия обусловлена локальным увеличением средней пористости и связности пор вдоль направления напластования, а также уменьшением извилистости каналов и небольшим увеличением их ширины в этом направлении.

Данные, полученные в ходе этого исследования, представляют ценность для наполнения гидродинамической модели месторождений. Они также позволяют глубже понять взаимосвязь между процессом фильтрации и структурой порового пространства в горных породах. Цифровые исследования, проведенные в данной работе, являются важным инструментом для изучения внутренней структуры горных пород, а также могут существенно дополнить и расширить спектр результатов, получаемых традиционными лабораторными методами. Совместное применение цифровых методов с классическими испытаниями горных пород может помочь в решении важнейших проблем газодобывающей промышленности, включая такие вопросы, как снижение проницаемости вблизи скважин, проблемы стабильности ствола скважины, вынос песка и другие эксплуатационные проблемы.

Литература

1. CT-MINI by ProCon X-Ray GmbH. – URL: <https://procon-x-ray.de/en/ct-mini> (Дата обращения: 20.09.2024).
2. GeoDict – The Digital Material Laboratory. – URL: <https://www.math2market.de/> (Дата обращения: 23.09.2023).
3. Gerke K.M., Korost D.V., Karsanina M.V., Korost S R., Vasiliev R.V., Lavrukhin E.V., Gafurova D. R. Modern approaches to pore space scale digital modeling of core structure and multiphase flow // *Georesources*. – 2021. – 23(2). – С. 197–213. – DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2021.2.20>.
4. Lichun J., Mian C. 3D imaging of fractures in carbonate rocks using X-ray computed tomography technology // *Carbonates and Evaporites*. – 2014. – 29(2). – С. 147-153.
5. Rief S., Hilden J., Planas B. MATDICT User Guide. GeoDict release 2022. – December 8, 2021. – DOI: <https://doi.org/10.30423/userguide.geodict2022-matdict>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВЕДУЩИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ И КИТАЯ

Хуан Лихуа, Полетаев А.О.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

г. Белгород, Россия

lhhuang0@163.com; poletaev@bsu.edu.ru

По результатам сравнительного анализа структуры железорудного комплекса России и Китая показана перспективность взаимного дополнения их экономик. Возможности оценки территориальной структуры землепользования и землепокровов антропогенно преобразуемых геосистем по данным дистанционного зондирования Земли представлены на примере лидирующих карьеров железных руд обеих стран.

Ключевые слова: месторождения железных руд, трансформация земель, дистанционное зондирование Земли, LULC

Недра территории Российской Федерации содержат значительные запасы железных руд, из которых более половины (58,3 млрд т) относится к категориям А+В+С₁, что ставит Россию в один ряд с крупнейшими держателями запасов (Бразилией и Австралией). При этом сейчас преобладающим экспортным железорудным направлением РФ является КНР. По запасам железной руды Китай находится на 4-м месте, но из-за невысокого содержания железа горнорудная отрасль менее рентабельна [2], к тому же обработка низкокачественной руды увеличивает выбросы диоксида углерода [7]. Если учитывать стоимость добычи минерального сырья, которое контролируется китайскими инвесторами вне своей страны, то именно железо является вторым по значимости металлом (после меди). КНР выступает мировым лидером по производству стали и в 2023 г. по данным Всемирной ассоциации производителей стали (*Worldsteel*) китайские сталевары выплавляли 54 % (или больше 1 млрд т сырой стали). В то же время Правительство КНР разработало программу на 2021-2025 гг. по снижению чрезмерной зависимости от импорта железорудного сырья. Одним из ключевых направлений в этом комплексе мер определена активизация геологоразведочных работ, направленных на обнаружение запасов железной руды на территории страны. К примеру, расположенный в 7 км к юго-западу от района Цяньшань городского округа Аньшань подземный рудник Сианьшань, запасы которого насчитывают 1,3 млрд т железной руды, после введения в эксплуатацию в 2027 г. станет крупнейшим в стране. Тем не менее, учитывая комплекс геополитических, логистических,

экономических и других предпосылок, сохраняются долговременные перспективы взаимодействия российско-китайского железорудного и металлургического комплексов. Современная ситуация указанного сотрудничества опирается на оценки потенциала и использования железорудного комплекса двух стран (табл. 1). Эти возможности могут получить и дальнейшее развитие в контексте новой идеи о создании сырьевых альянсов для регулирования мировых рынков ископаемых.

Таблица 1

Показатели потенциала и использования железорудного комплекса КНР и РФ

Показатели	Единица измерения	Величина
Китайская Народная Республика		
запасы железной руды	млрд т	20
запасы железа	млрд т	8
запасы железа	% мировых	8
производство железной руды	млн т	360
содержание железа в руде	млн т	220
импорт железной руды и концентрата (2023)	млрд т	1,18
импорт железной руды на сумму (2022)**	млрд долл.	103
Российская Федерация		
запасы железной руды	млрд т	110,3
запасы в месторождениях железной руды	млрд т	28,8
вовлечено в разработку	млрд т	25,7
производство железной руды (2023)	млн т	286
производство железорудного концентрата (2023)	млн т	90,9
производство железорудного агломерата (2023)	млн т	56,4
производство железорудных окатышей (2023)	млн т	46,7
экспорт железорудного концентрата (2023)	млн т	13,6
экспорт железной руды на сумму (2022)*	млрд долл.	1,42
импорт железной руды на сумму (2022)*	млн долл.	256
Источники: * https://oec.world/en/profile/bilateral-product/iron-ore/reporter/rus ; ** https://oec.world/en/profile/bilateral-product/iron-ore/reporter/chn		

В частности, Минприроды РФ в числе перспективных сырьевых союзов предлагает альянс «Россия – Китай» по таким объединяющим видам сырья, как ванадий (84 %) и уголь (57 %). Железорудная провинция Курской магнитной аномалии (КМА) занимает по запасам и кондициям железных руд ведущее место

в мире, а по добыче железа – первое место в России. В бассейне КМА площадью 125 тыс. км² наиболее значительные месторождения железных руд сосредоточены в Белгородской и Курской областях. По оценке исследователей [1], запасы железных руд в границах КМА составляют до 60 % национальных объемов руд, или 20 % мировых запасов. Балансовые запасы железных руд оценивают в 44,6 млрд т, в их числе 26,1 млрд т богатых руд и 18,5 млрд т железистых кварцитов [1]. В Белгородской области прогнозные ресурсы богатых железных руд и железистых кварцитов с содержанием железа 50-65 % и 30-40 % соответственно оцениваются на 18 перспективных площадях величиной 53,80 млрд т или порядка половины от всех запасов России. После начала эксплуатации месторождений КМА в 1952 г., когда начал действовать опытный рудник, в 1959-60 гг. стали функционировать рудники на Лебединском и Михайловском месторождениях, а в 1969 г. – на Стойленском месторождении.

Как показано на рис. 1, за период 1966-1982 гг. в ареале деятельности Лебединского и Стойленского ГОКов (ЛГОК и СГОК) прирост площадей, занятых карьерами, отвалами, хвостохранилищами, составил 1148 га (увеличение в 2,1 раза), а прирост площадей под гидроотвалами и отстойниками составил 779 га (увеличение в 3,5 раза).

Территориальный охват прямыми и косвенными воздействиями экономической активности Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района оценивается площадью порядка 3 тыс. км², включая карьеры, горные отвалы пород, вынесенные промышленные площадки, хвостохранилища с площадью более 100 км² [3]. Разработкам месторождений открытым способом в Старооскольском железорудном районе благоприятствовали условия неглубокого залегания богатых железных руд (90-130 м) и сравнительно невысокая обводненность покровных отложений. Это определило формирование комплекса экологических проблем, как в зоне горных разработок, так и на их периферии. Результатом добычи руд открытым способом стало формирование сопутствующих антропогенных форм рельефа (карьеры, действующие и рекультивированные отвалы, гидроотвалы) на площади 6800 га [6]. В рамках проекта по атласной картографии России для оценки экологической ситуации импактных зон были отражены на картах: ГОКи с сопутствующими предприятиями, инфраструктура, хозяйственные объекты, гидротехнические сооружения, агропредприятия, селитебные территории, а также антропогенные изменения и нарушения рельефа, поверхностных и подземных вод [5].

Как показали результаты картографирования в 20 км зонах от ЛГОК и СГОК, общая площадь техногенных территорий составляет 52243 га, в том числе горнопромышленных территорий 11104 га [3].

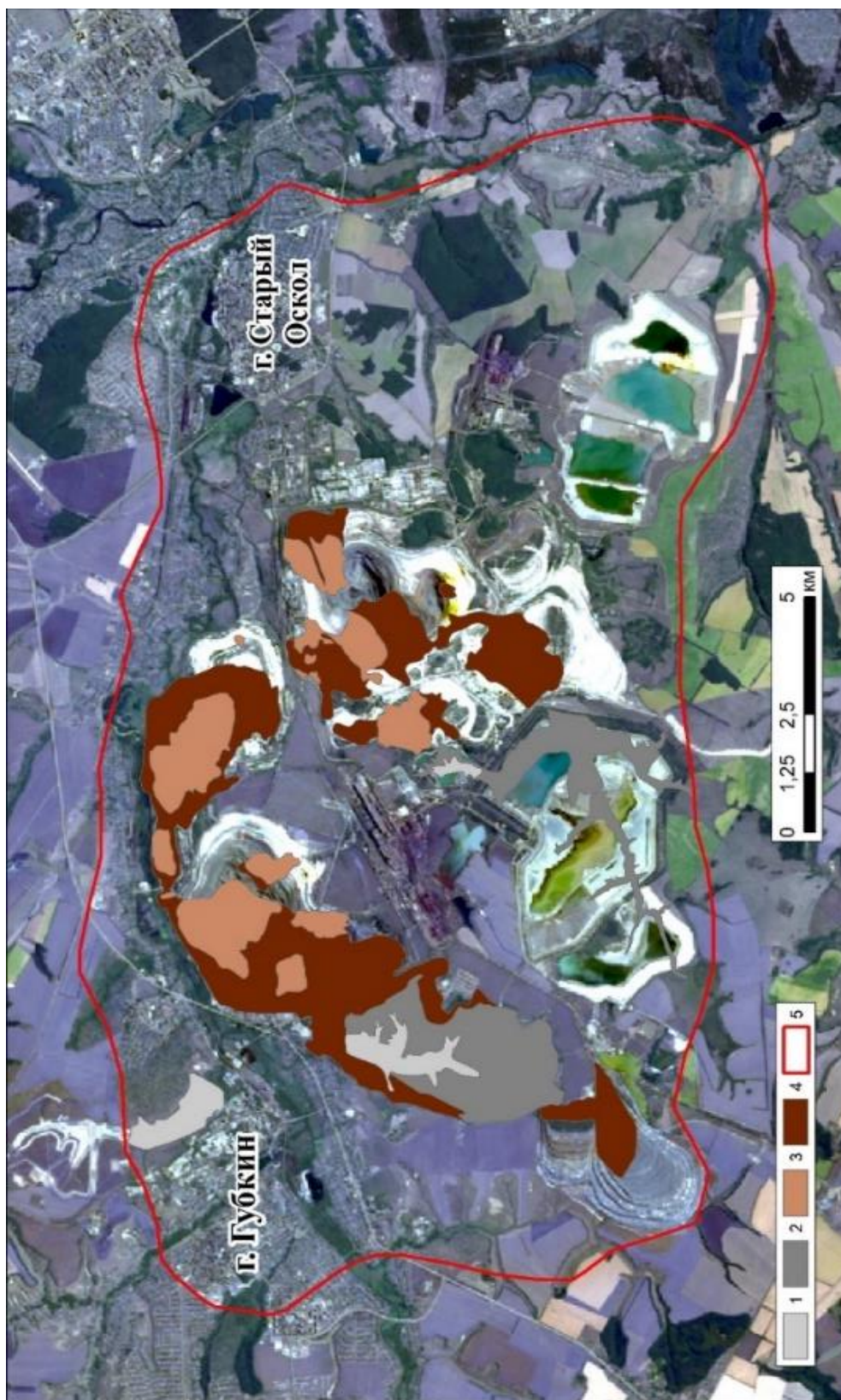


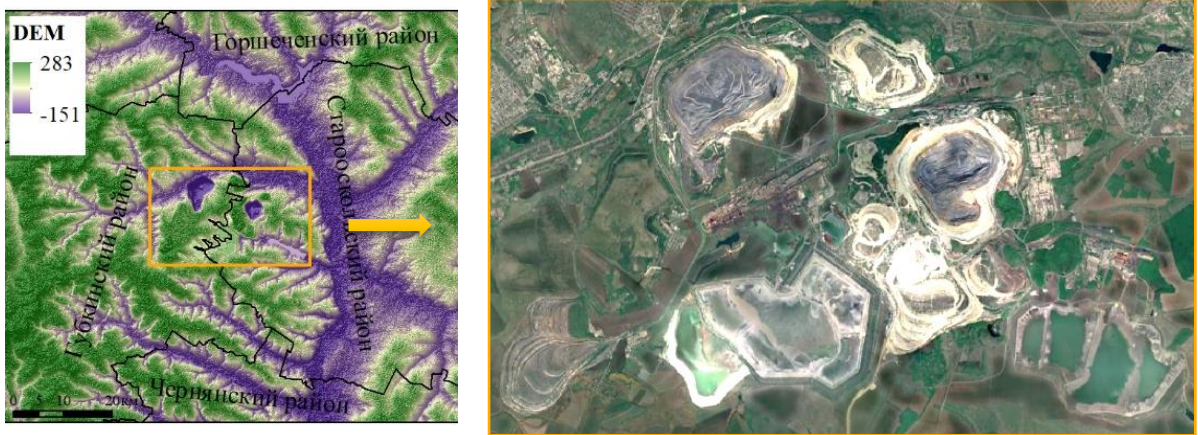
Рис. 1. Динамика площадей карьерно-отвальных комплексов, отстойников и гидроотвалов. Цифрами обозначены:

- 1 – гидроотвалы и отстойники на 1966 г.; 2 – гидроотвалы и отстойники, возникшие в 1966-1982 гг.;
- 3 – карьеры, отвалы и хвостохранилища на 1966 г.; 4 – карьеры, отвалы и хвостохранилища, возникшие в 1966-1982 гг.;
- 5 – современная граница зоны воздействия горнопромышленной деятельности ЛГОК и СГОК. В подложке космический снимок, полученный Landsat 9 LC09_L2SP_177024_20240901_20240903_02_T1 от 01.09.2024 (комбинация каналов 4-3-2) и загруженный с сайта Геологической службы США (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

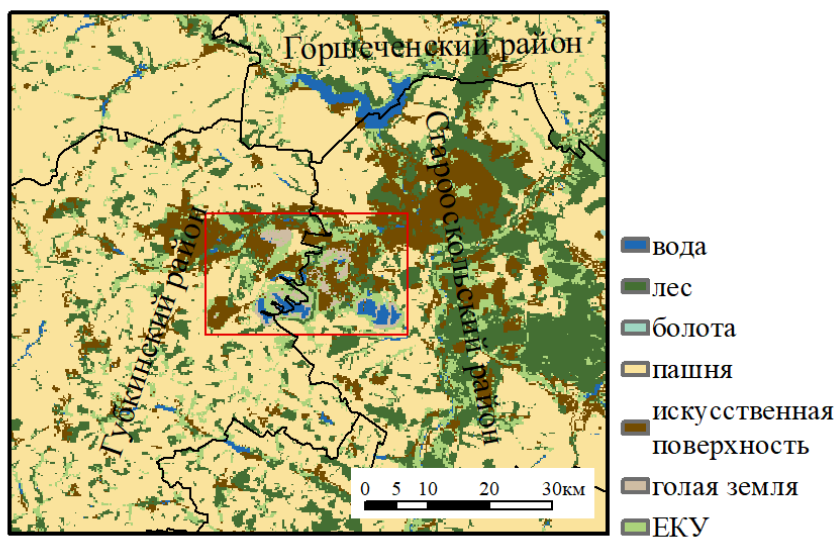
Активная хозяйственная деятельность в зоне КМА меняет и гидроэкологическую обстановку на реках и водоёмах. У р. Оскол качество воды обычно относится к классу «очень загрязнённая», причем зона активного влияния горнодобывающих предприятий прослеживается на расстоянии 15 км [4]. У воды Старооскольского водохранилища во времени и на разных пунктах мониторинга класс качества меняется от «очень загрязнённая» до «грязная». Наиболее значимым фактором воздействия на р. Оскол выступает не прямое влияние собственно ГОКов (помимо увеличения концентрации сульфатов), а селитебно-промышленные стоки, сопровождающие их деятельность [3]. Оценка техногенного влияния шахтной добычи железной руды (на примере АО «Яковлевский ГОК») позволила определить перечень приоритетных загрязняющих веществ (железо, фториды, никель, хлориды, бром, бор) [4].

Применение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с высоким временным и пространственным разрешением может обеспечить динамический мониторинг землепользования/землепокрытия (*land use/land cover (LULC)*) для условий высокой хозяйственной активности [8]. Предыдущими исследованиями землепокрытий в зоне КМА путем анализа спектральных признаков (по значениям яркости пикселей снимков в красном и ближнем инфракрасном каналах) были обоснованы шесть классов, характеризующих основные типы подстилающей поверхности [6].

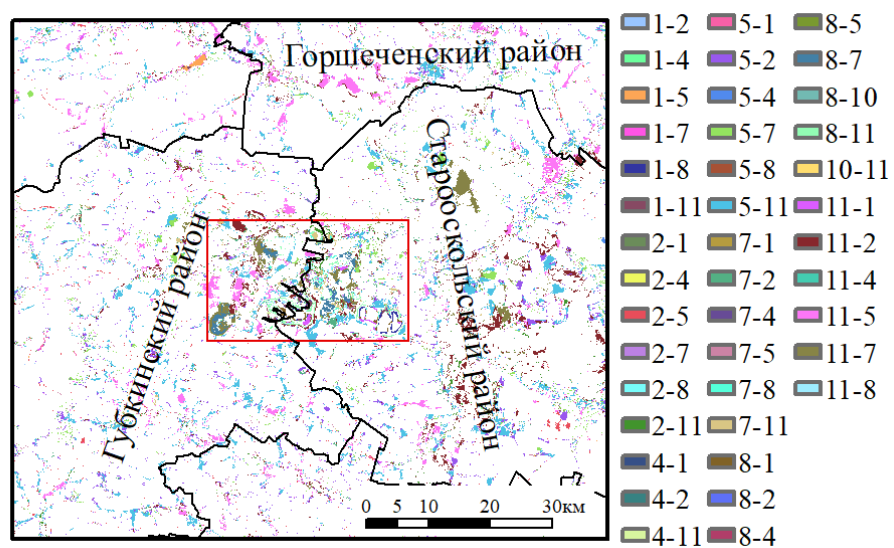
Результаты классификации по семи типам *LULC* были использованы для определения их распределения в 20-километровой зоне от ЛГОК и СГОК (рис. 2). В структуре землепокрытий в этой зоне основные площади заняты смежными агроландшафтами (61 %) и землями под лесом, включая участки рекультивации отвалов (18 %). Результаты анализа с помощью растрового калькулятора *ArcGIS* показали, что 89 % типов землепользований в регионе не претерпели значительных изменений за 2017-2023 гг. (рис. 2, белые области). Среди измененных площадей наиболее значительным является преобразование 12 % агроземель в лесные массивы. В данной работе для сравнения с зоной КМА использованы данные по железорудному месторождению Дагушань вблизи г. Аньшань (провинция Ляонин). Сложившийся к середине 1950-х гг. северо-восточный промышленный район (Шэньян – Аньшань – Бэньси) занимал в это время первое место в стране по добыче угля и железной руды и по производству чугуна и стали. В этом районе из четырех предприятий черной металлургии наиболее значимыми были Аньшаньский комбинат и завод в Бэньси, работавшие на местном сырье (из Аньшаня и Бэньси (железная руда), из Бэньси (уголь)). По масштабам выделялся Аньшаньский комбинат, ставший основной базой металлургии в стране. Ныне Аньшань-Бэньси – это крупнейший в Китае горнодобывающий район по запасам и мощности добычи, в основном бедных железных руд, добываемых открытым способом (рис. 3).



А



Б



В

Рис. 2. Местоположение карьеров (А) и распределение типов землепользований в 20-километровой зоне от ЛГОК и СГОК по состоянию на 2023 г. (Б); изменения типов землепользования за 2017-2023 гг. (В)

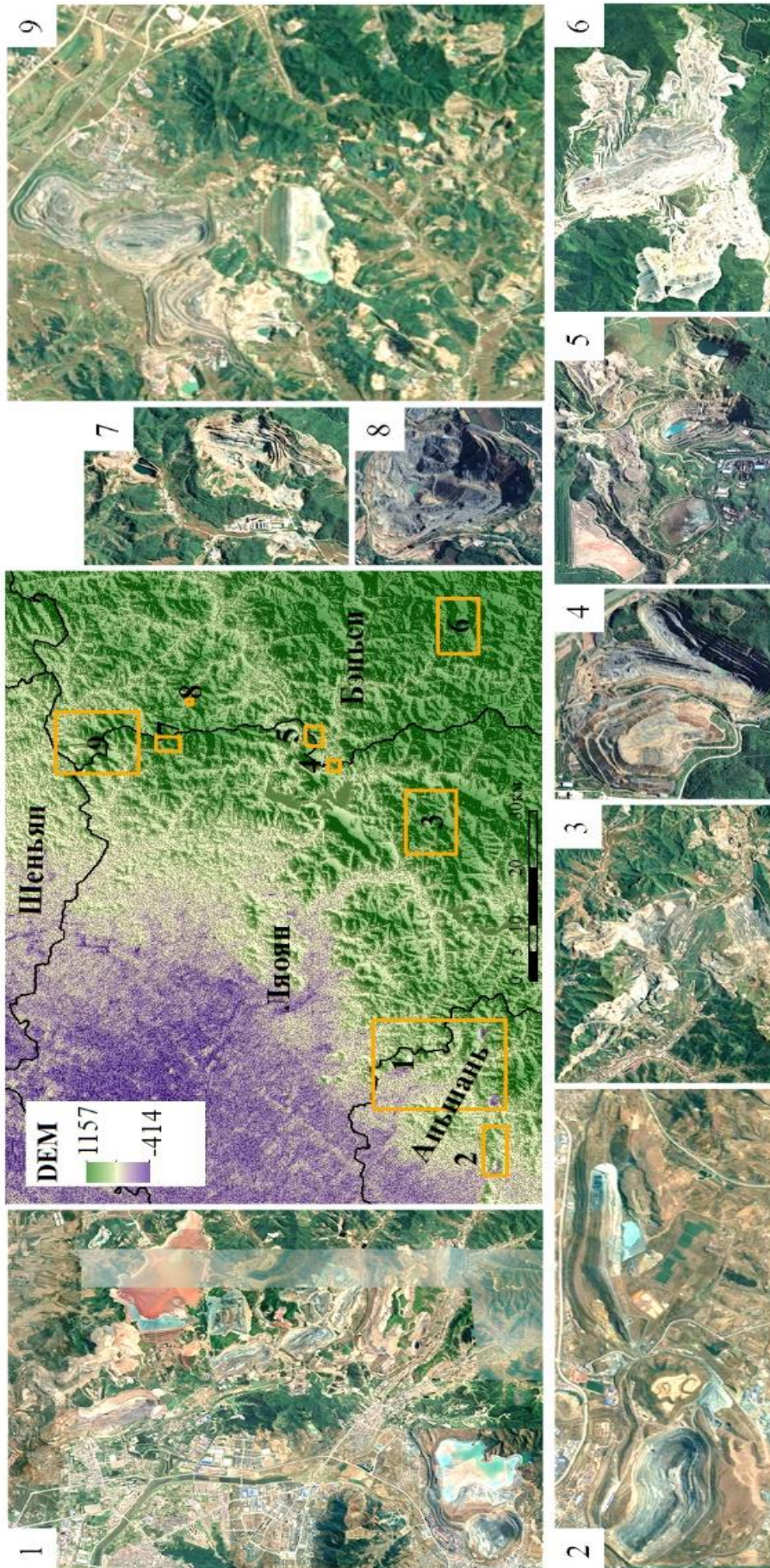
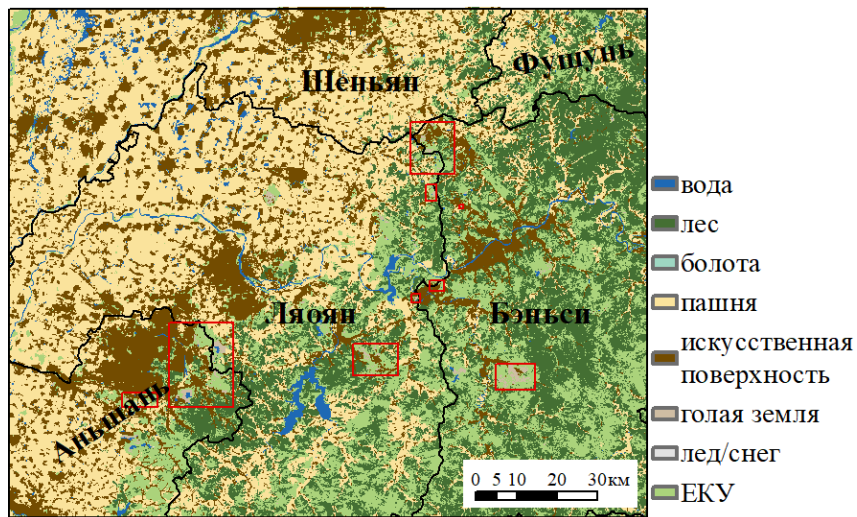


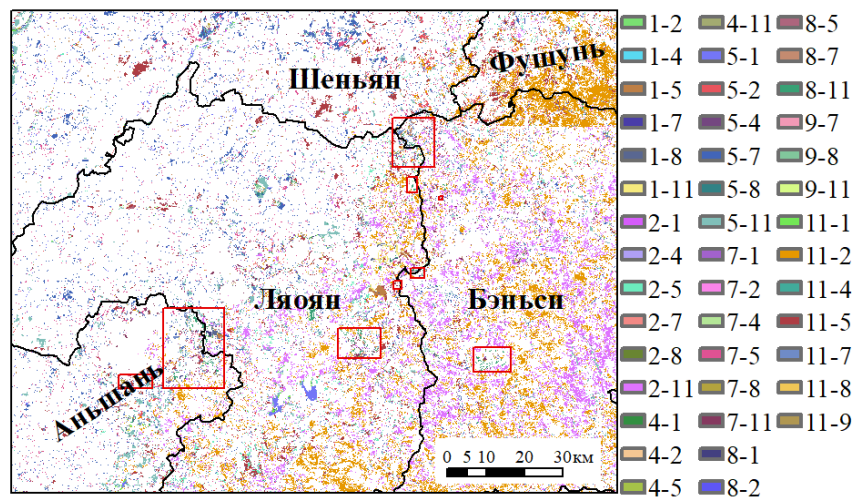
Рис. 3. Географическое положение рудника железной руды Аньшань и Бэнцзи. ЦМР получена из Центра наблюдения и изучения ресурсов Земли (EROS): [Data Distribution Service \(usgs.gov\)](https://data.distribution.usgs.gov)

Доказанные запасы составляют здесь около 8 млрд т, что составляет примерно четверть всех запасов железной руды в Китае.

Использование растрового калькулятора программы *ArcGIS* показало, что 80,5 % типов землепользования не претерпели значительных изменений за 2017-2023 гг. (рис. 4, белые области). Наибольшие изменения произошли в 32,9 % случаев преобразования пастбищ в леса и в 21 % случаев преобразования лесов в пастбища. Сравнивая типы землепользования в пределах 20 км от границы карьеров в двух районах (табл. 2), установлено, что доля природной и полуприродной растительности больше в зоне карьера Аньшань-Бэньси (40,35 % площади лесов и ЕКУ), тогда как в районах ЛГОК и СГОК эти типы растительного покрова составляют 26,76 %, но площадь обрабатываемых земель здесь в 1,6 раза больше.



А



Б

Рис. 4. Распределение типов землепользования в районе железорудного рудника Аньшань-Бэньси: данные о типах в 2023 г. (А); изменения типов землепользования за 2017-2023 гг. (Б)

Структура землепокровий по ДДЗЗ в 20-километровой зоне от центра карьеров

Тип землепокровий	ЛГОК и СГОК	Аньшань-Бэньси
пашня	60,50	37,98
лес	17,77	22,73
ЕКУ*	8,99	17,62
вода	1,58	2,10
болота	0,04	0,01
искусственная поверхность	10,53	19,10
Примечание: *ЕКУ – естественные кормовые угодья (травянистая растительность)		

Серии разновременных картосхем землепользования и землепокровий (*land use/land cover (LULC)*), аналогичных рис. 2 и 4, позволяют определить основные закономерности трансформации антропогенно преобразуемых геосистем в пределах карьерных комплексов и на их периферии, где в наибольшей мере сказывается влияние техногенного прессинга. Следующим шагом может стать разработка оптимальных сценариев землепользования и формирования эффективных санитарно-защитных зон с учетом перспектив развития горнодобывающей промышленности в данных социально-экономических условиях.

Литература

1. Гзогян Т.Н., Гзогян С.Р. Особенности вещественного состава богатых железных руд месторождений КМА // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2018. – Т. 42. – № 2. – С. 131-141.
2. Кирсанов А.К. Обзор современного состояния горнодобывающей промышленности Китая // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8. – № 2. – С. 115-127.
3. Корнилов А.Г., Кичигин Е.В., Колмыков С.Н., Новых Л.Л., Дроздова Е.А., Петин А.Н., Присный А.В., Лазарев А.В., Колчанов А.Ф. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии: монография. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», – 2015. – 157 с.
4. Корнилова Е.А., Лисецкий Ф.Н., Родионова М.Е. Гидроэкологические особенности реки Ворсклы (российский участок) в контексте природно-хозяйственных изменений // Региональные геосистемы. – 2023. – Т. 47. – № 4. – С. 550-568.
5. Карты импактных зон района Курской магнитной аномалии для экологического атласа России // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2016. – Т. 1. – № 22. – С. 276-297.
6. Чепелев О.А., Украинский П.А., Соловьев В.И. [и др.]. Использование данных многозональной космической съемки для анализа свойств почв и растительности в условиях европейской лесостепи // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2009. – № 1. – С. 55-60.
7. China to boost coal output, reserves to ensure power supply – NDRC. Reuters. – March 7, 2022. – URL: <https://www.reuters.com/business/energy/china-boost-coal-output-reserves-ensure-power-supply-ndrc-2022-03-05/> (Accessed: 12.09.2024).
8. Liu Q. et al. Hydrochemical analysis and identification of open-pit mine water sources: A case study from the Dagushan iron mine in Northeast China // Scientific Reports. – 2021. – V. 11. – No 1. – P. 23152.

УДК 614.83

СПОСОБ КОНТУРНОГО РАЗРУШЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Чистяков А.И.

Научный руководитель: Тюпин В.Н., д.т.н. профессор
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Российская Федерация
chistyakov_a@bsu.edu.ru*

В статье представлен способ бурения контурных скважин для размещения в них зарядов взрывчатых веществ и взрывания.

Ключевые слова: физико-механические свойства грунтов, контурное взрывание, разрушение горных пород взрывом, трещиноватость, расстояние между контурными скважинами.

Предварительное контурное взрывание в открытых геотехнологиях является ключевым методом повышения устойчивости откосов, уступов и бортов карьеров. Способ контурного разрушения трещиноватых горных пород с предварительным оконтуриванием включает в себя бурение контурных скважин с учетом детонационных характеристик взрывчатых веществ, физических и механических свойств пород, а также параметров трещиноватости. Этот подход обеспечивает качественное предварительное оконтуривание, позволяя оптимизировать расстояние между скважинами и безопасную линейную массу заряда ВВ, что критично для достижения стабильности откосов.

Контурное взрывание в открытых геотехнологиях значительно повышает устойчивость откосов уступов и краев карьеров. Эффективность этого метода обусловлена образованием контурной щели, защищающей законтурный массив от сейсмических волн при отбойке пород в приконтурной зоне.

При контурном разрушении трещиноватых горных пород необходимо учитывать большое количество разнообразных факторов: трещиноватость горного массива (размер отдельностей, количество систем трещин, угол наклона систем трещин к плоскости оконтуривания), существенно влияющие на радиус зоны радиального трещинообразования, за счет поглощения энергии взрыва, а значит на оптимальное расстояние между оконтуривающими скважинами; пористость, предел прочности на сжатие и растяжение и др. Не все известные способы включают в себя все необходимые параметры для правильного обоснования контурного разрушения [1- 3].

Предлагаемый способ контурного разрушения трещиноватых горных пород с предварительным оконтуриванием, включающий бурение контурных скважин на расстоянии друг от друга в зависимости от детонационных

характеристик взрывчатых веществ (ВВ), геометрических параметров зарядов и скважины, физико-механических свойств горных пород, размера отдельности в массиве, размещения в них гирляндовых зарядов взрывчатых веществ и взрывание контурных скважин, отличающийся тем, что с учетом эффекта поглощения энергии взрыва системами естественных трещин и использования безопасной по разрушению законтурного массива линейной массы заряда ВВ, расстояние между осями скважин определяют из выражения

$$a_k = \frac{Dpcv}{\sqrt{\pi\sigma_p}\Phi^{0.5}d_c(1-v)} + d_c, \quad (1)$$

где D – скорость детонации ВВ м/с; p – линейная масса заряда ВВ в 1 м скважины, кг/м;

$$p = 2\pi\sigma_{сж} \left(\frac{d_c}{D} \right)^2, \quad (2)$$

$\sigma_{сж}$ – предел прочности породы на сжатие, Па; c – скорость продольной волны в горной породе, м/с; d_c – диаметр контурной скважины, м; v – коэффициент Пуассона горной породы; σ_p – предел прочности на разрыв горной породы, Па; Φ – показатель трещиноватости массива.

$$\Phi = 1 + 5e^{-2d_e} \sum_{i=1}^k (1 - \cos^4 \theta_i); \quad (3)$$

d_e – средний размер отдельностей в массиве, м; k – номер i -й системы трещин; θ_i – угол наклона i -й системы трещин к плоскости оконтуривания, град.

Предлагаемый способ позволит обеспечить качественное предварительное оконтуривание массива горных пород за счет определения оптимального расстояния между контурными скважинами и безопасной линейной массы заряда ВВ, с учетом всего комплекса, влияющих факторов: параметров трещиноватости массива (размер отдельности, количество систем трещин, угол их наклона к плоскости оконтуривания), физико-механических свойств массива горных пород, скорости детонации и линейной массы заряда ВВ в 1 м скважины.

Качественное оконтуривание, обеспечивает устойчивость образованного откоса уступа и борта карьера, сооружения, так как образованная контурная щель защищает уступ и борт карьера от разрушающих волн напряжений и сейсмозрывных волн при взрывании зарядов рыхления в приконтурной зоне.

Сущность способа заключается в следующем. Известно, что разрушение трещиноватого массива, в особенности при контурном взрывании, происходит как за счет действующих волн напряжении, так и в основном под действием

квазистатического давления продуктов детонации при взрыве. За время равное микросекундам 1 кг взорванного заряда ВВ выделяет около 1 м³ газов. Это сопровождается возникновением в массиве горных пород сжимающих (радиальных) и растягивающих (тангенциальных) напряжений. Растягивающие напряжения создают вокруг контурных скважин радиальные трещины.

При этом линейная масса заряда ВВ в 1 м скважины должна быть такой, чтобы давление продуктов детонации не превышало предел прочности породы на сжатие, что обеспечивает целостность и устойчивость образованной открытой поверхности массива.

При квазистатическом давлении продуктов детонации все системы естественных трещин, находящиеся вблизи контурных скважин, безвозвратно поглощают энергию взрыва путем разрушения неровных участков граней отдельностей или деформирования заполнителя трещин. Этот процесс препятствует прорастанию радиальных трещин между скважинами на заданное расстояние и формированию контурной щели. Поэтому расстояние между контурными скважинами необходимо определять с учетом размера отдельности, количества систем трещин и их расположения относительно плоскости образуемой щели.

При одновременном взрывании двух контурных скважин расстоянием, достаточным для прорастания между ними двух встречных трещин, будет расстояние равное удвоенному радиусу радиальной трещины от одной скважины.

Предложенный способ осуществляют следующим образом. Физико-механические свойства массива $\sigma_{сж}$, σ_p , c , ν определяют на стадии геологоразведочных работ по известным методикам. Скорость детонации ВВ (D) и диаметр скважины (d_c), определяют используя справочную литературу. Безопасную линейную массу заряда ВВ в 1 м контурной скважины p определяют по известной формуле (4).

Значения величины показателя трещиноватости Φ определяют по формуле (3). Размер отдельности (d_e), количество систем трещин (k) и угол их наклона к плоскости оконтуривания (θ_i) определяет геолого-маркшейдерская служба карьера, разреза и т.д. Численные значения перечисленных параметров подставляют в формулу (1) и определяют расстояние между контурными скважинами a_k . Далее бурят контурные скважины, заряжают их гирляндовыми зарядами ВВ монтируют сеть ДШ и производят взрывание.

Предложенный способ был апробирован нами при строительстве «Сухого дока» в Мурманской области, при котором необходимо будет провести уступную заоткоску склона массива, сложенного гранитогнейсами.

С целью определения расстояния между контурными скважинами были определены параметры: физико-механические свойства гранитогнейсов $\sigma_{сж} = 186 \cdot 10^6$ Па, $\sigma_p = 13 \cdot 10^6$ Па, $c = 4,4 \cdot 10^3$ м/с, $\nu = 0,25$ $e \approx 2,718$ - Число Эйлера. По откосам уступов установлен размер отдельностей $d_e = 0,5 - 1,5$ м (1,0 м в среднем), количество систем трещин $k = 3$; углы наклона систем трещин к образуемой щели 30° ; 60° ; 90° , тогда согласно формулы (3) $\Phi = 2,6$. Расчеты приведены в таблице. Применяемое ВВ аммонит бЖВ диаметром 32 мм имеет $D = 4,2 \cdot 10^3$ м/с. Скважины бурят диаметром $d_c = 0,11$ м, тогда согласно формуле получаем $p = 0,8$ кг/м.

Таблица 1

**Численный расчет параметров при контурном взрывании
в «Сухом доке», Мурманская область**

Показатель	Расчет
Показатель трещиноватости	$\Phi = 1 + 5e^{-2d_e} \sum_i^k (1 - \cos^4 \theta_i) =$ $= 1 + 5 \cdot 2,718^{-2 \cdot 1} [(1 - \cos^4 30^\circ) + (1 - \cos^4 60^\circ) + (1 - \cos^4 90^\circ)] =$ $= 1 + 0,68 \cdot (0,44 + 0,94 + 1) = 2,6$
Линейная масса контурного заряда ВВ	$p = 2\pi\sigma_{сж} \left(\frac{d_c}{D}\right)^2 =$ $= 2 \cdot 3,14 \cdot 186 \cdot 10^6 \left(\frac{0,11}{4200}\right)^2 = 11,68 \cdot 10^8 \cdot 0,068 \cdot 10^{-8} = 0,8 \text{ кг/м}$
Расстояние между осями контурных скважин	$a_k = \frac{Dpc\nu}{\sqrt{\pi\sigma_p\Phi^{0,5}d_c(1-\nu)}} + d_c =$ $= \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 4,4 \cdot 10^3 \cdot 0,25}{\sqrt{3,14 \cdot 13 \cdot 10^6 \cdot 1,61 \cdot 0,11 \cdot 0,75}} + 0,11 =$ $= \frac{3,696 \cdot 10^6}{3,06 \cdot 10^6} + 0,11 = 1,2 + 0,11 = 1,31 \text{ м}$

Расчетом по формуле (3) определено значение расстояния между осями контурных скважин $a_k = 1,31$ м.

Бурение контурных скважин на расстоянии 1,3 м друг от друга, зарядание и взрывание при заоткоске бортов «Сухого дока» показало эффективность полученного значения a_k . Откосы уступов в течении 5 лет находятся в устойчивом состоянии на которых имеются участки от образующих контурных скважин.

Преимущество представляемого способа является возможность его применения при контурном взрывании массивов с различными параметрами трещиноватости (размер отдельности, количество систем трещин, угол их наклона к плоскости оконтуривания), физико-механическими свойствами пород, использовании ВВ с различными детонационными характеристиками и линейной массой в скважинах различного диаметра. Зная перечисленные параметры и подставив их в формулы (3), (2) и (1) определяют эффективное расстояние между осями скважин и безопасную линейную массу заряда ВВ в 1 м скважины.

Применение данного способа на практике уже позволяет эффективно решать задачи по повышению устойчивости горных массивов, что делает его незаменимым инструментом в горнодобывающей отрасли. Перспективным направлением исследований остается дальнейшее изучение механизмов действия взрыва и оптимизация параметров для массивов I-II категории трещиноватости.

Способ продемонстрировал свою эффективность через неоднократные практические применения, такие как успешная заоткоска бортов «Сухого дока» в Мурманской области. Результаты подтверждают, что качественное оконтуривание защищает откосы от разрушительных волн напряжений, минимизируя остаточные напряжения в законтурном массиве. Эффект поглощения энергии взрыва системами естественных трещин был учтен, что позволило достичь высокой надежности и устойчивости образованных откосов на протяжении нескольких лет, а также позволило снизить негативные сейсмические эффекты.

Литература

1. Патент № 2485438 РФ. Способ контурного разрушения трещиноватых горных пород / В.Н. Тюпин, В.С. Святецкий, Н.А. Горковенко. – заявка № 2011151925/03 от 19.12.2011; опубл. 20.06.201. Бюл. № 17.
2. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. – М. : Горная книга, Мир горной книги, МГГУ. 2008. С. 154-157.
3. Барон Л.И., Турчаников И.А., Ключников А.В. Нарушение пород при контурном взрывании – Ленинград : Наука. 1975. С. 190-192.
4. Патент № 2827216 РФ. Способ контурного разрушения трещиноватых горных пород с предварительным оконтуриванием // Тюпин В.Н., Чистяков А.И. – заявка 2024105033 от 28.02.2024

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 624.131

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЛАНДШАФТА И ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ПУСТОТ НЕДР

Красников Р.В.

*Краснодарский университет МВД России Ставропольский филиал,
Ставрополь, Россия
rvk.doc@mail.ru*

В статье рассматривается влияние способов добычи полезных ископаемых на природные ландшафты и экологическую ситуацию в районах освоения месторождений.

Ключевые слова: добыча, полезные ископаемые, ландшафты, рекультивация, загрязнение, порода, железная руда, месторождение.

Добыча любого полезного ископаемого – это серьезное вмешательство в природу, и один из мощных видов техногенеза. В местах добычи полезных ископаемых происходит почти полное уничтожение природных ландшафтов на месте которых возникают скважины, шахты, карьеры, отвалы, отходы первичного обогащения руд, угольные терриконы, транспортные магистрали и т.д. и формируются особые ландшафтно- геохимические системы – горнопромышленные ландшафты. Горнопромышленные ландшафты неоднородны. В них выделяют 4 функциональные зоны:

– первая зона – шахтно-карьерно-отвальная, приуроченная непосредственно к участку добычи полезных ископаемых. Она характеризуется практически полной деградацией почвенно-растительного покрова и высокими концентрациями металлов в пыли, техногенных наносах, воде и растениях;

– вторая зона – территории горно-обогатительных комбинатов и обогатительных фабрик. Она характеризуется полной или значительной перестройкой первоначальной структуры за счет отчуждения площадей под предприятиями и загрязнения токсичными отходами, выбросами и стоками;

– третья зона – селитебные и пригородные ландшафты, расположенные в непосредственной близости от месторождений и комбинатов сильно загрязненные, но сами не являющиеся источниками выбросов;

– четвертая зона с умеренным площадным загрязнением имеет нестабильные очертания и располагается в радиусе от 3-5 до 10-20 км. Фоновые ландшафты располагаются обычно не ближе 15-20 км от источников рудных выбросов и стоков.

В первой зоне наибольшее воздействие на природные ландшафты оказывает *добыча полезных ископаемых открытым способом*, в результате которой создаются карьеры глубиной до 300-500 м и отвалы, морфология которых определяется видом складирования вскрышной породы (гидроотвалы, автоотвалы, железнодорожные отвалы). Объем перемещаемых пород огромен (объем Лебединского карьера КМА составляет 170 млн м³). Кроме того, добыча полезных ископаемых открытым способом сопровождается образованием депрессионных воронок, загрязнением подземных вод и региональным перераспределением миграционных потоков, ухудшением водно-солевого баланса ландшафта, повышенной запыленностью и загазованностью атмосферы. Свежие некультивированные отвалы вскрышных пород производят впечатление индустриальной пустыни. Ветер разносит большие объемы пыли, загрязняя воздух в радиусе нескольких километров (на расстоянии 2-3 км ПДК может быть превышено на 1-2 порядка). Скорость зарастания отвалов определяется свойствами грунтов и физико-географическими условиями их местонахождения. При токсичности грунтов они долгое время могут быть безжизненными.

При *подземной добыче* формируется провальное-терриконовый тип местности с высотой терриконов от 50 до 200 м (в Уэльсе до 300 м). Склоны терриконов изъедены рытвинами, вынутые с больших глубин породы бесплодны, растительностью зарастают очень медленно. Терриконы угольных шахт из-за большой температуры внутри склонны к самовозгоранию. Над шахтами из-за обрушения кровли подземных выработок образуются провальные воронки (антропогенный псевдокарст), происходят оползневые смещения грунтов, затопление грунтовыми водами земель и усиление процессов эрозии в пределах депрессионной воронки, шахтными водами загрязняются подземные воды.

Шахтным способом разрабатываются, кроме месторождений каменного угля и железной руды, основная часть руд цветных металлов. Именно добыча этих металлов создает сложную экогеохимическую ситуацию. Рудные районы характеризуются наличием природных аномалий с контрастностью на порядок выше фоновых, а непосредственно над самим месторождением концентрация некоторых цветных и редких металлов в почвах и растительности превышает фон в тысячи и десятки тысяч раз. Добыча и особенно переработка руд приводит к еще более высоким уровням содержания металлов во всех компонентах техногенных ландшафта. Геохимический спектр аномалий определяется типом месторождения, т. е. его типоморфными элементами. При добыче руд закрытым способом наиболее контрастные аномалии возникают во второй зоне, где происходит деградация почвенно-растительного покрова, и куда поступает дополнительное загрязнение, связанное с обогащением и плавлением руд. Содержание пыли и тяжелых металлов в воздухе в этой зоне в радиусе до 2-3 км превышает ПДК на 1-2 порядка.

Рудное сырье в России добывается как методом открытых разработок, так и подземным способом – из шахт. Открытая добыча более дешевая, сопряжена

с меньшими потерями сырья, однако экологически более опасна, связана с нарушением больших земельных площадей (примерно в десятикратном размере превышающем потери земли при шахтной добыче на единицу ресурса) и образованием большего объема отходов пустой породы. Скважинная гидродобыча руды на сегодняшний день – это самый низкий по себестоимости и высокоэффективный по производительности метод освоения месторождений полезных ископаемых. Он не требует вскрыши, способ наименее энергоемок, к тому же экологически безопасен.

Экологическая ситуация на исследуемых районах освоения месторождений формируется в зависимости от специфики природных условий, способа добычи и хозяйственного освоения. Например, выполненная суммарная оценка районов разработок Коробковского и Гостищевского месторождений железных руд КМА Белгородской области по укрупненным показателям недропользования для целей выявления перспективности инвестирования в железорудную промышленность показала, что наиболее экономически и экологически эффективным способом добычи железных руд является скважинная гидродобыча, а наименее – открытая и шахтная.

Одно из основных условий применения технологии скважинной гидродобычи (СГД) – не нарушать «кровлю» рудного тела, чтобы не произошло обрушения налегающей толщи и тем более, земной поверхности. Соблюдение этого принципа обеспечивает экологическую и техническую безопасность метода и возможность отрабатывать оставшиеся в недрах запасы в последующем. Другой экологический фактор: по разработанной технологии СГД вода, используемая для добычи руды, берется из того же рудного горизонта, и после отстаивания она вновь используется в технологическом цикле, то есть в конечном итоге закачивается обратно в рудный горизонт.

Для обеспечения сохранности «кровли» рудного тела необходимо научное сопровождение всех проводимых работ начиная с разведки, проектирования параметров разработки, но особенно требуется самое пристальное внимание ученых, когда начнется промышленная добыча руды.

Литература

1. Мининг С.С., Серышев С.Н., Стрельцов В.И. Экологические и экономические аспекты освоения глубокозалегающих месторождений КМА // Горный журн. – 2004. – № 1. – С. 65–68.
2. Петин А.Н. Геоэкологическая обстановка и проблемы рационального недропользования в железорудном бассейне КМА // Горный информационно-аналитический Бюллетень, М. : Изд-во Моск. гос. горн. ун-та. – 2007. – № 6. – С. 315-322.
3. Петин А.Н. Скважинная гидродобыча – новый этап в промышленном освоении богатых железных руд КМА // Матер. науч.-практич. конф.: Пути оптимизации взаимодействия общества и природы. – Грозный : Изд-во ЧГУ, 2009. – С. 30-44.
4. Экология Белгородской области : учебное пособие /А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Глазунов Е.Г. – М. : МГУ (с грифом УМО), 2002. – 228 с.
5. Экологические аспекты подземной добычи железных руд в Белгородской области: Монография / Караулова Е.А., Красников Р.В., Рыбальченко А.Ю. и др. – Белгород : Эпицентр, 2023. – 84 с.

УДК 624.131

ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ

Сарычев А.В.¹, Архипцев И.Н.¹, Караулова Е.А.²

¹*Белгородский юридический институт МВД России
им. И.Д. Путилина, Белгород, Россия*

²*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
w0773@yandex.ru*

В статье описаны результаты исследования развития и распространения гравитационных процессов на территории Белгородской области, а также их влияния на окружающую среду. Приводится типология оползней. Предлагаются направления охранных мероприятий по предотвращению гравитационных процессов.

Ключевые слова: гравитационные процессы, оползни, охранные мероприятия, мониторинг.

На территории Белгородской области достаточно часто наблюдаются проявления различного вида экзогенных процессов, таких как эрозионные, гравитационные, суффозионные, эоловые, выветривание, карстовые процессы. Все они отличаются разрушительной силой и могут возникать как от природного воздействия, так и от влияния антропогенных факторов. В свою очередь, подобные опасные проявления негативно сказываются на хозяйственной деятельности человека и влияют на экологическую обстановку. В связи с этим важно прогнозировать дальнейшее развитие, уровень разрушения экзогенных процессов, а также предотвратить их появление и принимать меры по предотвращению их активизации.

Гравитационные процессы являются одними из широко распространенных экзогенных явлений в Белгородской области и представляют не малую опасность. Гравитационные процессы – геологические процессы, часто называемые склоновыми, выражаются перемещении пород по поверхностям земли под воздействием силы тяжести из возвышенных участков рельефа в пониженные. Достаточно большое количество территории Белгородской области подвержено появлению оползней, сползанию почвенно-растительного слоя, все это чаще всего происходит на крутых берегах водоемов, склонах оврагов, в карьерах по добыче полезных ископаемых. Все выше перечисленное, имеет высокую вероятность нанести вред жизни и деятельности человека, разрушает строения, наносит ущерб транспортной и инженерной инфраструктуре, сокращает площадь пригодных посевных

земель. В связи с увеличением в последнее время техногенной нагрузки на окружающую среду и повсеместное изменение климата, подобные гравитационные процессы стали чаще проявляться. Стоит отметить, что более 40 % территории области охвачено разными экзогенными геоморфологическими процессами и явлениями, что позволяет говорить об острой необходимости изучать и прогнозировать их появление и развитие.

В связи с увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду, растет число проявлений гравитационных процессов. Нельзя не отметить и влияние природных факторов появления опасных гравитационных процессов, такие как строение и состав почвенного покрова, подземные и наземные воды, климатические условия (количество осадков в любое время года, температурный режим, скорость и направления ветров), рельеф, движения земной коры, состояние берегов водоемов.

Вывод о том, что гравитационные процессы и явления опасны и наносят серьезный вред, как жизнедеятельности людей, так и негативно влияют на окружающую среду, был сделан на основании заключения об активном распространении сползания почвенно-растительного покрова, оползней, обвалов. Овражно-балочная сеть, которая в Белгородской области имеет протяженность около 2,0 км/км², способствует широкому распространению опасных гравитационных процессов.

Оползни возникают в тех случаях, когда сила оказываемая воздействием на движение грунтовых масс, становится больше чем сопротивление процессу разрыва и прочности материала. Неустойчивое состояние грунтовых масс на склонах и переход в состояние скольжения зависит как от природных факторов, так и от антропогенных. Эрозионная деятельность рек приводит к вымыванию нижнего слоя почвы, вследствие чего может произойти сползание грунта. Этот процесс является обычным природным явлением и происходит исключительно под действием движения водных масс. Наводнения и обильные проливные дожди могут стать причинами ускорения сползания грунта, что обычно происходит постепенно. Активизация оползней, как показывает практика, происходит чаще всего под воздействием деятельности людей: строительстве дорог, промышленных сооружений, жилых зданий, разного рода искусственных водоемов. В этих случаях идет перемещение рыхлых пород грунта, осуществляются работы по добавлению или удалению грунтовых масс, тем самым увеличивая вероятность возникновения гравитационных процессов.

Наблюдения, проведенные в Белгородской области, позволяют с уверенностью говорить о том, что оползневые процессы имеют постоянство проявления, как во времени, так и пространстве, не меняя свою мощность смещения масс. В некоторых районах области были зафиксированы

аллохтонные типы оползней, то есть расстояние их смещения составило более 100 метров. Возникновение оползней всегда происходит на крутых склонах высотой более 5-10 метров. Подготовительный период смещения масс составляет не менее десятка лет. Спорадическое обводнение песчаных отложений верхнего палеогена и нижнего неогена, развитие овражно-балочной эрозии, выклинивание подземных вод являются причинами образования оползня.

В настоящее время существует различная классификация типов оползней. Для Белгородской области характерны фронтальные, глетчерообразные и асеквентные оползни.

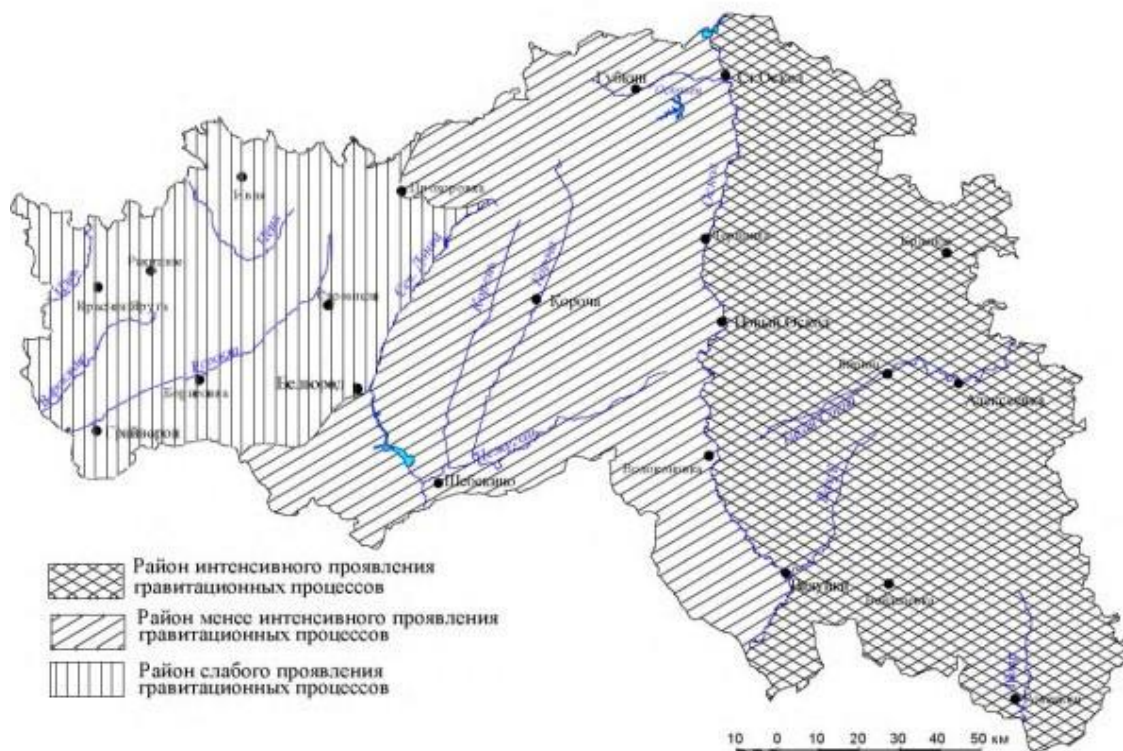


Рис. 1. Районирование гравитационных процессов на территории Белгородской области

По итогам исследования были выделены три района по степени интенсивности проявления опасных гравитационных процессов:

1. Первый из них расположен в восточной части области. В этом районе интенсивное развитие получили оползни имеющие разнообразные формы, возраст, способы смещения. На их появление в этом районе благоприятное влияние оказывают геологические и климатические условия, расчлененный рельеф, крутые склоны берегов рек Оскол и Тихая Сосна, где чаще всего наблюдаются подобные оползневые процессы. В бассейнах рек Ураева и Айдар можно наблюдается оживление старых оползней.

2. Второй район по интенсивности находится в центральной части области. Оползни центральной части меньше по размерам, более молодые.

Смещение почвенно-растительного покрова, обвалы так же имеют место быть на крутых берегах рек и других водоемов. Располагается второй район в междуречье реки Северский Донец и Оскол. Самым зараженным оползнями участком являются верховья притоков реки Оскол. По разновидности оползневые процессы центрального района относятся к первому типу.

3. Западная часть области отличается слабым проявлением гравитационных процессов, это третий район. Здесь на много реже встречаются оползни, обвалы, смещения грунтовых масс, так как территория более равнинная. Но на берегах реки Ворскла все же наблюдаются редкие обвалы грунта, это связано с ее крутыми берегами.

Направления охранных мероприятий по предотвращению гравитационных процессов будут связаны с запретом строительства в опасных зонах без применения конструктивных мероприятий, исключающих вымывание грунта, охрана растительности и деревьев, посадка лесных массивов. Необходимость применения охранных мероприятий очевидно, но результат будет виден не сразу. Нельзя не сказать о строительстве охранных инженерных сооружений для предотвращения появления опасных гравитационных процессов. Метод террасирования, перераспределение земляных масс, наиболее эффективный метод по борьбе с оползнями, он применяется в комплексе с водоотводами, защитными покрытиями, посадкой древесно-кустарниковой растительности и другими подобными мероприятиями.

Постоянный мониторинг является обязательным условием предотвращения опасных гравитационных процессов и предотвращения их последствий. Для предотвращения геологического риска следует применение мероприятий по их снижению: мероприятия по предупреждению неконтролируемого полива земель, подрезки склонов, подпора грунтовых вод, а также строительство сооружений по сбору и водоотводу поверхностных вод; инженерная подготовка территорий, создание дренажных систем, водоотвод поверхностных вод, гидроизоляция зданий, поддержание в подобающем состоянии водонесущих коммуникаций.

Только комплексное применение мероприятий по предотвращению появления опасных гравитационных процессов даст результат, частичное выполнения недопустимо. Своевременное предупреждение населения в районах опасности появления оползневых процессов снизит риск появления человеческих жертв. Информирование органов государственной власти, органов местного самоуправления, соответствующих ведомств о проявлениях и уровня активизации опасных гравитационных процессов, о степени их разрушительной силы, это и есть основной целью прогнозирования их появления. Ведущими российскими учеными было отмечено, что

повторяемость массовой активизации оползней составляет в среднем 8-12 лет, для Белгородской области этот срок меньше, в среднем 6-10 лет.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать вывод о том, что территория Белгородской области на 40 % заражена опасными гравитационными процессами, этому способствуют благоприятные природные факторы, расчленённый рельеф, выходом на поверхность грунтовых вод и обилием осадков. Гравитационные процессы распространены на крутых склонах водоемов, овражно-балочных систем, проявление происходит под силой тяжести. Формы оползней разнообразны по величине и геометрическим данным. Хозяйственная деятельность человека и наличие большого количества осадков являются главными причинами появления оползневых процессов.

Для Белгородской области свойственны следующие виды оползней: оползни проседания, оползни выдавливания и оползни скольжения. В морфологическом отношении выделяются: фронтальные; линейные, сосредоточенные в узкой зоне, охватывающей значительную часть склона; циркообразные, образующиеся в пределах локальных участков склонов, а также комбинированные оползни, сочетающие в себе несколько видов, создающие ландшафтно-оползневые системы.

Опасные гравитационные процессы создают напряжённую ситуацию в Белгородской области, наносят большой ущерб промышленным сооружениям, жилым зданиям, уничтожают и сокращают количество пахотных земель.

Исследование позволило сегментировать область на районы по степени интенсивности проявления гравитационных процессов. Наиболее часто оползневые процессы наблюдаются в восточной части области, в средних значениях центральная часть, и наименьшую интенсивность проявления оползней занимает северная и северо-западная части области.

На территории Белгородской области прогнозируется активизация развития опасных гравитационных процессов, это является причиной глобальных изменений климата, деятельностью людей.

Литература

1. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н., Манышев В.В. Развитие и распространение гравитационных процессов на территории Белгородской области, их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка // Научные ведомости БелГУ. Естественные науки. – 2016. – № 34 (4). – С. 130-137.
2. Иванов И.П. Гравитационные процессы и явления в теоретических исследованиях Валерия Давидовича Ломтадзе в области инженерной геодинамики // Грунтоведение. – 2012. – № 1. – С. 5.
3. Красников Р.В., Сарычев А.В. Экзогенные процессы как фактор формирования современной геоэкологической ситуации в Белгородской области // Арчиновские чтения – 2022: к вершинам эколого-географического познания. – Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 82-86.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ МАССИВА ПОРОД В ПОДЗЕМНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ КОЛЬЦЕВОЙ ЩЕЛЮ

Лепетюха Д.С.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
lepetyukha.dima@mail.ru*

В статье предложен экспериментально-аналитический способ определения напряжений массива горных пород на основе проведения разгрузочной кольцевой щели на стенке горной выработки. Разгрузка массива достигается путем бурения кольцевой щели с измерением абсолютных деформаций между реперами. Данный метод отличается от остальных тем, что достаточно всего лишь три базы измерения и физико-механические характеристики горных пород (модуль упругости E , и коэффициент Пуассона μ) для определения величины и направления главных напряжений в массиве горных пород на стенке подземной горной выработки. Апробация метода осуществлялась в массиве сильвинита Гремячинского месторождения на стенке горной выработки, пройденной на глубине 1130 м.

Ключевые слова: массив горных пород, частичная разгрузка, кольцевая щель, механический тензометр, главные нормальные напряжения.

Методика исследования. Представленный способ определения напряжений относится к деформационным [1-5] и имеет математический аппарат для расчета величин и направления главных нормальных напряжений по трем базам измерений. Методика предполагает заложение трех баз для измерения абсолютных деформаций (1-1', 2-2', 3-3'). В качестве измерительных реперов применялись металлические ролики из подшипников, которые запрессовываются в пробуренные шпуровые диаметром 6 мм. Выбуривание кольцевой щели на стенках горной выработки осуществляется коронкой алмазного бурения диаметром (\emptyset) 75 или 102 мм, на глубину не менее 2 диаметров кольцевой щели. До и после бурения кольцевой щели производятся измерения длин между реперами для определения абсолютных деформаций. Репера 1, 1' закладывались на оси X вдоль радиуса-вектора r_1 . Репера 2, 2' под углом 45° от оси X, вдоль радиуса-вектора r_2 . Репера 3, 3' на оси Y, вдоль радиуса-вектора r_3 , под углом 90° от оси X (рис. 1).

Проведение экспериментального исследования. На стенке горной выработки Главного восточного конвейерно-вентиляционного штрека № 2 размечались места заложения измерительных баз с помощью металлического

шаблона в трех направлениях и устанавливалось дополнительное оборудование для бурения кольцевой щели. Бурение кольцевой щели осуществлялось на закрепленном устройстве с механической подачей усилий на глубину 30 см (рис. 2).

На рис. 3 показан процесс измерения деформаций массива до бурения разгрузочной кольцевой щели. Измерение деформаций между реперами производились механическим тензометром с базой измерения 300 мм, оборудованным индикатором часового типа (погрешностью измерений 0,001 мм).

Расположение замерных баз и геометрические параметры схемы частичной разгрузки представлены на рисунке 4 а. Процесс измерения абсолютных деформаций представлен на рисунке 4б.

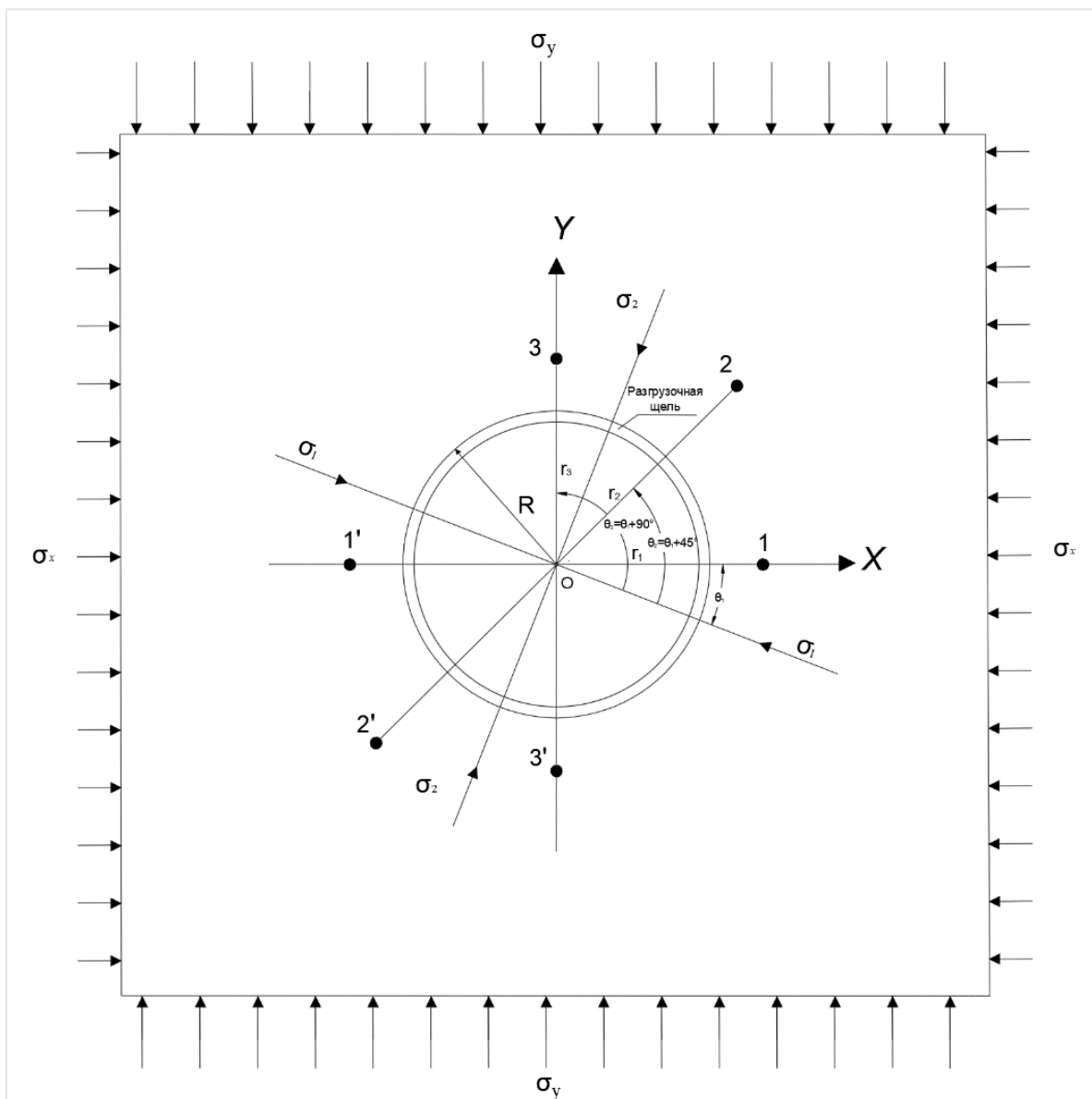


Рис. 1. Схема к определению величин главных нормальных напряжений и их направления способом частичной разгрузки



Рис. 2. Процесс бурения кольцевой щели на стенке горной выработки
Главного восточного конвейерно-вентиляционного штрека № 2

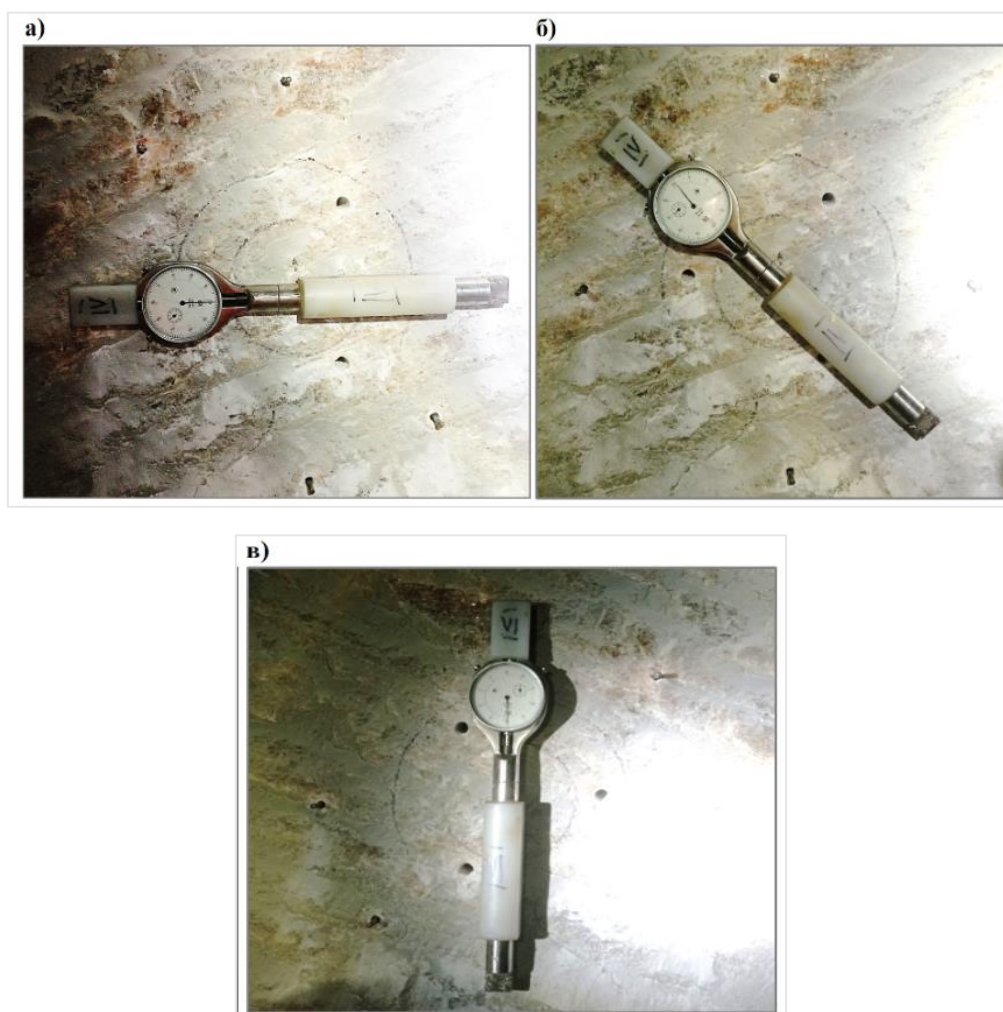


Рис. 3. Процесс измерения деформаций на стенке горной выработки механическим тензOMETром до бурения разгрузочной скважины: а) в горизонтальном направлении (1-1'); б) под углом 45° к горизонту (2-2'); в) вертикальном направлении (3-3')

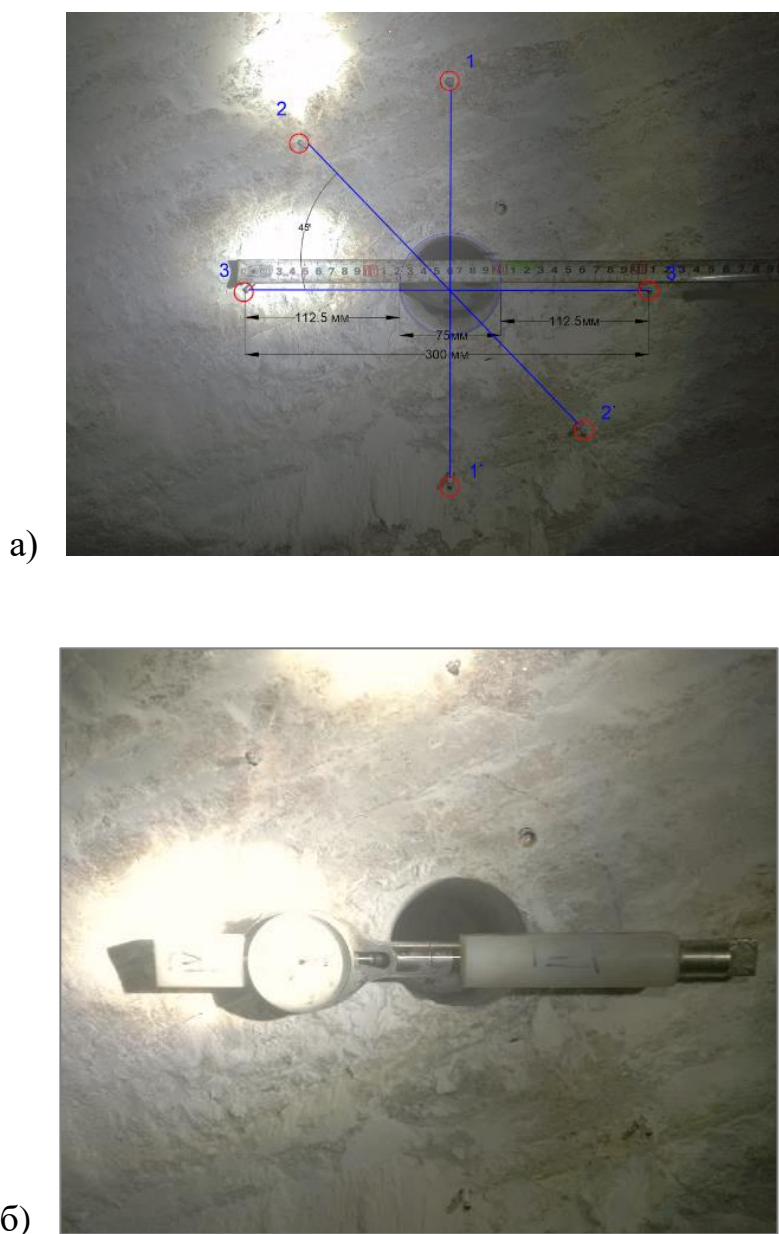


Рис. 4. Реализация расчетной схемы (а) и процесс измерения деформаций на стенке горной выработки механическим тензOMETром после бурения разгрузочной щели по базе 1-1' (б)

Результаты исследования. Измеренные абсолютные деформации составили: для интервала $l_{1-1'} = -0,07$ мм (вертикальные), для интервала $l_{2-2'} = -0,05$ мм, для интервала $l_{3-3'} = -0,05$ мм.

По измеренным абсолютным деформациям производился расчет главных нормальных напряжений, согласно принятым исходным данным:

- 1) модуль упругости $E = 7500$ МПа;
- 2) коэффициент Пуассона $\mu = 0,28$;
- 3) геометрические параметры: радиус бурения кольцевой щели $R = 0,037$ м, радиусы баз измерений $r = 0,150$ м.

Величины главных нормальных напряжений, полученные экспериментальным методом, составили $\sigma_1 = -14,18$ МПа, $\sigma_2 = -17,07$ МПа. Главное нормальное напряжение σ_1 отклонено от вертикали на 22 градуса 30 минут по часовой стрелке [6]. Полученные данные экспериментального исследования сопоставимы с расчетными [7].

Предложенный способ частичной кольцевой разгрузки и математический аппарат расчета действующих главных напряжений, их направления, применим для оценки напряженного состояния массива горных пород при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом. Этот подход в достаточной мере упрощает и значительно сокращает время на выполнение работ, проводимых экспериментальных исследований в натуральных условиях.

Литература

1. Влох Н.П. Управление горным давлением на подземных рудниках. – М., 1994. – 208 с.
2. Влох Н.П. Совершенствование метода щелевой разгрузки / Н.П. Влох, А.В. Зубков, Ю.Г. Феклистов // Диагностика состояния породных массивов : сб. тр. – Новосибирск : ИГД СО АН СССР, 1980. – С. 30 - 35.
3. Зубков А.В. Деформационные методы определения напряженного состояния пород на объектах недропользования / А.В. Зубков, Ю.Г. Феклистов, Я. И. Липин [и др.] // Проблемы недропользования. – 2016. – № 4(11). – С. 41-49.
4. Феклистов Ю.Г. Деформационный способ комплексного определения напряженного состояния и упругих характеристик горных и строительных объектов // Проблемы недропользования. – 2017. – №4 (15). – С. 28-32.
5. Пат. 2597660 Российская Федерация, МПК G01N 1/16. Комплексный метод определения напряженно-деформированного состояния объектов геотехнологии / Ю.Г. Феклистов, А.В. Зубков, И.В. Селин, И.В. Бирючев, С.В. Сентябов. – № 2014129352/28, заявл. 16.07.2014; опублик. 24.08.2016, Бюл. № 26.
6. Khramtsov V. A., Lepetyukha D. S., Babushkin K. S. Determining modern stress field when mining ore deposits // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2023. – No. 5. – P. 20-28.
7. Лепетюха Д.С., Храмцов Б.А. Напряженное состояние массива горных пород Гремячинского месторождения Материалы XXX международной научно-практической конференции Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки Bengaluru, India, 2022 г. – С. 63-67.

МОНИТОРИНГ СУБАКВАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОБЕРЕЖЬЯ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Чебыкина Е.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

e.chebykina@spbu.ru

*Работа выполнена при поддержке Комитета по науке
и высшей школе Санкт-Петербурга, 2024 г.*

Сообщества зарослей водной растительности Невской губы отличаются высоким биоразнообразием и играют важную роль. В последние годы на акватории Финского залива ведутся гидротехнические работы, связанные с транспортным и промышленным строительством. В результате индустриализации и активной антропогенной нагрузки эти территории являются местом гипераккумуляции биогенных и загрязняющих веществ. В данной работе проводится исследование экотоксикологического состояния субаквальных почв и оценка развития зарослевых сообществ высшей водной растительности побережья Невской губы.

Ключевые слова: макрофиты, субаквальные почвы, экотоксикологическое состояние, тяжелые металлы, Финский залив

*Работа посвящена 300-летию
Санкт-Петербургского государственного университета.*

Побережье Невской губы Финского залива отличается значительным развитием макрофитной растительности. Общая площадь основных массивов водных зарослей в Невской губе в настоящее время составляет 1214 га. Сообщества зарослей высшей водной растительности Невской губы отличаются высоким биоразнообразием и играют важнейшую, многоплановую экологическую роль.

В последние десятилетия на акватории Невской губы Финского залива ведутся активные гидротехнические работы, связанные, в основном, с транспортным и промышленным строительством. Ведение гидротехнических работ часто оказывает на сообщества зарослей сильное негативное воздействие. Замутнение вод и последующая седиментация взвеси ухудшают условия существования гидробионтов, угнетают водную растительность, выводят из строя нерестово-выростные участки рыб, подрывают их кормовую базу, приводят к потере миграционных стоянок и мест гнездования птиц, подавляют процессы очищения воды.

Комплексная оценка воздействия гидротехнических работ на зарослевые экосистемы, на субстраты, их свойства и характеристики, на которых произрастают эти ценные заросли высшей водной растительности и происходит нерест и нагул молоди многих видов рыб, возможна только при учёте процессов

их пространственно-временной динамики в масштабе всей Невской губы и прилегающей акватории. В данном случае речь идет о субаквальных почвах побережья Невской губы Финского залива, которые являются благоприятным субстратом для роста и развития зарослевых сообществ, периодически затапливаемых.

Гидроморфные и полугидроморфные ландшафты, такие как прибрежные полосы и территории водных объектов, водохранилищ, являются областями повышенной биогеохимической активности. В результате индустриализации и активной антропогенной нагрузки данные территории являются местом гипераккумуляции различных биогенных и загрязняющих веществ. Поскольку экологические условия побережья гораздо более динамичны, чем материковые, обнаруживается не только направленное изменение общих параметров по градиенту от моря к суше, но и постоянная смена условий в каждой точке. Данный процесс представляет важную экологическую проблему для региона, т.к. приводит к эвтрофикации водоема, которая наблюдается на акватории Невской губы каждый сезон. В результате эвтрофикации и цветения водорослей происходит снижение качества вод в водохранилищах, что приводит к ухудшению качества жизни местного населения и качества и количества сельскохозяйственной продукции. Это требует реакции современной науки и обоснования принятия эффективных решений.

Субаквальные почвы с их растительностью обнаруживают себя в качестве одного из секторов глобального биогеохимического круговорота с присущими ему соотношениями химических элементов. Располагаясь на границе суши и моря, такие почвы играют роль своеобразного природного фильтра, задерживающего некоторые минеральные компоненты и избирательно поглощающие определенные химические элементы.

Поэтому очевидно, что для комплексной оценки состояния очень ценных с точки зрения биологического разнообразия зарослевых экосистем прибрежных ландшафтов, а также дальнейшей адекватной оценки вреда от воздействия гидротехнических работ на экосистемы зарослей ВВР и выбора компенсационных природоохранных мероприятий необходимо знать и учитывать:

- свойства и экотоксикологическое состояние субаквальных почв изучаемых прибрежных ландшафтов,
- особенности динамики зарослевых сообществ в Невской губе в зависимости от уровня воздействия антропогенного фактора.

Для проведения исследований заросли высшей одной растительности предварительно были разделены на 3 категории по стадиям сукцессии: (1) Длительно существующие, с относительно стабильной площадью проективного

покрытия акватории и высоким биоразнообразием; (2) Сравнительно нестабильные, возникшие или значительно изменившие площадь проективного покрытия за доступный период наблюдений ещё до создания КЗС; (3) Образовавшиеся сравнительно недавно (вследствие техногенных изменений гидрологического режима Невской губы); (4) Заросли, возникшие непосредственно возле КЗС и из-за КЗС.

Для каждой из указанных категорий были выделены три типа участков акватории: а) первый – вне влияния гидротехнических работ и с минимальным действием прочих антропогенных факторов (ненарушенное состояние), б) второй – вне влияния гидротехнических работ при среднем уровне действия прочих антропогенных факторов (фоновое состояние), с) третий – в зоне влияния гидротехнических работ при среднем уровне действия прочих антропогенных факторов (импактное состояние).

Таким образом, зоны для поиска эталонных участков охватили 14 следующих сочетаний градаций сукцессионной стадии и уровня воздействия.

Большая часть территории обследования располагается на намытой территории в береговой зоне Финского залива и, следовательно, техногенно преобразована. В береговой зоне Финского залива на аллювиальных песчаных отложениях фрагментарно могут встречаться псаммозёмы, которые относятся к отделу слаборазвитых почв и представляют собой подстильно-торфяной горизонт, залегающий непосредственно на песчаной почвообразующей породе. Также в части береговой линии могут быть распространены ареалы незакрепленных песков.

На обширной части исследуемой территории был образован ареал маршевых фитоценозов. При некоторой защищенности от процессов приливных и нагонных сил, на фоне общей гидроморфности и застоя воды, данный участок подвержен процессам заболачивания, маршевые почвы еще не успели сформироваться.

Биоценозы морских побережий испытывают в основном высокую антропогенную нагрузку. Среди различных экосистем прибрежная и морская подвержены действию антропогенных факторов среды, в число которых входят туристические посещения, мелиорация и освоение сельскохозяйственных угодий.

В условиях усиливающегося антропогенного давления на ландшафты необходима защита почв, выполняющих функции сохранения генофонда естественных растений, микроорганизмов, насекомых и животных, типичных для области экосистем.

Почвы морских побережий испытывают двойное влияние, с одной стороны – суши, с другой стороны – воды. Это проявляется как в специфике

геоморфологических процессов, так и в геохимических потоках веществ, которые поступают и с суши, и из морской воды. Благодаря этому, почвы, находящиеся в приливно-отливной зоне, отличаются сложным генезисом и динамичностью развития.

На побережье Финского залива лес редко подступает вплотную к литорали, очень часто между ней и лесом образуется полоса приморских лугов. В местах, где имеются защищенные от ветров берега, приморские луга занимают значительные площади, углубляясь на некоторое расстояние до моря. Во время нагонных ветров или приливных вод данные участки на непродолжительное время заливаются морской водой и в значительной мере подтапливаются. Здесь под растительными сообществами околководных фитоценозов, в непосредственной близости к морю формируются маршевые почвы.

Маршевые почвы – своеобразные субаквальные почвы дельтовых плавней и приморских маршей, которые развиваются под воздействием приливных или нагонных вод. Своеобразие маршевых почв обусловлено их практически постоянным затоплением. Почвенный профиль не дифференцирован, отмечается лишь один горизонт АС, обогащенный гумусом и восстановительными соединениями (рис. 1).

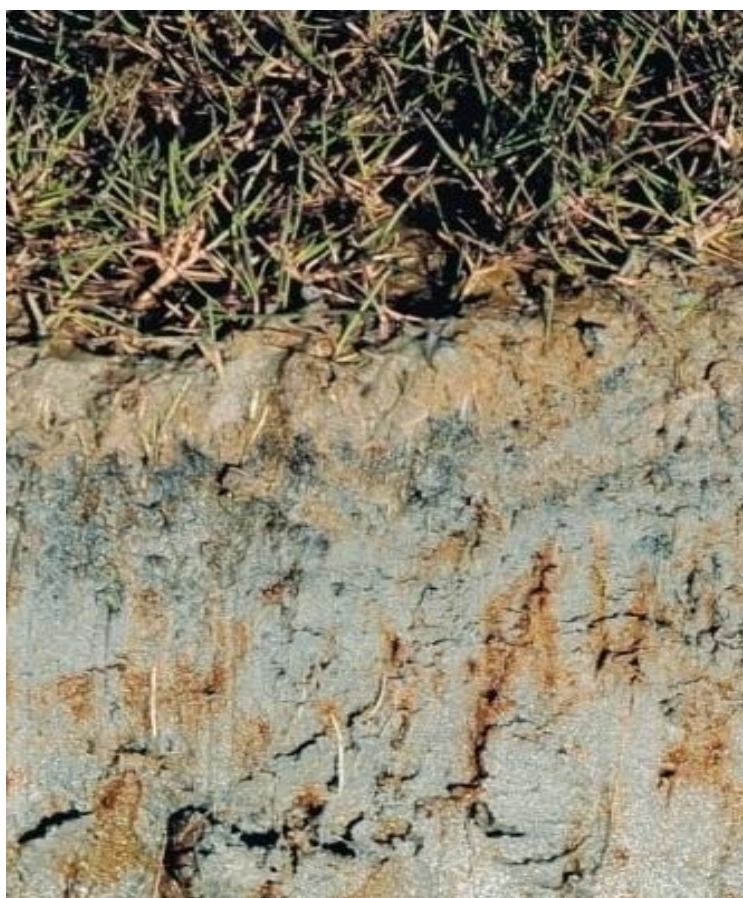


Рис. 1. Почвенный разрез субаквальных почв дельтовых плавней (маршевые почвы)

В результате проведенных исследований был разработан метод комплексной оценки экологической ценности субаквальных почв и плавней, дающий обоснованный количественный подход к выбору режима их охраны и использования.

Было установлено, что плавни техногенного происхождения (возникающие вследствие изменения условий морской среды гидростроительством) обеспечивают полноценную замену плавневых экосистем, утрачиваемых при гидростроительстве, после латентного начального периода их сукцессии.

Наибольшую ценность демонстрируют плавни вне зон воздействия ГТР и сформировавшиеся вследствие стимулирующих эффектов ГТС более 15 лет тому назад (вторые более устойчивы к техногенным воздействиям). Более молодые плавни, возникающие вследствие стимулирующих эффектов гидростроительства, обладают меньшей экологической ценностью и обеспечивают пока неполный набор "экосистемных услуг". Потенциал их раскрывается лишь постепенно, после латентного первичного периода формирования сроком более 10-15 лет.

Кроме того, выполнен количественный учёт ресурсов основных массивов плавней Невской губы, определена ценность экосистем, результаты картированы, даны рекомендации по оптимальному использованию и охране плавней.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ГАЗООБМЕНА ПАХОТНЫХ И ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ

Цыгулёв Е.В.

Научный руководитель: Голеусов П.В., д. г. н., доцент
*Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Белгород, Россия*
twimc@mail.ru

В статье приводится сравнительный анализ почвенного газообмена пахотных почв и постагрогенных почв с различным возрастом восстановительных сукцессий (более 30, более 60 и более 80 лет). Приведена характеристика данных почв и растительного покрова исследуемых участков. Выявлено, что постагрогенные почвы в сравнении с пахотными имеют более высокие показатели почвенного газообмена, причём показатель зависит от возраста залежи: на более старых залежах он выше.

Ключевые слова: почвенный газообмен, почвенное дыхание, эмиссия CO₂, пахотные почвы, постагрогенные почвы.

В последние годы активизировалось внимание мирового сообщества к проблеме глобального потепления. Одно из направлений научных исследований в данной тематике – оценка возможностей различных экосистем (в целом, а также их отдельных компонентов) по секвестрации и эмиссии парниковых газов.

Почвенный газообмен (почвенное дыхание) является одним из главных потоков в глобальном цикле углерода, представляя собой основную расходную часть при оценке баланса углерода в наземных экосистемах. Вместе с тем почвы – один из основных «инструментов» по секвестрации CO₂.

Большинство исследований почвенного дыхания направлено на изучение связей почвенного дыхания с климатом, с системами землепользования, построение глобальных климатических моделей с учетом выявленных связей. Факты увеличения дыхания почвы и одновременное увеличение температур обосновывают прогнозы, согласно которым увеличение эмиссии CO₂ из почв может ускорить изменение климата [3, 4, 5].

Среди факторов, влияющих на почвенное дыхание и процессов, проходящих во время дыхания, выделяются биологические, биохимические, почвенно-физические и геологические. Данные факторы имеют различную степень влияния на процессы дыхания в зависимости от генезиса конкретных видов почв [1, 2].

Измерения проводились на участках с различными состояниями почвенно-растительного покрова: пахотные почвы; постагрогенные почвы с разной степенью нарушения почвенного профиля (с продолжительностью

восстановительных сукцессий более 30, более 60 и более 80 лет), в сравнении с фоновыми пахотными аналогами.

На участке пахотных почв (х. Гонки Белгородского р-на Белгородской области) – чернозём типичный среднегумусный среднемощный глинистый; сельскохозяйственная культура – яровой ячмень. Измерения проводились 05.10.2023, 20.04.2024, 01.06.2024. Для дальнейшего анализа выбраны значения, полученные 05.10.2023, так как при данных измерениях максимальный уровень корневого опада и питания почвенной биоты.

На участке постагрогенных почв с сукцессией более 30 лет (х. Кривые Балки Прохоровского р-на Белгородской обл.) – залежный (постагрогенный) чернозём типичный среднегумусный, тяжелосуглинистый, с разной степенью сохранности гумусового горизонта (вследствие срезки верхней части профиля при строительстве железной дороги). Растительность – преимущественно луговая (разнотравно-злаковая ассоциация, доминант – вейник наземный), с редкой древесно-кустарниковой растительностью. Степени нарушенности – полностью уничтоженный гумусовый горизонт, 23 см остаточной мощности, 35 см остаточной мощности. Сельскохозяйственная культура на фоновом участке – кукуруза. Измерения проводились 27.08.2023, 28.09.2024.

На участке постагрогенных почв с сукцессией более 60 лет (с. Стрелецкое Белгородского р-на Белгородской обл.) – постагрогенный чернозём типичный, среднегумусный, среднесуглинистый, с разной степенью эрозионной деградации: от средней до сильной, на залежи, образовавшейся после проведения агролесомелиоративных работ и строительства противозерозионных гидротехнических сооружений. Измерения проводились 21.09.2024.

На участке постагрогенных почв с сукцессией более 80 лет (с. Триречное Яковлевского ГО Белгородской обл.) – залежный (постагрогенный) чернозём типичный, среднегумусный, среднесуглинистый, с разной степенью эрозионной деградации: от средней до сильной, на залежи, образовавшейся после создания линии обороны советских войск в период Курской битвы. Сельскохозяйственная культура на фоновом участке – кукуруза. Измерения проводились 22.09.2024.

В результате получены следующие данные:

Пахотные почвы:

- средний уровень эмиссии CO_2 – 0,639 мкмоль/м²·с, вариация 77,1 %.
- максимальный уровень эмиссии 1,248 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень 0,858 мкмоль/м²·с.

Постагрогенные почвы (восстановительная сукцессия более 30 лет):

1) измерения 27.08.2023:

- средний уровень эмиссии CO_2 по всему участку – 0,967 мкмоль/м²·с, вариация 36,9 %,

- максимальный уровень эмиссии – 1,508 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень – 0,533 мкмоль/м²·с;

2) измерения 28.09.2024:

– средний уровень эмиссии CO₂ по всему участку – 0,933 мкмоль/м²·с, вариация 24,8 %,

- максимальный уровень эмиссии – 1,363 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень 0,588 мкмоль/м²·с.

При измерении на **фоновых пахотных почвах** получены следующие показатели:

- средний уровень эмиссии CO₂ – 0,487 мкмоль/м²·с, вариация 22,3 %.
- максимальный уровень эмиссии – 0,752 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень – 0,101 мкмоль/м²·с.

Постагрогенные почвы (восстановительная сукцессия более 60 лет):

– средний уровень эмиссии CO₂ по всему участку – 1,053 мкмоль/м²·с, вариация 30,5 %,

- максимальный уровень эмиссии – 1,921 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень – 0,03 мкмоль/м²·с.

Постагрогенные почвы (восстановительная сукцессия более 80 лет):

– средний уровень эмиссии CO₂ по всему участку – 2,498 мкмоль/м²·с, вариация 15,5 %,

- максимальный уровень эмиссии – 3,173 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень – 1,776 мкмоль/м²·с.

При измерении на **фоновых пахотных почвах** получены следующие показатели:

- средний уровень эмиссии CO₂ – 0,612 мкмоль/м²·с, вариация 4,6 %,
- максимальный уровень эмиссии – 1,201 мкмоль/м²·с,
- минимальный уровень – 0,248 мкмоль/м²·с.

Также проведен корреляционный анализ между показателем влажности почвы и эмиссией CO₂ для постагрогенных почв. Для почв с восстановительной сукцессией более 30 лет коэффициент корреляции равен 0,23, для почв с восстановительной сукцессией более 80 лет коэффициент корреляции равен -0,11. Следовательно зависимость данных показателей при проведённых измерениях практически отсутствует.

При сравнении эмиссии CO₂ постагрогенных почв и пахотных (как при измерении в осеннее время при максимальном уровне опада, так и при максимальной вегетации), показатели эмиссии выше у постагрогенных почв. Наибольшие значения наблюдается на постагрогенных почвах с продолжительностью восстановительной сукцессии более 80 лет.

Пахотные чернозёмы отличаются меньшей эмиссией CO₂, по сравнению с постагрогенными чернозёмами: в 2,7, 1,7 и 7 раз в зависимости от продолжительности восстановительной сукцессии – более 30, более 60 и более 80 лет соответственно. При сравнении эмиссии CO₂ постагрогенными чернозёмами и их фоновыми пахотными почвами – эмиссия фоновых пахотных почв в 2 и 4 раза меньше в зависимости от продолжительности восстановительной сукцессии – более 30 и более 80 лет соответственно.

Таким образом можно сделать вывод, что накопление углерода в гумусовом горизонте в режиме естественного воспроизводства сопровождается увеличением почвенного дыхания и эмиссии CO₂, причем чем более длительный период восстановления (чем ближе к климакскому состоянию сукцессии), тем выше показатели эмиссии.

Литература

1. Мишустин Е.Н. Закон зональности и состав бактериального населения почвы // Труды юбилейной сессии, посвященной столетию со дня рождения Докучаева. – М., Л.: АН СССР, 1949. – С. 102-109.
2. Наумов А.В. Сезонная динамика и интенсивность выделения CO₂ в почвах Сибири // Почвоведение. – 1994. – № 12. – С.77-83.
3. Davidson E., Janssens I. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change // Biogeochemistry. – 2006. – Vol. 440. – P. 165-173.
4. Phillips, C. L., Nickerson N. Soil respiration // Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier. – 2015.
5. Tang J., Bradford M.A., Carey J., Crowther T.W., Machmuller M.B., Mohan J.E., Todd-Brown K. Chapter 8 - Temperature sensitivity of soil carbon // Ecosystem Consequences of Soil Warming. Microbes, Vegetation, Fauna and Soil Biogeochemistry. – London : Academic Press, 2019. – С. 175-208.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В РАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ВЫГОРЕВШИХ ТЕРРИТОРИЙ В ДЕЛЬТЕ ДОНА

Кочегарова Д.М.

Научный руководитель: Украинский П.А., к. г. н.
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия
1561876@bsu.edu.ru*

В статье представлены результаты анализа ландшафтных анализов по данным дистанционного зондирования в дельте р. Дона.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, р. Дон, Sentinel-2, данные дистанционного зондирования

Актуальность: Ландшафтные пожары представляют собой серьёзную угрозу для биоразнообразия как флоры, так и фауны. Ежегодно в дельте Дона возникают пожары, особенно в осенние месяцы, когда климатические условия способствуют распространению пламени. Это может быть обусловлено несколькими факторами, включая высокие температуры, низкую влажность, сильные ветры и человеческую деятельность, например, неосторожное обращение с огнём, сжигание трав и другие сельскохозяйственные работы. Растительность вдоль водоёмов и на лугах речных пойм быстро восстанавливается, что позволяет возгораниям происходить здесь очень часто. Дистанционное зондирование является эффективным методом для выявления возгораний и мониторинга пожароопасных ситуаций, потому что спутники способны охватывать большие площади и производить регулярные съёмки одной и той же области, что позволяет отслеживать изменения во времени.

Цель исследования: провести оценку выгоревших территорий в дельте Дона с помощью методов дистанционного зондирования.

Объектом исследования является территория дельты Дона.

Предмет исследования: ландшафтные пожары в дельте Дона.

Дельта реки Дон представляет собой уникальную природную область в степной зоне России и находится на юго-западе Ростовской области. Изучаемая нами территория находится в районе впадения реки Дон в Таганрогский залив

Азовского моря, а на востоке начинается в области, где от современного главного русла Дона отходит узкий мелководный рукав, известный как Мёртвый Донец. Этот район характеризуется богатым разнообразием животного и растительного мира: лимнофильный комплекс наземных животных и гидробионты, ряд промысловых рыб донской дельты включены в состав Красных Книг России, большие площади покрыты тростником и другой жёсткой растительностью. Территория дельты сильно подвержена опасным природным явлениям – пожарам.

Пойменные пожары наносят серьёзный ущерб биологическому разнообразию и сопровождаются выбросом в атмосферу веществ, образующихся при сжигании тростника, таких как зола и диоксиды. В дельте Дона находится множество населённых пунктов, включая Колузаево, Обуховку, Рогожкино, Курганы, Узьяк, Донской, Кагальник, Береговой и другие. Загрязнение воздуха от этих пожаров отрицательно сказывается на состоянии атмосферы в близлежащих поселениях.

Для изучения данной темы мы использовали методы дистанционного зондирования. Космические снимки со спутника Sentinel-2 с 2015 по 2022 год визуально дешифрировались на наличие гарей и в дальнейшем векторизовались (рис. 1). В общем количестве было обработано около 100 снимков за указанный период.

Исследуя динамику пожаров (рис. 1), можно заметить, что вся территория дельты подвержена возгораниям. Однако некоторые участки испытывают их каждый год. Наиболее подверженным пожарам является остров Калачинский – крупнейший остров дельты. В 2018 году здесь произошёл один из крупных пожаров, затронувший площадь в 5 тыс. м². Острова в южной части дельты, такие как Свиной, Кривой, Кукувека и Сунжа, также страдают от частых возгораний. На этих островах наблюдается высокая антропогенная нагрузка, поэтому большинство пожаров на их территории возникают с участием человеческого фактора.

В ходе исследования мы обнаружили, что пожары обычно начинаются с конца августа по ноябрь, когда сухая растительность становится особенно пожароопасной. Осенью в дельте Дона могут наблюдаться явления обмеления, вызванные стонно-нагонными процессами, которые чаще всего происходят в период с сентября по ноябрь. Кроме того, многие притоки пересыхают, что приводит к снижению уровня реки Дон до критических значений. Поэтому на протяжении всей осени в дельте наблюдаются активные возгорания, а в некоторые годы пожары продолжаются даже в декабре.

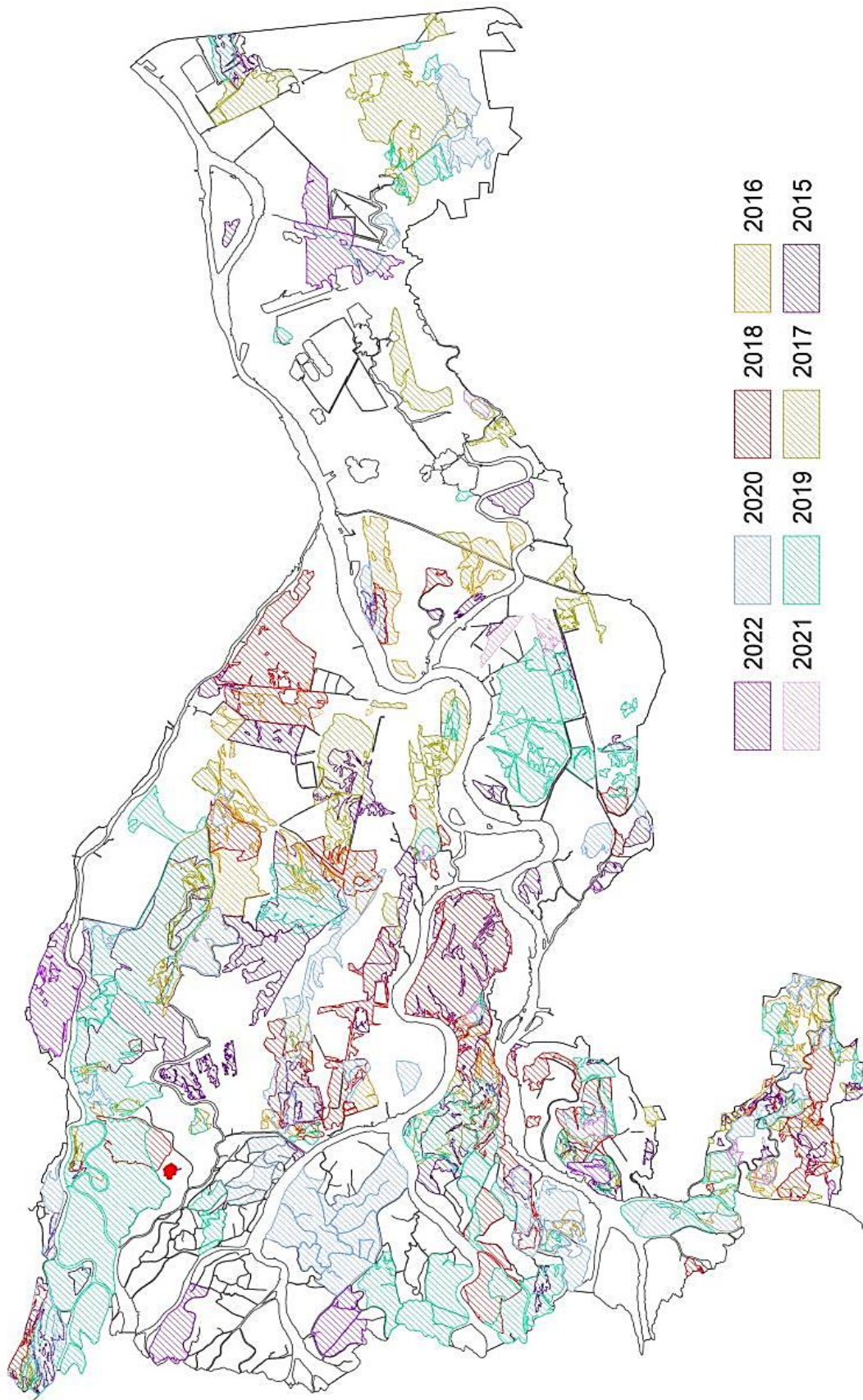


Рис. 1. Динамика возгораний в дельте Дона 2015-2022 год.

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАРАСТАНИЯ ВОДНОГО ЗЕРКАЛА РЕКИ ВЕЗЕЛКА В 2016–2024 ГГ.

Родионова М.Е., Благочевская П.С.

Научный руководитель: Родионова М.Е., к. г. н.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия
1644173@bsu.edu.ru*

По композитам снимков Sentinel-2 проанализирована динамика зарастания ряской, нитчатými водорослями и «цветение» водного зеркала реки Везелка в г. Белгород в период 2016-2024 года.

Ключевые слова: анализ ДЗЗ, Sentinel-2, эвтрофикация, малые реки, «цветение» водоемов, Белгород, р. Везелка.

Река Везелка – основная городская река Белгорода, относящаяся к категории малых, на ее водосбор (394 км²) приходится свыше 55 % урбанизированных территорий. Основные экологические проблемы реки связаны со сниженным объемом речного стока и городскими стоками, влекущими за собой обмеление, образование наносов, снижение скорости течения, эвтрофикацию и другие виды загрязнения вод и донных отложений, зарастание на разных участках реки [3, 4].

Каждое лето горожане обращают внимание на состояние воды и водного зеркала р. Везелки, и следят за проявлениями «цветения» на разных участках реки. При этом на бытовом уровне, «цветением» реки белгородцы называют разные явления:

1. Появление на поверхности ряски (семейство рясковые, *Lemnaceae*), покрывающей водное зеркало «пятнами» (сплавинами). Эти очень маленькие травянистые растения, плавающие на поверхности или под водой и не связанные с почвой, не несет угрозы экологическому равновесию гидроценоза, наоборот, потребляя биогенные вещества из воды, ряска, наряду с другими высшими водными растениями (ВВР) способствует естественному очищению водоема и входит в трофические цепи зооценоза водоема. Обильное размножение ряски может быть индикатором высокой концентрации азота и фосфора в водоеме. Негативные проявления от разрастания ряски могут возникать в мелких и маленьких водоемах, где она покрывает всю поверхность водного зеркала, ее накопление становится многослойным и в отдельных местах водоема подвергается гниению. Такие проявления не характерны для реки Везелки.

2. Размножение в воде сине-зеленых водорослей (семейство хроококковые *Chroococcaceae* и семейство *Nostocaceae*). Именно процесс интенсивного развития водорослей в толще воды, в результате чего она приобретает различную окраску, называют «цветением» в гидробиологии [1]. В этом случае вода окрашивается в зеленоватый, желтовато-зеленый, сине-зеленый или бурый цвет, теряет прозрачность, может появляться зеленая пена, специфический неприятный запах. Вода насыщается цианотоксинами, вызывает заморы рыб, гибель других гидробионтов, а также животных, получающих токсины по пищевой цепи. Сине-

зелеными водорослями заражены многие водоемы, крупные водохранилища, но наиболее критично доминирование цианобактерий в малых водоемах.

3. Обильное и быстрое разрастание нитчатых водорослей (*Spirogyraceae* и др.) в толще воды и по поверхности, как покрывало. В небольшом количестве нитчатые водоросли не представляют угрозы, участвуют в трофических цепочках, используются для откладывания икры рыбой и лягушками. При обильном разрастании мешают аэрации воды, которая в застойных и водоемах с низкой скоростью течения и так проблематична. Нитчатка механически создает помехи гидробионтам, людям, механизмам и водному транспорту, при отмирании значительной биомассы дает неприятный запах тины и гниения.

Цель исследования – с помощью ДЗЗ провести ретроспективный анализ появления и разрастания водорослей/ряски на поверхности реки Везелка, проанализировать сезонную и пространственную динамику явления.

Для оценки динамики процесса во времени мы использовали результаты мультиспектральной обработки спектрональных снимков Sentinel-2 (веб-сервис *EO Browser*). Территория города Белгород охвачена снимками этого спутника с 2016 года по настоящее время с периодичностью 5-10 дней и пространственным разрешением 10 м. Снимки *Sentinel-2* уже показали свою высокую эффективность в целях мониторинга поверхностных вод, в том числе в ЦЧР (Сарычев, 2020). Информативными являются композиты «естественные цвета» (диапазоны 4, 3, 2) и «ложный цвет» (диапазоны 8, 4, 3).

Композит «естественные цвета» использует видимые световые полосы красного, зеленого и синего цвета в соответствующих каналах красного, зеленого и синего цветов, что приводит к получению продукта естественного цвета, который является хорошим представлением поверхности Земли, какой ее видят люди. Композитный «ложный цвет» использует ближний инфракрасный, красный и зеленый диапазоны, чаще всего используется для оценки плотности и здоровья растений, поскольку растения отражают ближний инфракрасный и зеленый свет, поглощая красный. При визуализации зеленая биомасса отображается в красном цвете, а вода кажется синей или черной (рис. 1).

Работы по дноуглублению, переносу и спрямлению русла реки с разными целями проводились, начиная с 1960 гг., в 1980-1982 и 1999-2005 годах река подверглась работам по расширению (с 3-5 метров до 37-45 метров) и дноуглублению (до 2,5 м) в городской черте на нескольких участках. В результате русло Везелки представлено каскадом техногенных водоемов, снизивших скорость течения реки, замедляющих водообмен, вбирающих ливневые и несанкционированные городские стоки [2, 4]. В этих техногенных водоемах фиксируются процессы эвтрофикации [6], и, как следствие, разрастаются водоросли и ряски. В разные года «цветут» разные техногенные участки реки. Мы выделили 8 таких водоемов в городской черте (рис. 2) и для контроля участков в с. Стрелецком, проследили процесс зарастания водного зеркала в период с 2016 по 2024 гг. и выделили участки водоемов, не подверженные зарастанию на всем исследуемом периоде (табл. 1).

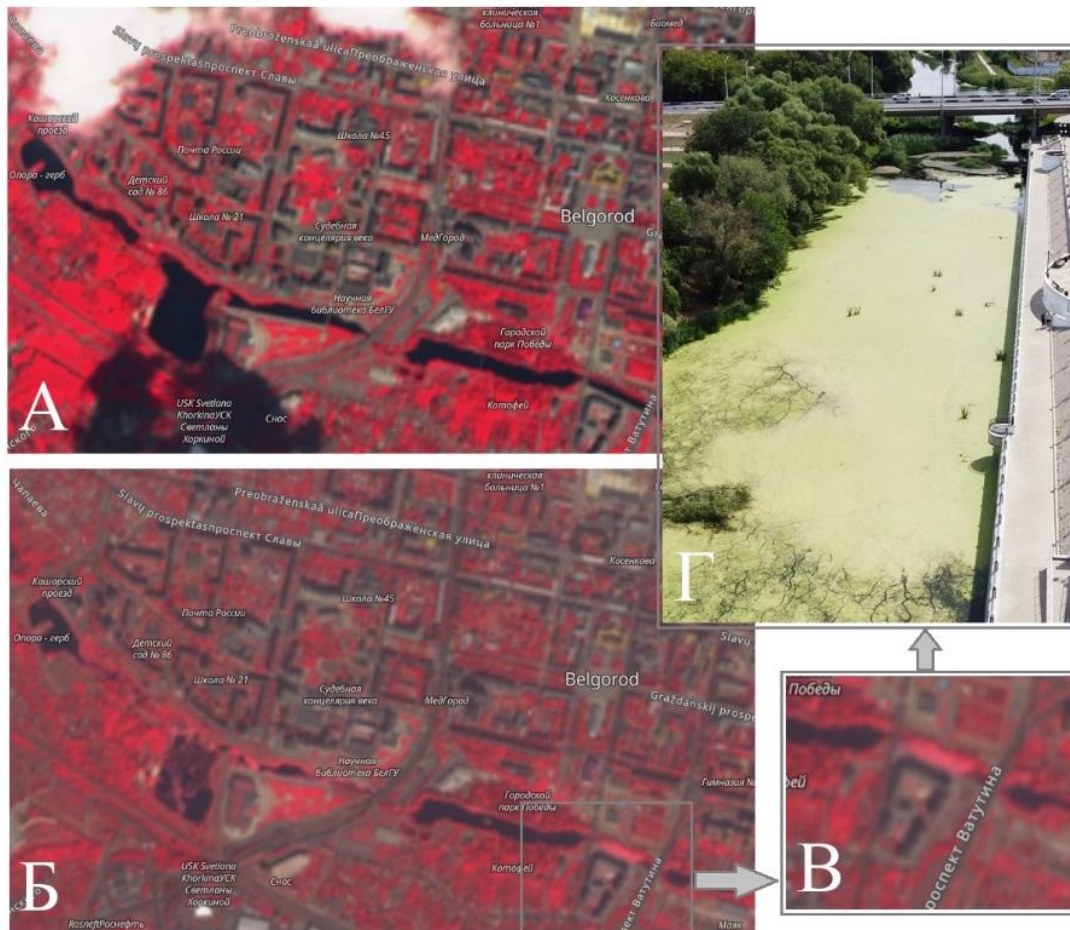


Рис. 1. Дешифрирование снимков исследуемой территории:
А – композит «ложный цвет», дата съемки 10.06.2021, Б – эта же территория, дата съемки 24.08.2021, В – фрагмент снимка 24.08.2021 с «цветением» водного зеркала у ЖК «Париж»;
Г – фотография водного зеркала у ЖК «Париж» в августе 2021 года



Рис. 2. Схема исследуемых участков реки Везелка в г. Белгород

Таблица 1

Результаты ретроспективного анализа зарастания/«цветения» водного зеркала реки Везелка в 2016-2024 гг.

Участки								
Стрелецкое	№ 1, ул. Луговая	№ 2, ул. Чапаева	№ 3, «Опора- герб»	№ 4, детский сад № 86	№ 5, УСК Хоркиной	№ 6, НИУ «БелГУ»	№ 7, парк «Победы»	№ 8, «Париж»
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2024 год								
Зарастает с начала июля по середину сентября. Интенсивное зарастание вторая половина июля.	Первые проявления ВВР на поверхности 2-я половина июля, незначительная площадь в начале и в конце участка, интенсивно в середине июля. Середина августа – середина сентября обильное зарастание.	Первые проявления 2-я половина июля – со стороны Кашарского проезда (перед мостом). Во 2-й половине сентября полностью чистый	чисто	Со 2-й половины июня небольшие очаги ВВР	чисто	чисто	чисто	чисто
2023 год								
Небольшое «цветение»/зарастание по центру водоема в августе, пятно растет до середины сентября, полностью исчезает во 2-й половине октября	Со 2-й недели июля фиксируются много фитомассы в воде. Полностью очищается во 2-й половине октября	2-я половина июля появляются видимые очаги ВВР на поверхности. Во второй половине сентября очищаются полностью	чисто	В конце июня «зацветает»	чисто	чисто	чисто	Редкие очаги ВВР

Продолжение табл. 1

2022 год									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
чисто	С середины ред-кие проявления растительности на поверхности. Не закрывает водную гладь и не формируются сплавины. К концу августа почти исчезает	Со 2-й половины июня (не много). Разрастается в июле во второй половине водоема. Обильно в августе. Очищается во 2-й половине сентября	чисто	Первые признаки «цветения» в 1-й половине июня, в июле разрастается и очищается к началу октября	В июле по центру водоема разрастается пятно ВВР к началу октября водоем очищается	Немного в августе перед храмом	Редкие и небольшие очаги ВВР в августе	чисто	
2021 год									
Редкие очаги зарастания в июле, во 2-й половине августа очищается	В июне чисто. С середины июля появляется зарастание в начале и в конце участка, к концу августа фиксируется небольшое поглощение света фитомас-сой (диапазон 8,3,4), но в видимом спектре на снимке чисто	Зарастание наблюдается со 2-й половины июня (начинается перед Кашарским мостом), в начале июля 70% пруда «цветет», в конце августа 50% до конца октября	чисто	Первые признаки зарастания в начале июня, июль и август - обильное цветение, первые признаки очищения в начале сентября, но цветет до октября	Первые признаки со второй половины июня (диапазон 8,4,3; в видимом спектре не видно, в конце июля появляются в видимом диапазоне), в конце августа почти вся поверхность «цветет» до конца октября	Июнь – чисто. С начала июля вдоль берегов и перед храмом Архангела Гавриила, плот-но в августе в начале сентября очищается.	Июнь, июль, август, сентябрь – чисто. В августе возможно небольшое зарастание у берегов.	Первые признаки со 2-й половины июня (диапазон 8,4,3; в видимом спектре не видно), практически полностью все затянута в конце августа до 1-й половины сентября	

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2020 год								
Два маленьких очага ВВР июле-августе, к сентябрю очищаются	Июнь, июль – чисто. В августе в ближнем инфракрасном фиксируются водоросли, в сентябре начинает очищаться. К началу октября очищается	Июнь – чисто, во 2-й половине июля в ближнем инфракрасном диапазоне фикси- руется появление водорослей. В августе водоросли фиксируются в види- мом диапазоне, в сентябре начинается очищаться, к началу октября очищается	чисто	Со 2-й половины июня начинает «зацветать», в августе почти не видно водной поверхности. Начинает очищаться в начале сентября, к началу октября очищается	В июне в ближнем инфракрасном (8,4,3) наблюдаются рас- тения в цент-ральной части, в видимом спектре пока не фиксируются. В августе «закрыта» вся центральная часть водоема, сохраняется до конца октября	чисто	чисто	чисто
2019 год								
Июль-август фиксируется фитомасса, сентябрь – нет снимков, в октябре чисто	Июнь – чисто. В начале июля не- большое количество ВВР в начале и в конце участка, к концу августа разрастаются чуть сильнее. Сентябрь и до середины октября плохая видимость. К середине октября водоем очистился	С середины июня почти по всей по- верхности фикси- руется зеленая масса водорослей или ряски (не плотно) в августе ВВР концентри- руются по центру водоема (немного), к концу августа разрастаются чуть сильнее. Сентябрь и до середины октября плохая видимость. К середине октября водоем очистился	чисто	В августе вдоль берега есть ВВР	Со 2-й половины июня фиксируется очаг нарастания водорослей ближе к основному руслу, в августе разрастается на поло-вину водоема. Сентябрь и до середины октября плохая видимость. К середине октября водоем очистился	Только в конце августа и вдоль левого берега, перед храмом.	чисто	Июнь – чисто, в начале июля в ближнем инфракрасном небольшое количество ВВР, в конце августа пятно зарастания становится чуть больше и интенсивнее. Сентябрь и до середины октября плохая видимость. К середине октября водоем очистился

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2018 год								
Чисто	Со 2-й половины июля в ближнем инфракрасном диапазоне фиксируется небольшое количество водорослей. В начале сентября остаточные фрагменты, водоем практически очистился	Со 2-й половины июля в ближнем инфракрасном диапазоне фиксируется небольшое количество водорослей, в августе ВВР видно в видимом диапазоне. ВВР по центру водоема	чисто	чисто	Немного водорослей в начале сентября в районе основного русла	чисто	чисто	чисто
2017 год								
В августе «цветет». Очищается ко второй половине сентября	Небольшое кол-во водорослей фиксируется в ближнем инфракрасном диапазоне в зоне в июле. Во 2-й половине августа чисто	Со 2-й половины июня в ложно-цветном композите перед Каша-рским мостом фиксируются водоросли. Во 2-й половине августа чисто.	чисто	Со 2-й половины июня в видимом диапазоне фик-сируются ВВР, обильно в июле и августе и до 2-й половины сентября	Небольшая полоска ВВР ближе к основному руслу реки. Очищается в 1-й половине октября	чисто	чисто	чисто

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2016 год								
чисто	чисто	Со 2-й половины июня в ближне-инфракрасном диапазоне перед Кашарским мостом фиксируются водоросли. В августе обильное покрытие локализуется во 2-й половине водоема перед мостом. Из-за плохой видимости в дни съемки не зафиксировано окончание периода вегетации водорослей	чисто	чисто	чисто	чисто	чисто	чисто
2015 год								
Первые снимки датируются августом	чисто	В начале августа «цветет» БОЛЬШАЯ часть водоема		Активно «цветет» в августе	Водоем у основного русла и по центру водоема ВВР	чисто	чисто	чисто
Примечание: * Первые снимки для территории исследования датируются августом								

Выводы:

1. При общественных обсуждениях экологического состояния реки Везелка следует разграничивать понятие «цветение» водоема в гидробиологическом смысле (изменение цвета воды в результате размножения цианобактерий) и разрастание нитчатых водорослей и рясок. Так как эти явления, с точки зрения опасности для гидроценоза и гидро-экологического состояния речных вод, значительно различаются.

2. Выделены участки реки чаще других подверженные зарастанию и «цветению», а также участки реки, которые всегда остаются чистыми.

3. Результаты исследования использовались для обоснования точек и последующего натурного их обследования в целях изучения процесса эвтрофикации городской реки.

Литература

1. Кульский Л.А., Сиренко Л.А., Шкавро З.Н. Фитопланктон и вода / отв. ред. К.А. Шевченко. – Киев : Наук. думка, 1986. – 136 с.

2. Лебедева М.Г., Петина М.А., Гончаревич Е.В., Колмыкова О.Н., Новикова Ю.И., Вагурин И.Ю. Влияние дноуглубительных работ на водный режим малых рек (на примере реки Болховец) // Научные ведомости БелГУ. Естественные науки.– 2013. – № 7(160). – С. 168–172.

3. Николенко Е.Н., Дегтярь А.В. Оценка эколого-гидрологической ситуации бассейна реки Везелка (Болховец) // Экологическая безопасность и здоровье людей в XXI веке: материалы : ст., крат. сообщ. и тез. докл. VI Всерос. науч.-практ. конф., Белгород, 10-12 окт. 2000 г. – Белгород, 2000. – С. 45-49.

4. Павлюк Я.В., Родионова М.Е., Юдина Ю.В., Голиков М.А. Процессы заиления городских рек в условиях повышенной антропогенной нагрузки // Управление городом: теория и практика. – 2017. – № 3(26). – С. 52-60.

5. Сарычев Д.В., Нестеров Ю.А., Иванова Е.Ю. Мониторинг «цветения» вод Воронежского водохранилища по данным спектральной космической съемки Sentinel-2 // Региональная геоэкологическая диагностика состояния хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования: сборник научных статей. – Воронеж : Цифровая полиграфия, 2020. – С. 145-167.

6. Стороженко Е.А., Корнилов А.Г., Марыныч С.Н. Пространственная динамика азотного загрязнения рек города Белгорода // Научные ведомости. Серия Естественные науки, 2018. – С. 427-434.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ

ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ

Гаршин М.В.

Научный руководитель: Сулейманов Р.Р., док. биол. наук
*Уфимский Институт биологии,
обособленное структурное подразделение УФИЦ РАН, г. Уфа, Россия.
garshin.mixail@yandex.ru*

В статье приводится анализ проблем рекультивации почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами. Приводятся опасности, связанные с загрязненной нефтью почвой. Для решения многих проблем рекультивации загрязненной нефтью почвы предлагается усиление научных исследований по наиболее перспективным направлениям рекультивации в будущем.

Ключевые слова: загрязнение почв, рекультивация почв, нефтяные загрязнения.

Использование нефтепродуктов в различных целях во всем мире возросло с широким выбросом разнообразных загрязняющих веществ в окружающую среду. Нефть является одним из важнейших источников энергии и сырьем для химической промышленности. Тем не менее, такие источники, как разливы из природных источников, сброс нефти, сброс сточных вод, катастрофы танкеров и т. д., могут вызывать некоторые экологические проблемы для почвы, грунтовых вод и воздуха. Широко признано, что загрязняющие вещества нефти и нефти в почве, отложениях, поверхностных и грунтовых водах представляют огромную угрозу для здоровья. Загрязняющие вещества нефти и нефти обычно токсичны. Загрязняющие вещества могут вызывать различные токсикологические проблемы со здоровьем у людей, растений и животных. Эти загрязняющие вещества могут распространяться или мигрировать в окружающую среду далеко от первоначального местоположения и угрожать упомянутым сообществам в пострадавшем регионе [1, 6].

Загрязнение почвы означает, что загрязняющие вещества, образующиеся в результате деятельности человека, попадают в почвенную среду через различные каналы, а концентрация загрязняющих веществ превышает способность почвы к аккомодации и ассимиляции. Это явление загрязнения почвы может вызвать изменения внутренних физических и химических свойств почвы, включая объемную плотность, удельный вес, воздухопроницаемость, аэрацию, питательный статус, содержание элементов, кислотность и щелочность (значение рН), микробные сообщества почвы и т. д. Что еще более важно, эти изменения могут привести к дисбалансу

и ухудшению функции естественной среды почвы. Более конкретно, опасности, связанные с загрязненной нефтью почвой, в основном делятся на следующие три части [6]:

1. Нефть представляет собой смесь газообразных, жидких и твердых углеводородов. Полициклические ароматические углеводороды являются наиболее токсичными компонентами нефти, которые обладают канцерогенным, тератогенным и мутагенным действием для природных существ.

2. Загрязненные нефтью участки также приводят к прямым экономическим потерям. Длительное выращивание сельскохозяйственных культур на загрязненных нефтью сельскохозяйственных угодьях будет препятствовать нормальному росту и развитию сельскохозяйственных культур, снижают полегаемость и устойчивость к болезням, а затем приводят к ухудшению качества и снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

3. Нефть в загрязненной почве испаряется и диффундирует в естественный воздух, и это явление ухудшает качество местного воздуха, вызывая респираторные заболевания и кожные заболевания.

Почва является основным элементом окружающей среды, составляющим экосистему и материальную основу промышленного и сельскохозяйственного производства, а также повседневной жизни человеческого общества. В то же время почва также является природным ресурсом, который трудно восстанавливать. Кроме того, почва также является основной гарантией безопасности пищевых продуктов и здоровья человека и играет важную роль в защите окружающей среды и поддержании экологического баланса. Благодаря связыванию углерода почва играет важную роль в смягчении последствий изменения климата и предоставлении источника углерода для роста растений и микроорганизмов. Загрязненные участки принесут экологические и санитарные риски и будут препятствовать городскому строительству и местному экономическому развитию, что оказывает неопределимое влияние на устойчивое развитие страны. Кроме того, для загрязненных нефтью участков скорость деградации некоторых нефтяных компонентов очень медленная в естественной среде, и эта ситуация наносит постоянный вред организмам вокруг загрязненного участка. Между тем, молекулярная структура ароматических соединений в нефти очень сложна, что затрудняет их удаление из почвы. Неуглеводородные соединения, которые имеют очевидную экологическую токсичность и мутагенность, имеют наибольшее количество углерода, нерастворимы в воде, высокую температуру плавления и кипения и наиболее трудно удаляются из почвы [6]. Для того чтобы реализовать устойчивое использование почвы и гарантировать, что люди получают достаточное количество пищи и здоровую среду обитания, необходимо срочно изучить и предложить экономичные, эффективные и осуществимые технологии рекультивации загрязненной нефтью почвы.

Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в технологиях рекультивации загрязненных нефтью почв, все еще существует множество ограничений, включая изменения в почве, разделение ответственности, экономические, загрязненные участки и технологические проблемы, которые влияют на эффективность рекультивации [3].

Под влиянием географических факторов образовалось множество типов почв. Из-за этого физические и химические свойства почвы в разных местах сильно различаются. Например, температура, влажность, pH, кислород, питательные вещества, окислительно-восстановительный потенциал, воздухопроницаемость, водопроницаемость, пористость почвы и т. д. Многочисленные среды на участках приносят неопределенность и неизвестные трудности в последующую оценку и рекультивацию почвы, что не способствует успешному развитию работ по рекультивации почвы на загрязненных участках. С другой стороны, промышленные нефтяные загрязнения обычно классифицируются на органическое загрязнение и загрязнение соединениями в соответствии с типами загрязняющих веществ. В период образования нефтяных загрязняющих веществ также часто происходит явление загрязнения тяжелыми металлами. Существует также много типов нефтяных загрязняющих веществ в различных отраслях, связанных с нефтью. Как сложная почвенная среда, так и типы загрязняющих веществ будут влиять на эффект рекультивации почвы, поэтому качество и эффект рекультивации почвы на органически загрязненных участках не могут быть гарантированы [5].

В последние годы многие ученые провели большое количество тщательных научных исследований по экологическим проблемам, вызванным загрязнением нефтью почвы.

Для решения многих проблем рекультивации загрязненной нефтью почвы, соответствующие исследования должны быть усилены в нескольких следующих вопросах в будущем:

1. Перспективы применения технологии биологической рекультивации широки, а потенциал рекультивации огромен. Ключ к технологии биологической рекультивации заключается в выборе подходящих растений или микроорганизмов для рекультивации [2].

Однако из-за различий в климатических характеристиках, почвенных условиях, характеристиках биологических сообществ и типах загрязняющих веществ в разных регионах технология биологической рекультивации не может просто дублировать предыдущие результаты исследований. Поэтому подходящие растения или микроорганизмы следует выбирать для местных загрязненных участков на основе региональных характеристик, а местные растения или микроорганизмы должны быть основным объектом исследования для изучения потенциала рекультивации загрязненной нефтью почвы.

2. Разница между фактическим восстановлением загрязненных нефтью участков почвы и лабораторной средой слишком велика, и лабораторные результаты трудно перенести в реальную работу по восстановлению. Для решения фактических проблем трансформации загрязненных нефтью участков необходимо усилить исследования загрязненных участков и применить результаты исследований к загрязненным участкам [4].

3. Больше внимания следует уделять комбинированной технологии рекультивации. Единичная рекультивация почвы не может удовлетворить требованиям рекультивации различных участков, таких как рекультивация на месте и эктопическая рекультивация. Сочетание двух или более видов технологий рекультивации, особенно сочетание биологической рекультивации и других технологий, показывает несравнимые преимущества.

4. Необходимо создать базу данных случаев рекультивации загрязненных нефтью участков. Особенностью базы данных является то, что она может анализировать и извлекать информацию о рекультивации участков для получения последних случаев рекультивации участков. Если имеется достаточно случаев восстановления почвы, то тогда будет выполнен поиск и анализ соответствующей информации о рекультивации участков. При столкновении с таким же типом загрязненного нефтью участка специалисты могут ссылаться на другие загрязненные участки, чтобы можно было быстро определить степень загрязнения участка, выбрать и применить соответствующие технологии рекультивации почвы.

Литература

1. Гаршин М.В. Проблемы нарушенных ландшафтов нефтепромысловых регионов // Природа и общество: интеграционные процессы. Материалы международной научно-практической конференции. Ред. Е.А. Позаченюк [и др.]. Симферополь. – 2022. – С. 247-252.
2. Заболотских В.В., Танких С.Н., Васильев А.В. Технологические подходы к детоксикации и биовосстановлению нефтезагрязнённых земель // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 5-3 (85). – С. 341-351.
3. Мелехина Е.Н., Маркарова М.Ю., Анчугова Е.М., Щемелинина Т.Н., Канев В.А. Определение эффективности методов рекультивации загрязнённых нефтью почв // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2016. – № 3 (27). – С. 61-70.
4. Поварова Л.В. Анализ применения биотехнологий для очистки различных загрязнений окружающей среды // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 190-206.
5. Тихомирова Е.И., Алексашин А.В., Кошелев А.В., Атаманова О.В. Разработка технологических решений и способов получения гумино-минеральных композиций для задач рекультивации нефтезагрязнённых территорий земель // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 4. – С. 203-209.
6. Томина Т.К. Содержание нефтепродуктов в рекультивированных грунтах нефтяного месторождения // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 4 (83). – С. 95-106.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ЯКОВЛЕВСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Гененко М.А.

Научный руководитель: Киреева-Гененко И.А., к. г. н., доцент
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
1647075@bsu.edu.ru*

В статье рассмотрены мероприятия, проводимые при экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий на территории Яковлевского городского округа Белгородской области.

Ключевые слова: антропогенно нарушенные территории, экологическая реабилитация, несанкционированные карьеры, геологический этап рекультивации, биологический этап рекультивации, рекреационная реабилитация нарушенных территорий.

Несанкционированная добыча полезных ископаемых, как одно из направлений хозяйственной деятельности, оказывает отрицательное воздействие на все компоненты природной среды: нарушается почвенный покров, тормозятся процессы почвообразования, уменьшается биологическое разнообразие, активизируются эрозионные процессы и т. д. [1]. На сегодняшний день острой является проблема возврата антропогенно нарушенных территорий в оборот. В 2023 году по инициативе управления Эконадзора Белгородской области совместно с министерством природопользования и министерством имущественных и земельных отношений разработана дорожная карта по рекультивации несанкционированных карьеров в результате незаконной добычи недр. Составлен реестр карьеров, которые требуют рекультивации – в регионе их более 140 [2].

Рассмотрим особенности экологической рекультивации на антропогенно нарушенных территориях Яковлевского городского округа Белгородской области. Часто территории несанкционированных карьеров становятся местами стихийных свалок (рис. 1). В селе Драгунское Яковлевского городского округа завершена рекультивация несанкционированного карьера. Перед рекультивацией ликвидированы несанкционированные свалки и перекрыты подъездные пути. Далее был выполнен геологический этап рекультивации – выполаживание крутых склонов карьера (рис. 2). Следующий этап рекультивации – биологический, производится высадка многолетних растений и посев травы (рис. 3). В дальнейшем возможно использование рекультивированных территорий в

качестве рекреационных объектов. На таких территориях можно создавать зоны отдыха, парковые зоны. Для осуществления работ по организации рекреационного объекта необходимо разработать комплекс градостроительных документов, который заключается в функциональном зонировании территории, разработке проектов детальной планировки, рабочих проектов и др. Планировочная организация территории рекреационной зоны определяется функциональными и архитектурно-строительными критериями [3].



Рис. 1. Свалка в несанкционированном карьере



Рис. 2. Геологический этап рекультивации



Рис. 3. Биологический этап рекультивации

Лесохозяйственное направление также может реализовываться на рекультивируемых территориях. Возможно создание посадок хвойных и лиственных пород деревьев, создание питомников, обустройство пасек.

В заключение отметим, что значимость повторного использования рекультивированных антропогенно нарушенных территорий состоит в том, что такие направления как рекреационное, лесохозяйственное несут социально-экономическую и экологическую пользу, способствуя снижению негативной антропогенной нагрузки на природные системы.

Литература

1. Горюхин М.В. Направления потенциального использования отработанных не обводненных карьеров полезных ископаемых Еврейской автономной области // Региональные проблемы. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 49-54.

2. Официальный сайт управления экологического и охотничьего надзора Белгородской области. – Режим доступа: <https://www.econadzor31.ru>. (дата обращения 19.09.2024).

Сельская В.В., Лозинская В.В. Рекультивация нарушенных территорий песчаных карьеров // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2019. – № 2(136). – С. 97-100.

ЛЕСНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ КАК МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИРОДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ

Лебедев Э.А, Скурихин А.А.

Научные руководители: Ахмедова И.Д., к. г. н., доцент;

Тесленок С.А., к. г. н., доцент

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

eduard.lebedev1999@mail.ru, a.skurikhin98@mail.ru

В статье рассмотрена эффективность применения лесной рекультивации как востребованного механизма реализации природных климатических решений в рамках восстановления геоэкологического состояния территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югры).

Ключевые слова: рекультивация, природные климатические решения, геоэкологическое состояние территории.

Среди методов восстановления геоэкологического состояния территории, таких как создание особо охраняемых природных территорий, расширение санитарно-защитных зон наиболее распространённым является рекультивация с целью восстановления первоначальных функций территории и создание условий для устойчивого природопользования.

На территории ХМАО – Югры основным направлением промышленной деятельности является нефтегазодобыча. Процесс добычи нефти сопровождается откачкой шлама из пластов, и перемещением данного отхода в специально отведенные места временного накопления отходов – шламовые амбары, подлежащие обязательной рекультивации по завершению бурения.

Традиционно используемая технология рекультивации таких амбаров, по мнению М.В. Горленко [1], включает накопление отходов бурения, их размещение, применение механизма очистки отходов бурового раствора, вторичное использование его элементов, применение технологий для понижения класса опасности буровых отходов, накопление и хранение буровых отходов в шламовом амбаре.

Рекультивация шламовых амбаров путем обратной засыпки чистым грунтом или песком приводит к длительной консервации нефтяных углеводородов в анаэробных условиях, создавая источники вторичного загрязнителя. Даже при правильном захоронении необходимо отчуждение земельных участков и изменение структуры почвы [2].

Среди альтернативных методов восстановления шламовых амбаров одним из способов является лесная рекультивация, способствующая

восстановлению нарушенных участков с помощью рекультивации близкими по видовому составу растительными сообществами. В течение 15-20 лет на обваловках амбаров образуются лесные сообщества, часто превосходящие фоновые сообщества по продуктивности и биологическому разнообразию в этом возрасте [3].

С точки зрения геоэкологической эффективности лесной вид рекультивации превосходит традиционный в соответствии со следующими критериями: ускоренный процесс интеграции нарушенных земель в биосферный процесс секвестрации атмосферного углерода в биомассе растений; увеличение уровня биоразнообразия на месте нарушенных земель; исключение возникновения водной и ветровой эрозии почв; ускорение процесса обезвреживания отходов бурения [4]. Молодые лесные насаждения, созданные в ходе рекультивации, поглощают углекислый газ в 3-6 раз эффективнее по сравнению со зрелыми и перестойными лесами [5]. Это также значительно отличается от результатов традиционной рекультивации, когда на поверхности шламового амбара остаются только побеги травяной смеси.

В процесс реализации лесной рекультивации не входит добыча грунта и песка для засыпки амбаров и тем самым полностью исключается необходимость в отчуждении земель для разработки сухоройных и намывных карьеров, что значительно снижает уровень выбросов в атмосферу от работы спецтехники и пересыпке песка и грунта [6]. Кроме того, посадка лесов и восстановление экосистем признаются международными климатическими инициативами, такими как Рамочная конвенция ООН об изменении климата (UNFCCC) и механизм чистого развития (CDM). Возникает возможность интегрирования в климатическую инициативу REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation), открывающую возможности для международного сотрудничества.

Кроме того, с помощью метода дистанционного зондирования Земли возможно выполнить оценку площадей шламовых амбаров, нуждающихся в первичной или повторной рекультивации, что в свою очередь поможет определить потенциал площадей, пригодных для лесного метода рекультивации.

Таким образом, лесной вид рекультивации можно отнести к крайне эффективному виду природных решений (NBS), в том числе климатических. В связи с особенностями промышленного освоения территории ХМАО – Югры рекультивация шламовых амбаров является востребованным инструментом для восстановления геоэкологического состояния региона.

Литература

1. Горленко Н.В., Шевченко Е.И. Проблемы утилизации отходов нефтедобычи на примерно иркутской области // XXI век. Техносферная безопасность. – 2019 – № 4.
2. Соколов С.Н., Даянов И.Р. Влияние биопрепаратов на снижение остаточной концентрации углеводородов нефти в почве // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6(60). Ч 2. – С. 130-13.
3. Зооинженерный факультет МСХА. Неофициальный сайт. Лесообразование на обваловках шламовых амбаров – Лесообразовательный процесс: [электронный ресурс]. URL: <https://www.activestudy.info/lesoobrazovanie-na-obvalovkax-shlamovyx-ambarov/?ysclid=m17uibanzm66647565> (Дата обращения: 18.09.2024).
4. Рекультивация земель: краткий курс лекций: [электронный ресурс]. URL: <https://www.vavilovsar.ru/files/pages/25875/14712610675.pdf?ysclid=m17ukyтымq47659930> (Дата обращения: 18.09.2024).
5. Фёдоров Б.Г., Моисеев Б.Н., Сияк Ю.В. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами // Проблемы прогнозирования. – 2011. – № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pogloschayuschaya-sposobnost-lesov-rossii-i-vybrosy-uglekislogo-gaza-energeticheskimi-obektami>.
6. Недбаев И.С. Елсукова Е.Ю. Изучение мирового и российского опыта по разработке оптимальных путей рекультивации нарушенных земель // Вестник евразийской науки. – 2021. – Т. 13, № 6. – URL: <https://esj.today/PDF/27NZVN621.pdf>.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ

Перевощикова А.А., Рудакова Л.В., Сурков А.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

Пермь, Россия

aaperevoshchikova@yandex.ru, larisa.rudakova.007@gmail.com,

alex.a.surkov@gmail.com

В статье приводится оценка возможности фиторемедиации шламовых амбаров с использованием методов фитотестирования.

Ключевые слова: нефтегазодобыча, буровые отходы, шламовые амбары, засоление, рекультивация, фитотестирование

Введение. Добыча полезных ископаемых признана одним из ключевых видов экономической деятельности государства, однако эта отрасль наносит значительный ущерб окружающей среде [10]. В результате добычи минерального сырья увеличивается техногенная нагрузка на окружающую среду, что становится предметом многочисленных исследований во всем мире [9]. Разработка месторождений нефти и газа является мощным фактором преобразования природных комплексов (в том числе уязвимых лесоболотных ландшафтов), а современные темпы добычи оказывают техногенное воздействие на все компоненты окружающей природной среды [1]. Особую опасность представляет буровой шлам, хранящийся в шламовых амбарах [4]. Шламовые амбары могут занимать площадь до 2500 м² и выводить из оборота значительные площади земель, в основном земли лесного фонда [5]. Лидирующие позиции по добыче углеводородов занимают регионы, расположенные на территориях с избыточным увлажнением – Западная Сибирь и Север европейской части России. Буровые отходы представляют собой многокомпонентную смесь с доминированием бурового раствора и бурового шлама. Химические свойства бурового шлама зависят от его состава, которые определяются характеристиками выбуренной горной породы, типом применяемого бурового раствора и влиянием природно-климатических условий.

Наиболее неблагоприятным геохимическим процессом, возникающим при бурении, является техногенное засоление почв, грунтов, поверхностных и подземных вод [7]. Несмотря на токсичность буровых шламов актуальными являются вопросы по оценке возможности ассимиляции шламовых амбаров с природными экосистемами с помощью природоподобных технологий – биоремедиации и/или фиторемедиации. В данной работе представлены результаты фитотестирования бурового шлама в лабораторных условиях.

Цель работы заключалась в оценке токсичности шламов и возможности фиторемедиации шламовых амбаров.

Материалы и методы исследований. Буровой шлам отобран из шламового амбара, расположенного в Ямало-Ненецком автономном округе. Отбор бурового шлама производился методом «конверта»: исследовалась смешанная проба. Химико-аналитические исследования (рН, ионы натрия, хлорид-ионы) проводились стандартными химическими методами. В лабораторных условиях проводили фитотестирование в соответствии со способом оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов [6]. Фитотестирование выполняли в 3-кратной повторности в пластиковых контейнерах объемом 250 мл. Для контроля была выбрана песчаная почва и вермикулит с раствором Кнопа. Варианты лабораторного эксперимента:

- 3 контейнера с контролем на вермикулите с раствором Кнопа с кресс-салатом,
- 3 контейнера с контролем на вермикулите с раствором Кнопа с овсом посевным,
- 3 контейнера с контролем на песчаной почве с кресс-салатом,
- 3 контейнера с контролем на песчаной почве с овсом посевным,
- 3 контейнера со шламом с кресс-салатом,
- 3 контейнера со шламом с овсом посевным,
- 3 контейнера со шламом и песчаной почвой в соотношении 4:1 соответственно с кресс-салатом,
- 3 контейнера со шламом и песчаной почвой в соотношении 4:1 соответственно с овсом посевным.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования показывают, что рН бурового шлама – $6,9-10,5 \pm 0,05$ ед. рН, содержание ионов натрия – $250-3609,43 \pm 1,2$ мг/кг, хлорид-ионов – $213-97000 \pm 13,7$ мг/кг.

Высокое содержание хлоридов и ионов натрия указывает на возможность развития процессов техногенного галогенеза, что в дальнейшем будет способствовать замедлению биологической активности почвообразовательных процессов и повышению окислительно-восстановительной реакции растений. На 10 день лабораторного эксперимента рост и развитие кресс-салата и овса посевного отмечается во всех контейнерах с контролем (табл. 1, рис. 1, 2). Прорастание семян кресс-салата в контейнерах со шламом, со шламом и песчаной почвой не отмечено (рис. 1). Прорастание семян овса посевного в контейнерах со шламом не отмечено, но отмечено появление ростков овса посевного (5-7 см) в контейнерах со шламом и песчаной почвой (рис. 2). Таким образом,

однодольное растение – овес посевной (семейства злаковые) является наиболее устойчивым к токсическому действию среды, чем двудольное растение – кресс-салат.

Токсическое действие ионов хлора объясняется их большой подвижностью и способностью быстро проникать в клетки корня растения, не задерживаясь в почвенном растворе [2, 8]. В результате устьичной непроницаемости из-за токсичного действия хлорида натрия нарушается процесс фотосинтеза в связи со снижением ассимиляции углекислого газа, разрушением пигментной системы, дисбалансом ионов и нарушениями водного режима.

Таблица 1

Высота и масса растений в контрольных образцах

Показатель	В2кр*		К2кр*		В1о**		К1о	
	h, см	m, мг	h, см	m, мг	h, см	m, мг	h, см	m, мг
Max (20 растений)	5	25	4,7	22	21,2	207	17	119,5
Min (20 растений)	2,2	13	2,5	15	7,4	7,6	13,3	75,6
Average (20 растений)	3,8	18,8	3,7	18,5	17,17	129,9	15,3	97

Примечание: * В2кр-контроль на вермикулите с раствором Кнопа с кресс-салатом; К2кр-контроль на песчаной почве с кресс-салатом; В1о-контроль на вермикулите с раствором Кнопа с овсом посевным; К1о-контроль на песчаной почве с овсом посевным



Рис. 1. Рост и развитие кресс-салата на 10 день эксперимента:
 Ш2кр – контейнер со шламом, ШП2кр – контейнер со шламом и песчаной почвой,
 К2кр – контейнер с контролем на песчаной почве,
 В2кр – контейнер с контролем на вермикулите с раствором Кнопа



Рис. 2. Рост и развитие овса посевного на 10 день эксперимента.
Ш10 – контейнер со шламом, ШП10 – контейнер со шламом и песчаной почвой,
К10 – контейнер с контролем на песчаной почве,
В10 – контейнер с контролем на вермикулите с раствором Кнопа

Буровой шлам представляет собой мелкодисперсную массу горных и осадочных пород с большим набором минеральных элементов, в связи с чем, такие отходы могут стать питательной минеральной средой для растений, что необходимо в условиях гумидного типа климата в олиготрофных лесоболотных экосистемах [3]. Однако необходимо проведение комплексных исследований физико-химических свойств бурового шлама и буровых растворов для обоснования и разработки условий проведения фиторемедиации с последующим формированием устойчивого растительного сообщества.

Заключение. Исследования позволили оценить содержание наиболее токсичных компонентов бурового шлама и определить основной источник токсичности (хлоридное засоление). Согласно результатам фитотестирования, однодольные растения (овес посевной) являются наиболее устойчивыми к загрязнению.

Полученные результаты в дальнейшем будут полезны при проведении лабораторных и полевых исследований по оценке устойчивости разных видов растений к техногенному засолению и сроков ассимиляции природно-техногенных систем с природными экосистемами, что позволит интегрировать нарушенные территории в естественный ресурсооборот методами фиторемедиации.

Литература

1. Гаевая Е.В., Тарасова С.С., Рудакова Л.В. Экологическая оценка буровых шламов и разработка способа их биоремедиации: монография. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 96 с.
2. Иваничев В.В. О механизмах солеустойчивости растений и специфике влияния засоления // Известия ТулГУ. Естественные науки. – 2019. – Вып. 4. – С. 76–88.
3. Малышкин М.М. Рекультивация шламовых амбаров путем засадки растениями // Записки Горного института. – 2007. – Т. 170. – № 1. – С. 119–120.
4. Морозов А.Е. Научная организация использования и сохранения лесов в районах добычи углеводородного сырья (на примере Ханты–Мансийского автономного округа – Югры): дис. ... сельхоз. наук: 06.03.02: защищена 22.09.2022: утв. 07.03.2023. – Екатеринбург, 2022. – Том 1. 710 с.
5. Морозов А.Е., Белов Л.А., Залесов С.В., Осипенко Р.А. Эффективность рекультивации шламовых амбаров посадкой черенков Ивы в условиях подзоны северной тайги // Успехи современного естествознания. – 2021. – №2. – С.19–25.
6. Патент № 2620555 Российская Федерация, МПК G01N 33/24(2006.01). Способ оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов: № 2016113050: заявл. 05.04. 2016. Оpubл. 26.05.2017 / Еремченко О.З., Митракова Н.В.: заявитель Еремченко О.З., Митракова Н.В. – 15 с.
7. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М. : Изд–во МГУ, 1998. – 376 с.
8. Чудинова Л.А., Орлова Н.В. Физиология устойчивости растений: учеб. пособие. – Перм. ун-т. Пермь, 2006. – 124 с.
9. Benarous S., Azbouche A., Boumehdi B., et al. Establishing a pre–mining baseline of natural radionuclides distribution and radiation hazard for the Bled El–Hadba sedimentary phosphate deposits (North–Eastern Algeria) // Nuclear Engineering and Technology. – 2022. – Vol. 54. – Iss. 11. – P. 4253–4264.
10. Kuter N. Reclamation of Degraded Landscapes due to Opencast Mining // Advances in Landscape Architecture, Rijeka, Croatia, InTech. – 2013. – P. 823–858.

УДК 551.435.7

ЭОЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ

Сарычев А.В.¹, Архипцев И.Н.¹, Караулова Е.А.²

¹*Белгородский юридический институт МВД России*

им. И.Д. Путилина, Белгород, Россия

²*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,*

Белгород, Россия

w0773@yandex.ru

В статье описаны результаты исследования развития и распространения эоловых процессов на территории Белгородской области, а также их влияния на окружающую среду. Приводится описание природных и антропогенных факторов, порождающих ветровую эрозию.

Ключевые слова: эоловые процессы, дефляция, песок, пыль, ветровая эрозия

Современная экологическая ситуация в мире подталкивает многих ученых заниматься исследованием развития и распространения процессов, влекущих за собой негативное воздействие, составлять прогнозы, искать пути решения и составлять планы мероприятий по защите окружающей среды.

Белгородская область также является регионом с имеющимися потенциальными угрозами проявления экзогенных процессов негативного характера. Географическое положение, климатические условия, активная хозяйственная деятельность людей сказывается на всей экосистеме области. Белгородский регион славится разнообразием почвенного покрова, особенно ценится плодородным слоем чернозема, который составляет около 77 % общего почвенного покрова. Примерно 8 % приходится на долю других видов, таких как серые лесные почвы, пойменные и др. Общее количество земельных угодий составляет 2145,4 тыс. гек.

Для более детального анализа эоловых процессов, необходимо определить состав почв на территории Белгородской области, ее географическое расположение и принадлежность к природным зонам. Особенности природно-климатических условий явились определяющими при образовании почвенного покрова области. Белгородская область располагается в лесостепной зоне на северо-западе, которая занимает большую часть территорий, и степной зоне на юго-востоке. Зонирование территорий представлено на рисунке 1 [1]. В работе Камышева Н.С., датированной 1964 годом, в геоботаническом отношении область разделена на несколько зон, так в северо-западная часть входит в состав Курского округа дубрав, дерновинно-разнотравных степей Среднерусской лесостепной провинции, а юго-восточная часть области присоединена к Павловскому округу, состоящему из ковыльных и ковыльно-типчаковых степей [2].

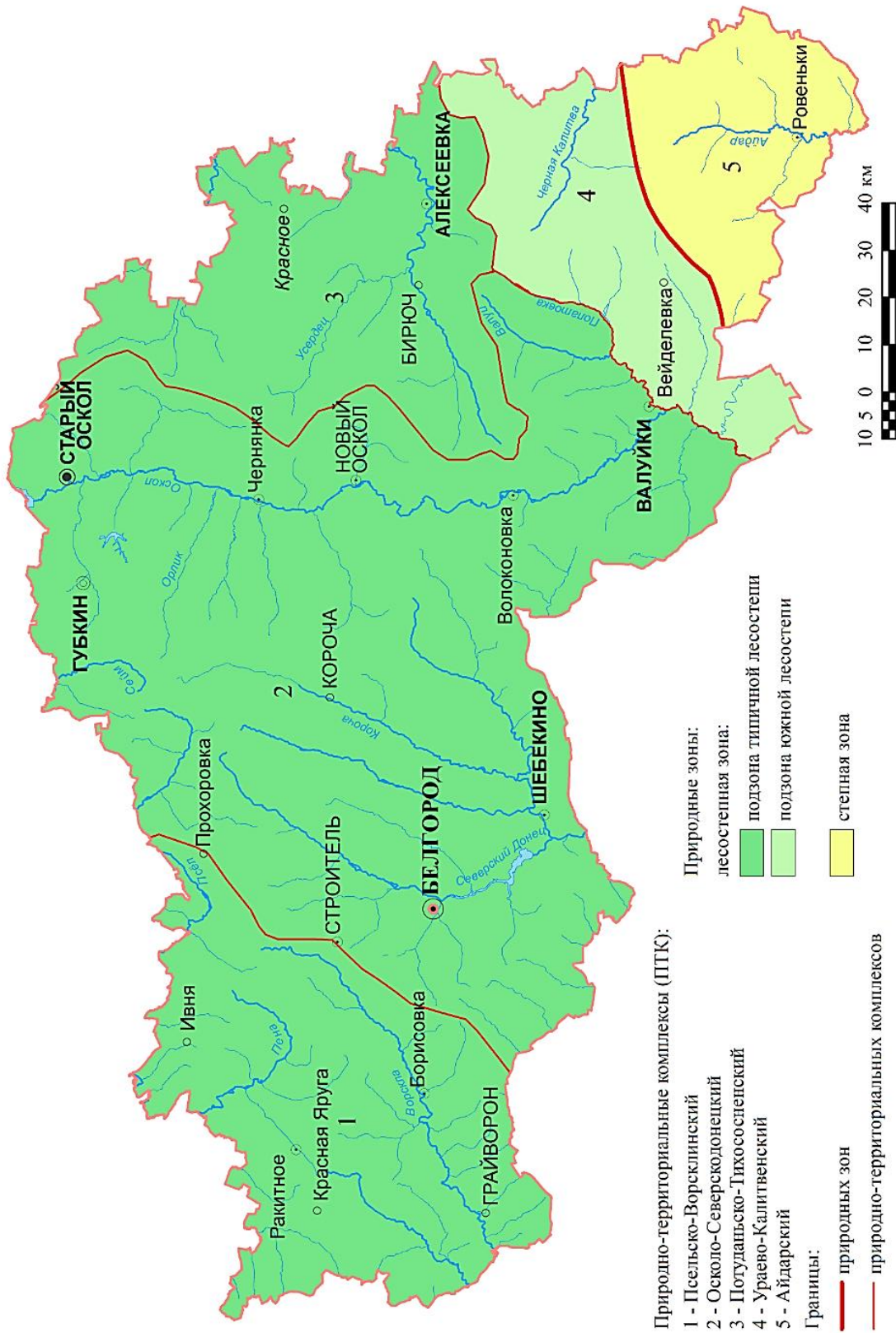


Рис. 1. Географическое зонирование почв Белгородской области [1]

«Эоловые процессы – рельефо- и порообразующие процессы, обусловленные деятельностью ветра: дефляция, выдувание из не перемещённых песков мелкозернистой фракции, перенос и аккумуляция эолового материала. Главным образом подобные процессы протекают в пустынях, в сухих и умеренно влажных областях, приводят к образованию эоловых отложений и слагаемых ими аккумулятивных форм рельефа: барханы, дюны, гряды и т.п.». Негативные экзогенные процессы, эрозия почв всегда были бедой земледельцев. Проблеме эрозии почв в Белгородской области как водной, так и ветровой посвящали свои исследования многие научные сотрудники.

Для определения различий между ветровой и водной эрозией стоит рассмотреть условия рельефа. Для ветровой эрозии не имеет значения поверхность выдувания, дефляция может происходить как на абсолютно плоской поверхности, так и на склонах рек. Но основное отличие этих видов эрозий состоит в процессе и итогах переноса частиц. При водной эрозии происходит смыв, перенос почв и почти полное растворение в воде веществ и их удаление. В процессе дефляции происходит механический перенос элементов почвы на расстояние.

Ветер скоростью более 12 м/с вызывает пыльные бури, частицы почвы поднимаются вверх потоками воздуха и перемещаются на большие расстояния. Но дефляция может начинаться и при более низкой скорости ветра от 5 м/с, в этом случае элементы почвы перемещаются скачкообразными движениями или перекатываются по поверхности.

Ветровая эрозия вместе с нарушением естественного баланса почвенного покрова, губит посевные сельскохозяйственные культуры. Кроме того, поля удобряют и обрабатывают ядохимикатами, при сильном и слабом ветре частицы веществ попадают в воздух, водоемы, загрязняется окружающая среда.

Различные формы эолового рельефа образуются путем оседания пыли, почвы, переносимой сильными ветрами, скоростью 12-15 м/с.

Процесс перемещения почвы начинается при скорости ветра 5 м/с. Отдельные частицы начинают сталкиваться друг с другом, перемещаясь, таким образом, происходит цепная реакция, тем самым начинается движение. Ветровые потоки имеют особенность увеличивать скорость в зависимости от расстояния над поверхностью. Под импульсным воздействием элементы почвы попадают в потоки ветра, быстро перемещаются на большие расстояния. Легкие частицы разрушенной почвы подхватываются потоками воздуха, переходя в аэрозольное состояние. Тяжелые элементы почвы перемещаются перекатными движениями, так как не могут оторваться от земли ветром.

На сегодняшний день 3,5 % сельскохозяйственных угодий Белгородской области подвержены ветровой эрозии. Более чем на 800 тыс. га развита дефляция, около 3 тыс. га считаются дефляционно-опасными территориями.

Основные причины возникновения ветровой эрозии:

1. Природные.
2. Антропогенные.

Современные эоловые процессы развиваются под воздействием обоих факторов. Совокупность естественных и техногенных причин возникновения дефляции делают ее более интенсивной и приобретающей большой масштаб распространения.

Анализ результатов полевых наблюдений позволил определить районы области по интенсивности проявления эоловых процессов, районирование представлено на рис. 2.

Белгородская область разделена на три основных района: западный, центральный и юго-восточный. Территории западного района области представлены черноземными и лесными почвами, хорошо увлажнены. Можно отметить характерное преобладание водной эрозии. Тип местности – плакаторный.

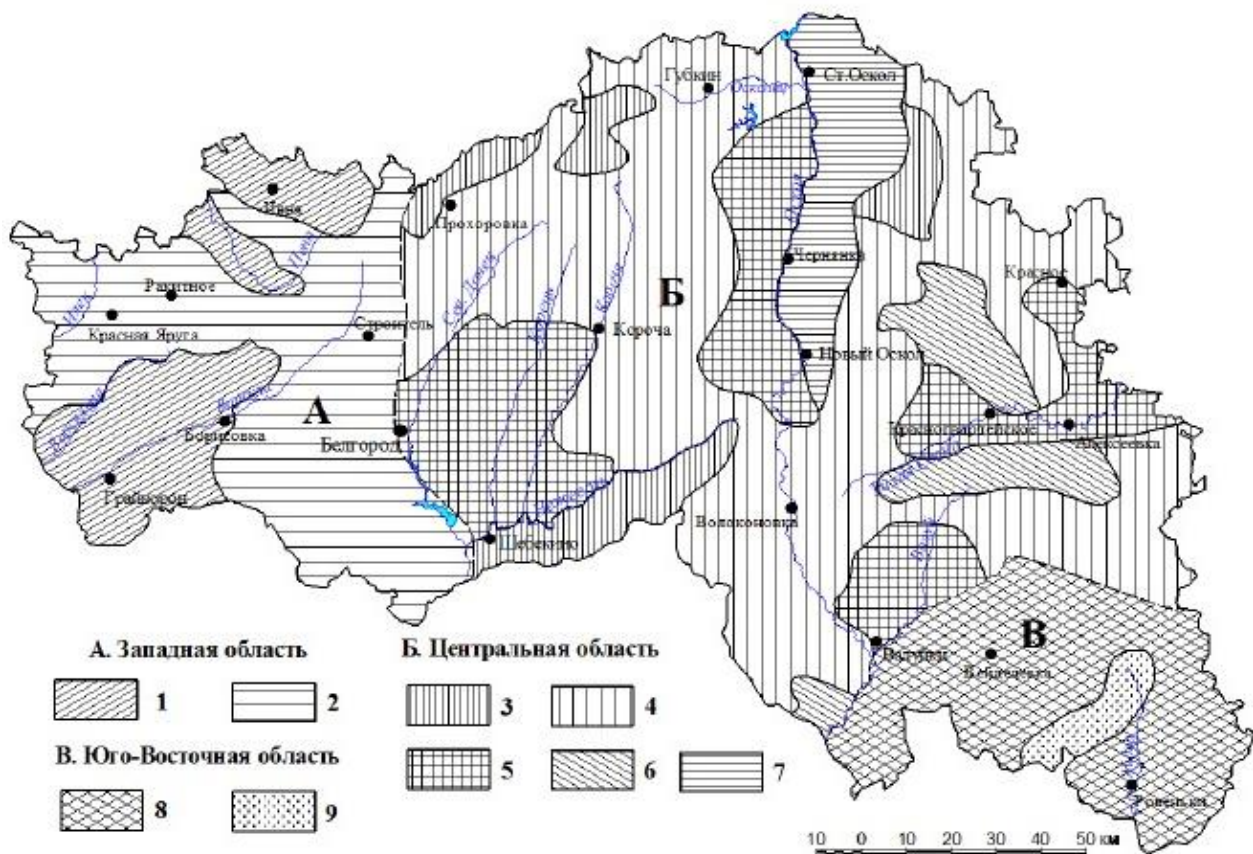


Рис. 2. Карта деления земель Белгородской области, подверженных эоловым процессам

В западном районе представлены два вида почв по степени подверженности дефляции: слабодефлированные и среднедефлированные почвы. Формы эолового рельефа представляются в виде песчаных бугров в прибрежных зонах.

Структура грунта центрального района Белгородской области представлена несколькими видами почв черноземами, карбонатными, черноземно-лесными, супесчаными и песчаными почвами. В этой части области, ветровая и водная эрозия поражают почвенный покров в равной степени. Степень подверженности дефляции варьируется от слабодефлированных до чрезвычайно дефлированных почв. В прибрежных зонах образуются эоловые формы рельефа, такие как песчаная рябь, песчаные бугры, дюны. Почвенно-ветровые наносы и гряды наблюдаются вдоль лесополос, железных дорог, автодорог.

В состав разнообразия почв юго-восточного района включены черноземные, солонцевато-карбонатно-меловые и черноземы обыкновенные. Степень подверженности дефляции разная. Но в этом районе области почвы наиболее подвержены эродированности.

Таким образом, подверженность ветровой эрозии, интенсивность ее проявления в трех районах зависит от разнообразия природно-климатических факторов и структур почв.

Литература

1. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. – Белгород: КОНСТАНТА, 2018. – 200 с.
2. Камышев Н.С. Опыт ботанико-географического районирования ЦЧО // Ботан. журн., 1964. – № 8. – С. 49.

*Научное электронное издание
сетевого распространения*

**ГЕОЭКОЛОГИЯ
И РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ:
ОТ НАУКИ К ПРАКТИКЕ**

Сборник материалов
IV Всероссийской научной конференции молодых ученых,
Белгород, 10 октября 2024 г.

Публикуется в авторской редакции

Оригинал-макет: О.Г. Томусяк
Выпускающий редактор: Ю.В. Мишенина

Подписано к использованию 05.11.2024.
Гарнитура Times New Roman. Объем издания – 30,4 МБ
Оригинал-макет подготовлен в ЦПП ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ»
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85. Тел.: 30-14-48